

新能源汽车产业链系列报告（三）：

电芯成本调整风险剧增，成本下移恐达 20%

报告日期：2022 年 11 月 23 日

★电芯与正极材料成本模型

基于原材料波动大、价格高的现状，我们拆解了电芯的材料成本，以及正极材料的原材料成本。测算结果显示，现阶段三元锂电池的材料成本超过 800 元/kWh，磷酸铁锂电池的材料成本超过 600 元/kWh。其中，三元电芯正极材料超过 550 元/kWh，在电芯材料中占比 60%-70%，而磷酸铁锂正极材料 360 元/kWh，在电芯材料成本结构中占 56%。

从正极上游原材料来看，碳酸锂、氢氧化锂占据了绝大部分成本比重——三元正极材料的原材成本中，碳酸锂、氢氧化锂占比高达 70%；在磷酸铁锂正极的原材成本中，磷酸铁仅占据 13% 的原材料成本，而碳酸锂成本高达 87%。

★电芯与正极材料成本预测

结合东证衍生品研究院提供的 2023 年金属或金属原材料价格预测，我们做出了对应原材料的价格预测：碳酸锂 30-35 万元/吨、硫酸镍 3.32-3.72 万元/吨、硫酸钴 5.4 万元/吨、硫酸锰 0.65-0.75 万元/吨、磷酸铁 2.1-2.6 万元/吨。

以此为基础，我们做了一个原材料成本区间上、下限的推算：5 系三元正极原材料成本将在 19.48-21.99 万元/吨，假设其他电芯环节不变，电池的材料成本区间将在 630.74-670.64 元/kWh，即正极的原材成本有一个 30%到 38%的降幅，电芯层面的材料成本有一个 20%到 24%的降幅；磷酸铁锂正极原材成本区间将在 9.05-10.67 万元/吨，假设其他电芯环节不变，电池的材料成本区间将在 495.93-529.63 元/kWh，也即正极原材成本有一个 33%到 43%的降幅，电芯的材料成本有一个 17%到 22%的降幅。

★风险提示

研发进展不及预期；行业技术路线变动；产销不及预期。



曹洋 首席分析师（有色金属）

从业资格号：F3012297

投资咨询号：Z0013048

Tel: 8621-63325888-3904

Email: yang.cao@orientfutures.com

目录

1. 锂电池材料概述.....	5
1.1. 动力电池材料体系梳理.....	5
1.2. 锂电材料梳理.....	7
1.3. 锂电价格追踪.....	9
1.4. 小结与思考.....	13
2. 电芯材料成本模型.....	13
2.1. 电芯材料成本模型.....	13
2.2. 正极原材料成本测算.....	18
2.3. 原材料价格波动对正极材料成本的影响.....	23
2.4. 正极材料成本预测.....	24
2.5. 小结与思考.....	25
3. 风险提示.....	26

图表目录

图表 1 : 动力电池材料体系梳理.....	5
图表 2 : 主流材料体系电池的性能对比.....	6
图表 3 : 中国 2022 年 1-10 月动力电池累计装车分布.....	7
图表 4 : 全球 2021 年动力电池材料体系分布.....	7
图表 5 : 锂离子电池材料梳理.....	8
图表 6 : 锂电池工作原理: 充电.....	8
图表 7 : 锂电池工作原理: 放电.....	8
图表 8 : 动力电池电芯价格与同比.....	10
图表 9 : 三元正极材料价格与同比.....	11
图表 10 : 磷酸铁锂正极材料价格与同比.....	11
图表 11 : 碳酸锂、氢氧化锂价格与同比.....	12
图表 12 : 锂电产业链各环节价格波动汇总.....	12
图表 13 : 正极材料度电成本测算.....	14
图表 14 : 负极材料度电成本测算.....	14
图表 15 : 隔膜度电成本测算.....	15
图表 16 : 电解液度电成本测算.....	15
图表 17 : 铝箔、铜箔度电成本测算.....	15
图表 18 : 电池壳(方形铝壳)度电成本测算.....	16
图表 19 : NCM523 三元电芯材料成本结构.....	17
图表 20 : NCM622 三元电芯材料成本结构.....	17
图表 21 : NCM811 三元电芯材料成本结构.....	17
图表 22 : 磷酸铁锂电芯材料成本结构.....	17
图表 23 : 容百科技成本结构.....	18
图表 24 : 德方纳米成本结构.....	18
图表 25 : 三元正极上游原材料梳理.....	19
图表 26 : 三元前驱体制备流程图.....	19
图表 27 : 三元正极材料中各金属占比.....	20
图表 28 : 原材料中各金属占比.....	20
图表 29 : 三元正极 NCM523 原材料成本测算.....	21
图表 30 : 三元正极 NCM622 原材料成本测算.....	21
图表 31 : 三元正极 NCM811 原材料成本测算.....	21
图表 32 : 磷酸铁锂正极原材料成本测算.....	22
图表 33 : NCM523 三元正极材料原材成本结构.....	22
图表 34 : NCM622 三元正极材料原材成本结构.....	22

图表 35 : NCM811 三元正极材料原材成本结构.....	23
图表 36 : 磷酸铁锂正极材料原材成本结构.....	23
图表 37 : 原材价格波动对正极原材成本影响: NCM523.....	23
图表 38 : 原材价格波动对正极原材成本影响: LFP.....	23
图表 39 : 2023 年 NCM523 正极原材料成本预测.....	24
图表 40 : 2023 年磷酸铁锂正极原材料成本预测.....	24
图表 41 : 国内外动力电池需求预测 (基于既定政策情景)	26
图表 42 : 国内外动力电池需求预测 (基于公开承诺情景)	26

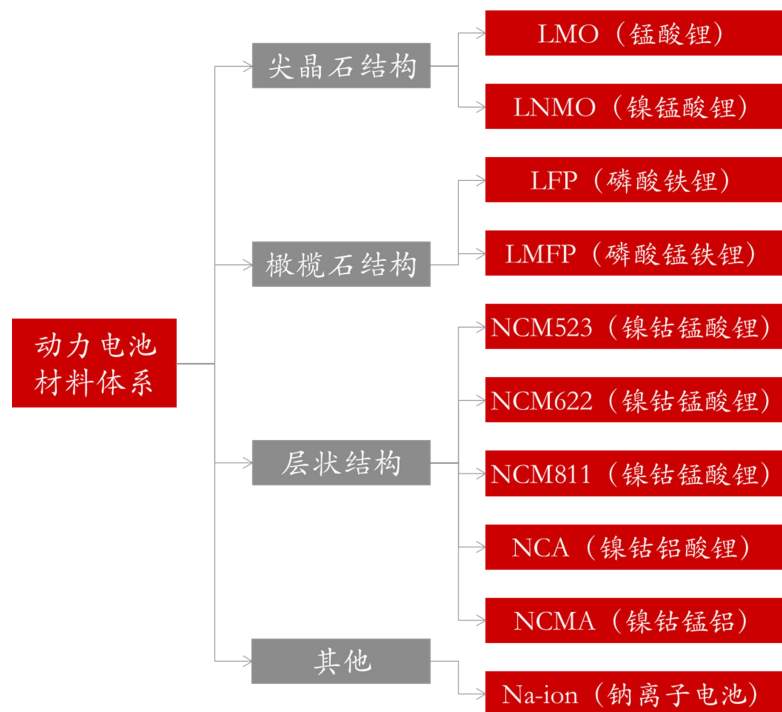
1. 锂电池材料概述

1.1. 动力电池材料体系梳理

电池类型多样，按应用领域区分可粗略分为消费类电池、动力电池、储能电池三大领域。不同应用领域对电池性能的要求差异巨大，消费类电池需要在提供大容量的同时满足轻薄、安全、尺寸多变等要求；动力电池要求高能量密度、多循环次数、高安全性；储能电池对体积、质量要求不高，对安全和成本要求较高。

动力电池按照正极材料区分，主要有以下几类：（1）尖晶石结构的锰酸锂（ $\text{LiMn}_2\text{O}_4/\text{LMO}$ ）、镍锰酸锂（ $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4/\text{LNMO}$ ）等；（2）橄榄石结构的磷酸铁锂（ $\text{LiFePO}_4/\text{LFP}$ ）、磷酸锰铁锂（ $\text{LiMnyFe}_{1-y}\text{PO}_4/\text{LMFP}$ ）等；（3）层状结构的镍钴锰三元材料（ $\text{LiNi}_x\text{Co}_y\text{Mn}_{1-x-y}\text{O}_2/\text{NCM}$ ）、镍钴铝三元材料（NCA）等；（4）钠离子电池等其他材料体系。

图表 1：动力电池材料体系梳理



资料来源：公开资料整理

相较而言，尖晶石结构的锰酸锂成本较低，但能量密度较为不足，此外，结构中的锰呈三价锰离子和四价锰离子两种价态，其中三价锰离子在反应中会发生歧化，生成四价锰离子和二价锰离子，而二价锰离子又会溶解于电解液，造成活性物质流失、容量衰减过

快。出于这些理由，锰酸锂在动力电池领域的应用相对有限；而镍锰酸锂是重点开发的一个解决方案，有望通过抬高电压来提高电池能量密度，并通过减少生成三价锰离子来减少衰减速度。

磷酸铁锂是目前广泛应用的正极材料，其优势在于技术成熟、成本较低，并且橄榄石结构的稳定性强，继而循环性能好、安全性强；其劣势则在于锂离子容量较低，导致能量密度较低。在这个领域，磷酸锰铁锂是一个主流的研发方向，加入锰可以有效提高电压，并以此提高电池的能量密度。磷酸锰铁锂目前尚处于市场应用的初期，布局的企业有宁德时代、比亚迪、国轩高科、孚能科技、容百科技、星恒电源等；宁德时代 M3P 电池的研发思路一定程度上与之相似，但在加入了锰基元素的基础上还添加了更多其他元素来实现材料改性。

三元材料呈层状结构，是另一个主流应用的材料体系，由镍、钴、锰（或铝）复合而成，按照镍、钴、锰（铝）的大致构成比例，可以分为 NCM333、NCM523、NCM622、NCM811、NCA、超高镍等型号。NCM 对应化学式为 $\text{LiNi}_x\text{Co}_y\text{Mn}_z\text{O}_2$ ， $x+y+z=1$ 。镍是主要的电化学反应活性元素，因此镍含量的提高可以提升三元材料的能量密度；锰作用于材料的结构稳定和热稳定；钴有助于降低材料电化学反应极化和提高倍率特性。相较于磷酸铁锂，三元材料的优势在于锂离子容量较高、能量密度较高；劣势在于循环性能、安全性能较低于磷酸铁锂（热分解温度约在 200-300 度之间，低于磷酸铁锂材料的 700-800 度）、成本高于磷酸铁锂。在相关的研发中，通过调节各元素的比例来实现性能的优化是一大重点；高镍化、去钴化是目前较为明显的发展趋势。

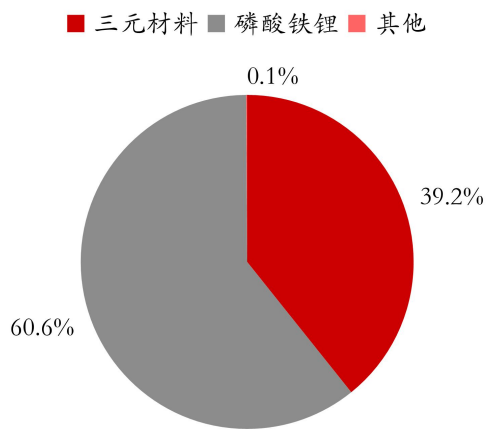
其他材料体系也在积极研发和布局中。其中，钠离子电池呼之欲出，处于商业化起步阶段。宁德时代去年已发布第一代钠离子电池，实现能量密度 160Wh/kg；其他重点布局企业有中科海纳、华阳集团、孚能科技等。未来，钠离子电池有望在储能领域和对能量密度要求较低的动力电池领域中担当重任，成为锂离子电池的重要补充。

图表 2：主流材料体系电池的性能对比

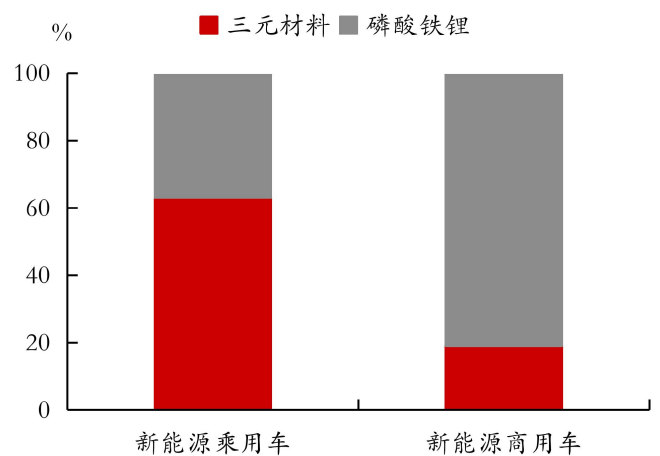
	LMO	LFP	NCM
结构	尖晶石结构	橄榄石结构	层状结构
理论容量 (mAh/g)	144	170	270-280
实际容量 (mAh/g)	114-117	140-160	150-210
标称电压 (V)	3.8	3.2	3.7
循环次数 (次)	>800	>3000	1500-2000
安全性	高	高	较高
成本	低	较低	高
应用	二轮车、日产聆风（将锰酸锂和三元混合搭配）、东风日产启辰 e30 等	比亚迪汉、特斯拉铁锂版 Model 3/Y、宏光 MINI EV 等	特斯拉三元版 Model 3/Y、奔驰 EQC 等

资料来源：公开资料整理

当前动力电池的应用还是以锂电池为主，锂电池中又以三元和磷酸铁锂为主。从国内动力电池装机来看，今年1-10月累积装机呈现三元和铁锂“四六开”的局面，三元电池累计装机约88GWh，占比39.2%，并呈现收缩的趋势；磷酸铁锂电池累计装机约136GWh，占比约60.6%；其他材料体系主要是锰酸锂、钛酸锂，相加约0.25GWh，占比约0.1%。全球视野来看，2021年在新能源乘用车领域，三元电池占比达63%，磷酸铁锂占比37%；在新能源商用车领域，三元电池占比19%，磷酸铁锂占比81%。

图表3：中国2022年1-10月动力电池累计装车分布


资料来源：中国汽车动力电池产业创新联盟

图表4：全球2021年动力电池材料体系分布


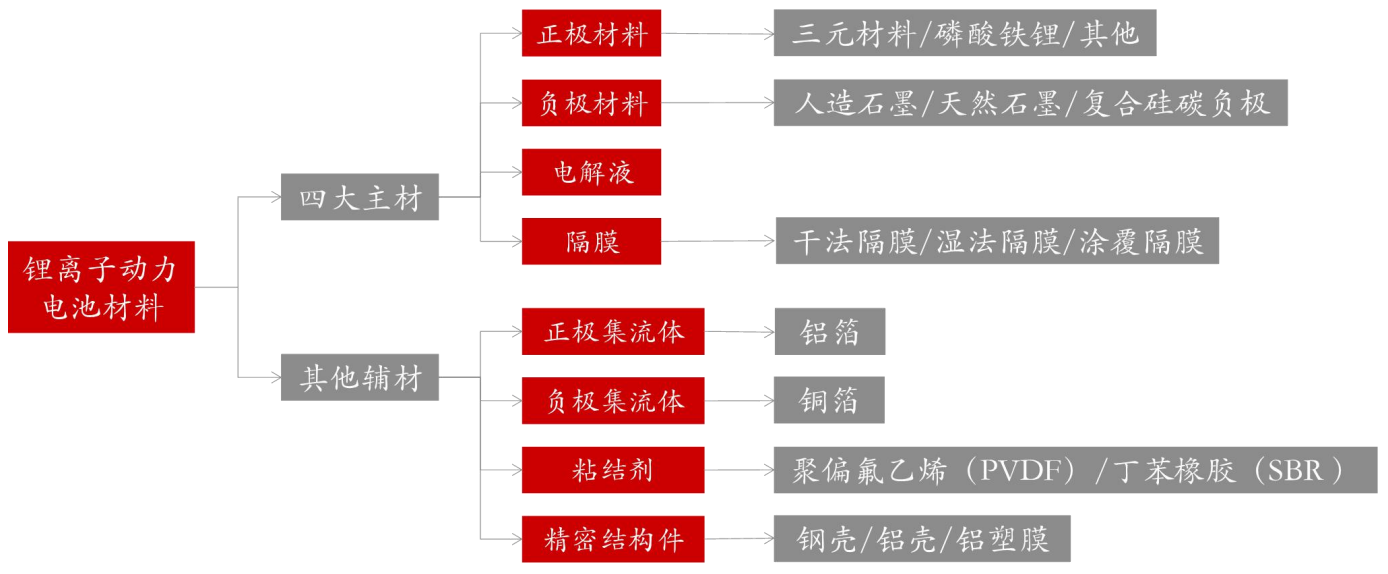
资料来源：彭博新能源财经

1.2. 锂电材料梳理

以上材料体系的区分和命名都是基于电池采用了何种正极材料，足以见得正极材料在电池性能中起到了至关重要的作用；而其他主要材料包括负极材料、电解液和隔膜；其他辅材包括正负极集流体、粘结剂、电池壳等。由于目前动力电池几乎全部以锂电池的方式运行，这里我们也以锂电池为研究对象，梳理其工作原理并拆分其中的材料。

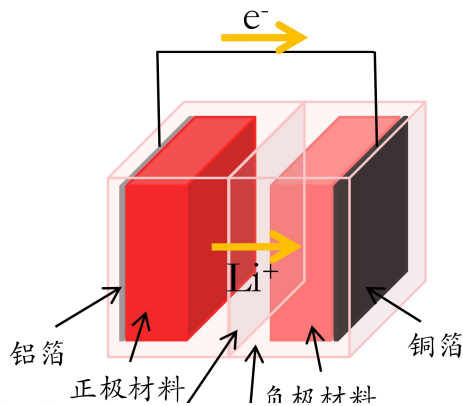
锂电主要材料可以在**工作原理**有所体现。正极材料是锂离子处于正极时的锂离子化合物，也就是我们常说的磷酸铁锂、镍钴锰酸锂，此时的锂化学键稳定、处于能量低的状态。充电时，在外力影响下，锂离子化合物的化学键被破坏，锂离子从正极脱出，以电解液为介质流动，与外界输入的电子结合形成锂原子，依附在负极上。放电时，负极的锂原子失去电子，电子通过外电路从负极流向正极，失去电子的锂原子变回锂离子，从负极中脱离经过电解液重新回流到正极。

图表 5: 锂离子电池材料梳理

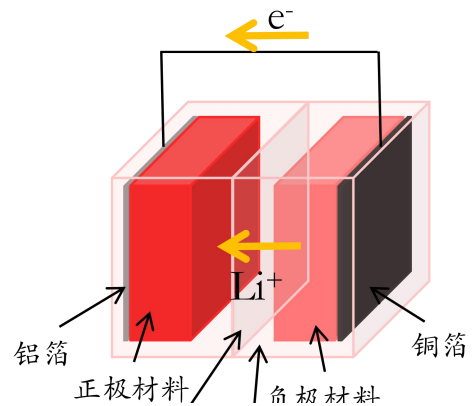


资料来源: 公开资料整理

图表 6: 锂电池工作原理: 充电



图表 7: 锂电池工作原理: 放电



预览已结束, 完整报告链接和二维码如下:

https://www.yunbaogao.cn/report/index/report?reportId=1_49282



云报告
https://www.yunbaogao.cn

云报告
https://www.yunbaogao.cn

云报告
https://www.yunbaogao.cn