

# 三元高镍进行时，高壁垒铸就强者愈强

——新能源汽车产业链之正极材料——

行业深度研究

开文明（分析师） 刘华峰（联系人）  
021-68865582 021-68865595  
kaiwenming@xsdzq.cn liuhuafeng@xsdzq.cn  
证书编号：S0280517100002 证书编号：S0280116120013

推荐（维持评级）

行业指数走势图



## ● 三元高镍化不可阻挡，行业进入黄金发展期：

新能源汽车开启 1-10 阶段，2018-2020 年我国新能源车复合增速达到 42%，带动电池以及正极材料大发展。新能源汽车补贴政策挂钩能量密度，驱动高能量密度化；高能量密度提升关键在于正极材料，高镍化趋势已定。2018-2020 年我国正极材料需求量分别有望达到 25.5、31 和 40.2 万吨，其中 2018-2020 年三元正极需求量分别为 12.7、16.8 和 23.8 万吨。我们估计 2018-2020 年我国动力电池对应三元正极总需求分别为 5.32、8.78 和 14.42 万吨，其中高镍三元正极总需求分别为 1.59、4.16 和 9.75 万吨，高镍三元正极渗透率分别为 29.94%、47.32%和 67.58%，呈快速增长趋势。

## ● 高镍三元材料工艺要求苛刻，具有较强壁垒：

相比普通三元材料，高镍三元材料拥有几大壁垒：（1）在前驱体制备、正极材料烧结和生产环境（湿度控制、温度控制、气氛控制）方面要求相对苛刻；（2）高镍三元材料进入电池厂商的技术门槛、认证时间以及认证难度都在提升；（3）要对正极材料进行掺杂改性以及表面包覆处理，并且需要适合的高镍电解液进行匹配。由于高镍三元壁垒较高，短期内仅几家龙头企业拥有比较成熟的技术，在以加工费定价模式下，拥有技术及先发优势的企业有望受益于高壁垒高毛利，尽享高镍三元的放量以及行业集中度提升。

## ● 三元正极材料成本分析研究：

对 NCM523、NCM622 和 NCM811 三元正极材料成本进行拆分研究，发现：（1）从正极材料成本角度看，NCM523 单吨成本最低，NCM811 每 kWh 成本有一定的优势。（2）从正极材料售价角度看，NCM523 单吨售价和每 kWh 售价均为最低。（3）高镍三元正极加工技术难度大，能耗高，需要纯氧气氛，正极加工费明显高于普通三元正极材料。（4）综合成本以及技术考虑，正极厂商自产前驱体模式拥有更高的毛利率以及更有效率的技术开发速度，在高镍正极行业竞争中更容易抢占先机，提升市占率。

## ● 正极材料行业投资建议：

从产业链角度看，正极材料企业受到上下游双重挤压，议价能力相对有限；从盈利模式看，正极材料企业会多采用加工费模式，长期看利润会逐步向赚取合理的加工费靠拢；上下游挤压+加工费模式，对于正极材料企业来说，成本控制能力很重要，能赚取超额利润时间点主要是三个：1、领先于国内其他厂商实现进口替代阶段；2、新进入优质大客户快速放量阶段；3、依托技术优势领先于国内其他厂商实现高壁垒高毛利的新兴材料放量销售。现在主要侧重关注 2、3 时间点。

● 重点标的：高镍进程加速下的正极材料龙头企业，如当升科技

● 风险提示：新能源汽车销量不及预期，高镍三元推进不及预期

## 重点推荐标的业绩和评级

证券代码	股票名称	2018-12-26 股价	EPS	PE	投资评级				
			2017	2018E	2019E	2017	2018E	2019E	
300073.SZ	当升科技	27.49	0.57	0.67	0.86	48.23	41.03	31.97	推荐

资料来源：新时代证券研究所

## 相关报告

《车联网产业发展行动计划》发布，能源局会议加快充电基础设施建设》2019-01-01

《汽车产业投资管理规定》发布，新建项目规模不低于 10 万辆》2018-12-22

《细说造车新势力，遇见汽车新未来》2018-12-18

《前 11 月新能源汽车销量突破百万大关，《充电保障行动计划》发布》2018-12-15

《清风徐来，超配新能源》2018-12-09

## 目 录

1、 三元高镍化不可阻挡.....	5
1.1、 三元电池脱颖而出，引领汽车电动化浪潮.....	5
1.2、 高能量密度代表电池未来发展方向，三元正极材料是关键.....	7
1.2.1、 补贴政策挂钩能量密度，驱动高能量密度化.....	7
1.2.2、 高能量密度提升关键在于正极材料，高镍化趋势已定.....	9
1.3、 2020年后技术迭代速度变慢，高镍三元大有可为.....	14
1.4、 新能源汽车开启 1-10 阶段.....	15
1.5、 电池黄金时代降临，高镍三元正极有望迎来快速增长期.....	16
1.6、 从发展时间和专利角度看三元正极材料.....	21
1.7、 从产能角度看三元正极材料.....	24
2、 三元正极制备工艺研究.....	27
2.1、 三元前驱体制备.....	28
2.1.1、 三元前驱体生产工艺流程.....	28
2.1.2、 三元前驱体制备设备.....	31
2.2、 三元正极材料制备.....	33
2.2.1、 三元正极材料生产工艺流程.....	33
2.2.2、 三元正极材料制备设备.....	36
2.2.3、 影响三元材料关键性能的因素.....	38
2.3、 小结.....	40
3、 三元正极材料成本分析.....	41
3.1、 假设条件.....	41
3.2、 成本分析.....	43
3.3、 多角度看三元正极成本结构.....	44
4、 投资建议.....	52
5、 A 股相关标的.....	53
5.1、 当升科技.....	53

## 图表目录

图 1: 正极材料性能对比.....	6
图 2: 正极材料产业化现状.....	6
图 3: 国外某典型企业的电芯化学体系路径演进.....	6
图 4: 动力电池技术发展趋势.....	6
图 5: 我国新能源汽车补贴政策历程.....	7
图 6: 新能源汽车推荐目录高能量密度乘用车占比逐步提升.....	8
图 7: 1990-2030 年锂离子电池能量密度发展路线.....	9
图 8: 现有动力电池的技术指标以及未来的发展目标.....	9
图 9: 四大锂电企业对未来技术的规划.....	10
图 10: 宁德时代电芯开发计划安排.....	11
图 11: 宁德时代电池包开发计划安排.....	11
图 12: 比克电池开发计划安排.....	11
图 13: NCM 的放电容量、热稳定性和容量保持率关系图.....	12
图 14: 全球锂电正极材料出货量预测 (吨/年).....	16
图 15: 2011-2017 年我国正极材料出货量全球市占率.....	17

图 16: 正极材料出货量 (万吨) 及增速 (%) .....	17
图 17: 三元材料占比呈上升趋势 .....	17
图 18: 正极价格走势 (万元/吨) .....	18
图 19: NCM、LFP 出货量季度性变化明显 .....	18
图 20: 2017 年我国正极材料出货量市场份额 .....	19
图 21: 2018 年 Q1-Q3 我国正极材料出货量市场份额 .....	19
图 22: 2017 年我国三元材料出货量市场份额 .....	19
图 23: 2018 年 Q1-Q3 我国三元材料出货量市场份额 .....	19
图 24: 我国正极材料需求预测 .....	20
图 25: 三元材料技术发展路线图 .....	21
图 26: 全球三元材料专利申请趋势 .....	22
图 27: 三元材料全球申请量前十的申请人申请量分布 .....	22
图 28: 我国三元材料专利申请趋势 .....	23
图 29: 三元材料技术功效专利数量图 .....	24
图 30: 正极行业持续扩产, NCM 产能占比逐步提升 .....	25
图 31: 2016 年以来正极产能利用率呈下降趋势 .....	25
图 32: 2018 年 Q1-Q3 主要正极企业产能利用率 .....	25
图 33: 三元前驱体生产流程 .....	28
图 34: 三元前驱体制备流程及设备 .....	31
图 35: 高镍三元正极生产流程 .....	33
图 36: 正极材料成本拆分 (万元/吨) .....	44
图 37: 正极材料成本拆分 (元/kWh) .....	44
图 38: 正极材料中锂钴镍锰成本占比 .....	45
图 39: 正极材料不含税售价拆分 (万元/吨) .....	45
图 40: 正极材料不含税售价拆分 (元/kWh) .....	45
图 41: 碳酸锂、氢氧化锂价格走势 (万元/吨) .....	46
图 42: 金属钴价格走势 (万元/吨) .....	46
图 43: 高镍三元正极加工成本拆分 (万元/吨) .....	46
图 44: 前驱体外部外购/自产下的正极毛利率 .....	47
图 45: 硫酸钴价格 (横轴, 万元/吨) 变动对 NCM 单吨成本 (纵轴, 万元/吨) 的影响 .....	47
图 46: 硫酸钴价格 (横轴, 万元/吨) 变动对 NCM 单吨售价 (纵轴, 万元/吨) 的影响 .....	48
图 47: 硫酸钴价格 (横轴, 万元/吨) 变动对 NCM 单位容量成本 (纵轴, 元/kWh) 的影响 .....	48
图 48: 硫酸钴价格 (横轴, 万元/吨) 变动对 NCM 单位容量售价 (纵轴, 元/kWh) 的影响 .....	49
图 49: 氢氧化锂价格 (横轴, 万元/吨) 变动对 NCM 单吨成本 (纵轴, 万元/吨) 的影响 .....	49
图 50: 氢氧化锂价格 (横轴, 万元/吨) 变动对 NCM 单吨售价 (纵轴, 万元/吨) 的影响 .....	50
图 51: 氢氧化锂价格 (横轴, 万元/吨) 变动对 NCM 单位容量售价 (纵轴, 元/kWh) 的影响 .....	50
图 52: 氢氧化锂价格 (横轴, 万元/吨) 变动对 NCM 单位容量售价 (纵轴, 元/kWh) 的影响 .....	51
图 53: 2018 年 4 月正极材料不含税售价 (元/kWh) .....	52
图 54: 2018 年 12 月底正极材料不含税售价 (元/kWh) .....	52
表 1: 正极材料参数与电动汽车表现的对应关系 .....	5
表 2: 正极材料性能对比 .....	5
表 3: 2017-2018 年新能源乘用车补贴方案对比 .....	7
表 4: 国内主流电池厂商能量密度汇总 .....	9
表 5: 磷酸铁锂和三元材料性能 .....	13
表 6: 三元正极材料结构设计改进方向 .....	14
表 7: 我国新能源汽车产量及动力电池需求预测 .....	15

表 8: 锂电中游材料行业集中度对比.....	19
表 9: 我国动力电池对三元正极材料需求测算.....	20
表 10: 三元正极材料两大核心基础专利情况.....	22
表 11: 主流正极公司扩产计划.....	24
表 12: 国内外电池企业 NCM811/NCA 进展.....	26
表 13: 我国 NCM811/NCA 正极材料进展.....	26
表 14: 全球部分正极材料企业上游资源来源.....	27
表 15: 三元材料主要合成方法.....	28
表 16: 制备工艺条件对高镍前驱体物化性能影响.....	29
表 17: 三元前驱体制备关键设备.....	31
表 18: 四种前驱体过滤洗涤设备的主要优劣势对比.....	32
表 19: 四种前驱体干燥设备的主要优劣势对比.....	32
表 20: 高镍三元正极生产工艺流程.....	34
表 21: 高镍与普通三元正极材料制备工艺总结.....	35
表 22: 高镍三元材料存在的主要问题.....	36
表 23: 三元正极材料制备关键设备总结.....	36
表 24: 四种三元材料混料设备的主要优劣势对比.....	37
表 25: 两种三元材料烧结设备的主要优劣势对比.....	37
表 26: 三种三元材料粉碎设备的主要优劣势对比.....	38
表 27: 两种三元材料除铁设备的主要优劣势对比.....	38
表 28: 影响三元材料容量的主要因素.....	39
表 29: 影响三元材料倍率的主要因素.....	39
表 30: 影响三元材料比表面积的主要因素.....	40
表 31: 高镍与普通三元正极材料制备工艺总结.....	41
表 32: 每吨正极所需要的原材料（理论值）.....	42
表 33: 每吨正极所需要的原材料（考虑假设一、假设二）.....	42
表 34: 主要原材料价格.....	42
表 35: 每吨正极材料成本结构.....	43
表 36: 每 kWh 电池对应的正极材料成本结构.....	43
表 37: 2018 年 4 月和 12 月底主要原材料价格.....	51
表 38: 海外电池巨头产能规划.....	52

## 1、三元高镍化不可阻挡

### 1.1、三元电池脱颖而出，引领汽车电动化浪潮

电动车要求电池具有比能量高、比功率大、自放电少、价格低廉、使用寿命长及安全性好等特性，相应的正极材料也应满足相同的要求。正极材料是电池中锂离子之源，其性能直接关系到电池性能，是锂电能量密度的基础，是锂离子电池中关键的功能材料。锂离子电池产业链中，市场规模大、产值高的也是正极材料，其占锂离子电池生产成本的30-40%。

**表1：正极材料参数与电动汽车表现的对应关系**

正极材料性能	期望方向	电动汽车性能
能量	高	能量密度越高，单位重量电池包下电动车续航里程越远
功率	高	功率越高，电动车加速、爬坡性能越好
安全性	高	电动车安全性的决定因素之一
循环性能	高	循环性越好，电动车寿命越长

资料来源：前瞻产业研究院、新时代证券研究所

锂离子电池正极材料技术路线有很多，主要围绕着磷酸铁锂、三元材料(NCM、NCA)、钴酸锂、锰酸锂这四大类。

**表2：正极材料性能对比**

性能指标	钴酸锂(LCO)	锰酸锂(LMO)	磷酸铁锂(LFP)	三元材料	
				镍钴锰 NCM	镍钴铝 NCA
材料结构	层状氧化物	尖晶石	橄榄石	层状氧化物	
材料主成分	LiCoO2	LiMn2O4	LiFePO4	Li(NiCoMn)O2	Li(NiCoAl)O2
理论比容量 (mAh/g)	274	148	170	278	
实际比容量 (mAh/g)	135-140	100-130	130-150	150-200	
压实密度 (g/cm3)	3.6-4.2	3.2-3.7	2.1-2.5	3.7-3.9	
循环寿命	500-1000	500-2000	2000	800-2000	500-2000
安全性	差	良	优秀	较好	较差
原料资源	钴资源贫乏	锰资源丰富	磷与铁资源非常丰富	钴资源贫乏	钴资源贫乏
优点	充放电稳定 生产工艺简单	资源丰富	安全性好	电化学性能稳定	电化学性能稳定 能量密度高
		价格低	价格低廉	能量密度高	
		较易制备	循环性能好	循环性能较好	
缺点	价格昂贵 循环性能差 安全性较差	能量密度低	能量密度低	部分金属价格昂贵	部分金属价格昂贵
		循环性能较差	产品一致性差		
		相容性差	低温性能差		

资料来源：ofweek、cnki、新时代证券研究所

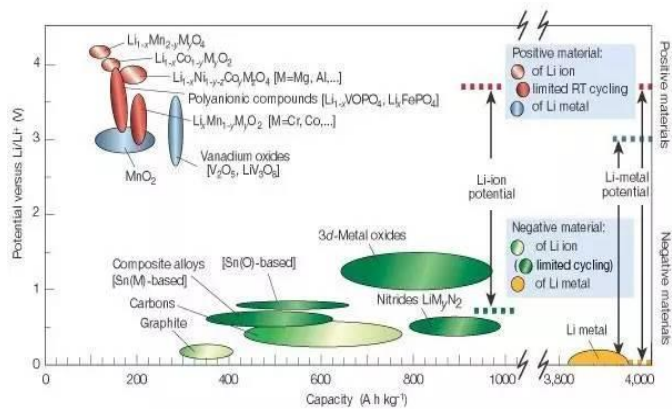
各种正极材料应用领域各不相同，三元材料和磷酸铁锂主要用于动力电池领域。

(1) 三元材料是镍钴锰酸锂和镍钴铝酸锂为代表的多元金属复合氧化物，能够充分发挥三种金属的优势，电池能量密度较高，是动力电池主要正极材料之一，主要用于乘用车以及大部分物流车。(2) 磷酸铁锂原材料低廉，循环性和安全性好，但能量密度较低，主要用于客车以及部分物流车。(3) 锰酸锂资源丰富，价格便宜，



安全性好，但循环性差，高温中衰减严重，少量用于动力电池中。(4) 钴酸锂能量密度高，但价格高且安全性一般，目前主要用于 3C 产品数码电池中。

图1: 正极材料性能对比



资料来源: ofweek、新时代证券研究所

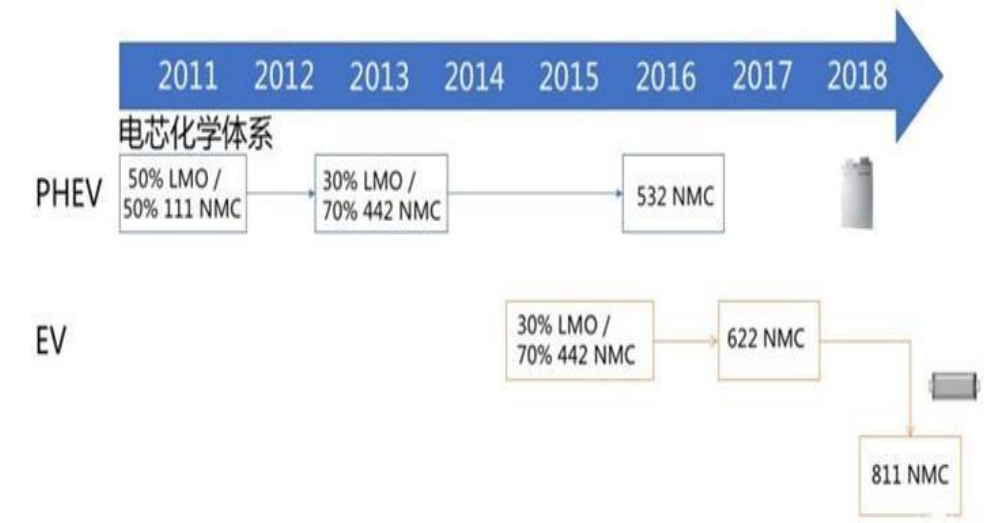
图2: 正极材料产业化现状



资料来源: 贤集网、新时代证券研究所

近年来国外动力电池企业主打三元正极材料路线, 依靠先发优势技术积累明显。在锂离子电池技术路线选择方面, 国外动力电池企业并未大量采用磷酸铁锂电池, 而是在锰酸锂电池基础上发展出锰酸锂+三元掺混电池路线。随着技术进步, 三元材料掺混比例逐步提升, 锰酸锂材料掺混比例逐步降低, 直至发展出纯三元电池。

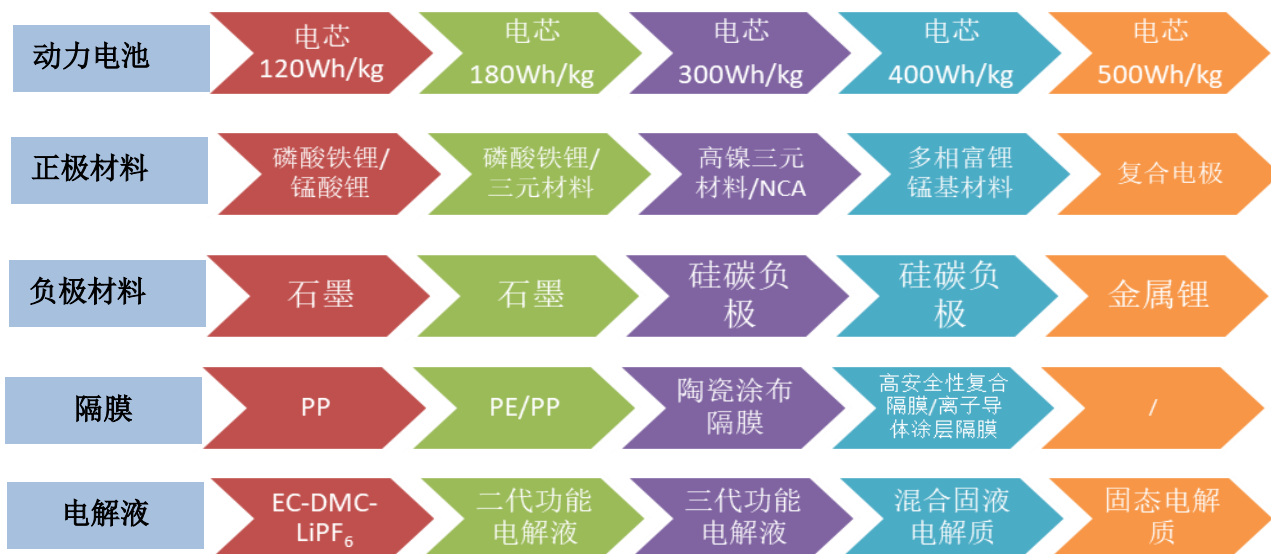
图3: 国外某典型企业的电芯化学体系路径演进



资料来源: 电动汽车资源网、新时代证券研究所

我国动力电池逐步由磷酸铁锂电池转向三元电池, 乘用车领域尤为明显。我国对动力电池的研究起步于“十五”科技部电动汽车重点专项, 研究重点主要是镍氢电池和锰酸锂电池; 到“十一五”时, 研究重点转向磷酸铁锂电池, 从我国新能源汽车推广示范开始, 2010-2015 年, 磷酸铁锂电池一度在我国新能源汽车领域占据主导地位, 后因为能量密度偏低的原因, 在乘用车和专用车等领域逐步被三元电池所取代, 现在主要用于客车等对安全性和循环寿命要求比较高的领域。到“十二五”, 受能量密度驱使, 动力锂电池研发重心转向了三元锂离子电池。为进一步提升能量密度, 2025 年后技术路线有望转向固态电池/锂硫电池/金属空气电池等下一代电池。

图4: 动力电池技术发展趋势



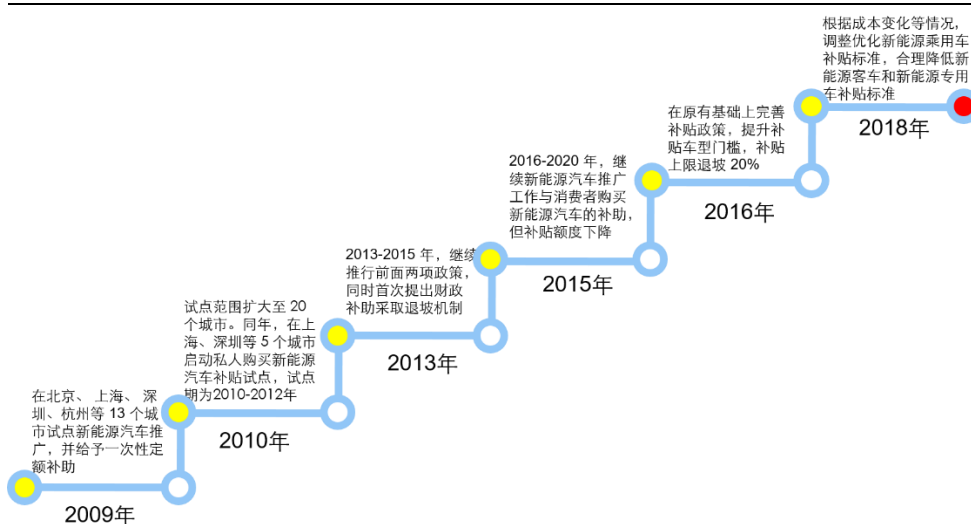
资料来源：第一电动网、新时代证券研究所

## 1.2、高能量密度代表电池未来发展方向，三元正极材料是关键

### 1.2.1、补贴政策挂钩能量密度，驱动高能量密度化

从 2009 年国家开始新能源汽车推广试点以来，我国一直推行新能源汽车补贴政策，随着新能源汽车市场的发展，国家对补贴政策也有所调整。但总体来看，补贴政策呈现额度收紧，技术标准要求逐渐提高的趋势，从 2017 年开始补贴政策与能量密度挂钩。2018 年补贴政策鼓励高续航里程、高能量密度、低能耗的车型。续航里程和能量密度双高的车型补贴不降反升，补贴政策开始向扶强扶优转变，有利于淘汰行业内落后产能，促进行业龙头企业业务发展。

图5：我国新能源汽车补贴政策历程



资料来源：工信部、新时代证券研究所

考虑中央财政补贴金额压力以及 2020 年底完全退出补贴的目标，我们认为 2019 年新能源汽车补贴政策将延续 2018 年补贴政策扶优扶强导向的特点，重点鼓励长续航里程、高能量密度以及低能耗车型。

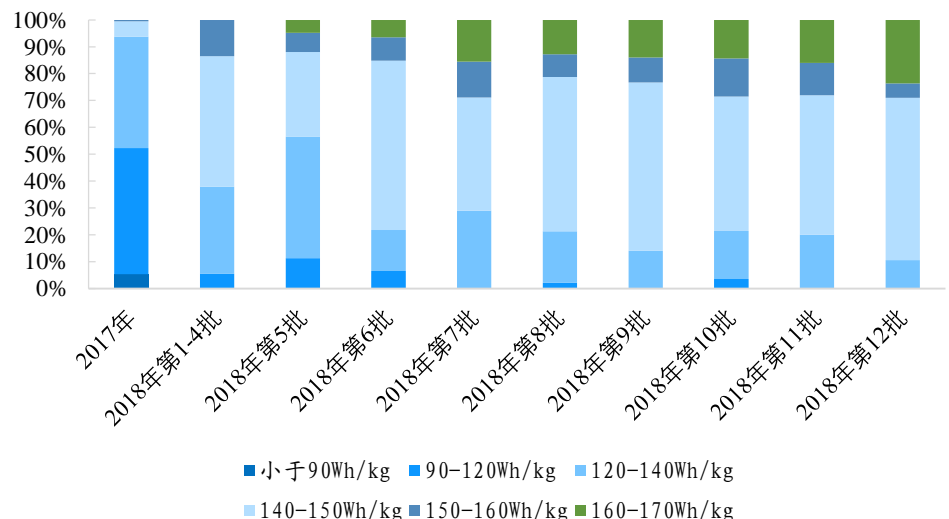
表3：2017-2018 年新能源乘用车补贴方案对比

考核参数	分档标准	2017	2018
		补贴金额 (万元)	补贴金额 (万元)
续航里程	$100 \leq R < 150$	2	0
	$150 \leq R < 200$	3.6	1.5
	$200 \leq R < 250$	3.6	2.4
	$250 \leq R < 300$	4.4	3.4
	$300 \leq R < 400$	4.4	4.5
	$400 \leq R < 500$	4.4	5
	$R \geq 500$	4.4	5
技术要求	分档标准	补贴系数	补贴系数
技术要求-30分钟最高车速 (km/h)	$\geq 100$	1	1
	<b><math>E &lt; 90</math></b>	<b>0</b>	<b>0</b>
	<b><math>90 \leq E &lt; 105</math></b>	<b>1</b>	<b>0</b>
	<b><math>105 \leq E &lt; 120</math></b>	<b>1</b>	<b>0.6</b>
	<b><math>120 \leq E &lt; 140</math></b>	<b>1.1</b>	<b>1</b>
	<b><math>140 \leq E &lt; 160</math></b>	<b>1.1</b>	<b>1.1</b>
	<b><math>160 \leq E &lt; 180</math></b>	<b>1.1</b>	<b>1.2</b>
技术要求-能量密度 (Wh/kg)	<b><math>E \geq 180</math></b>	<b>1.1</b>	<b>1.2</b>
	$0\% \leq Q < 5\%$	1	0.5
	$5\% \leq Q < 10\%$	1	1
	$10\% \leq Q < 25\%$	1	1
	$25\% \leq Q < 40\%$	1	1.1
	$Q \geq 40\%$	1	1.1
	车辆能耗调整系数 (百公里电耗优于政策的比例)		

资料来源：财政部、工信部、科技部、发改委、新时代证券研究所

2018年补贴新政正式实施对主机厂和电池企业的产品升级有明显的推动作用，推荐目录高能量密度车型占比快速提升。尤其是近几批目录中新能源乘用车电池系统能量密度150Wh/kg以上的产品逐渐增多，表明电池企业的技术水平得到明显提升，在市场上将具备更强的竞争优势。从2017、2018年补贴政策能量密度要求与实际乘用车能量密度分布来看，我们预计2019年系统能量密度在160Wh/kg的车型将成为主流，400公里以上续航里程车型占比将明显提升。

图6：新能源汽车推荐目录高能量密度乘用车占比逐步提升





资料来源：工信部、新时代证券研究所

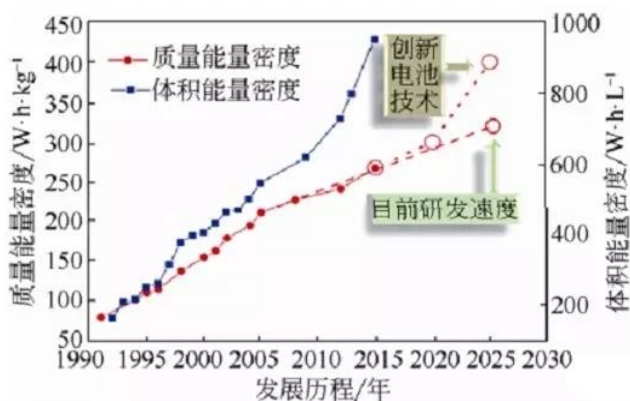
### 1.2.2、高能量密度提升关键在于正极材料，高镍化趋势已定

纯电动汽车续航里程一直是核心买点和消费者核心关注点，持续增加的续航里程也是影响车型终端销量的重点要素之一。动力电池容量大小直接关系到纯电动汽车的续航里程，现代汽车结构设计基本保持固定不变，即使开发专门的纯电动汽车平台，预留给动力电池的布局空间也仅仅是前后轴之间的固定位置。在无法改变布局空间的前提下，提升电池整体容量便是解决续航问题的基础。从2013年开始至今，国产纯电动汽车的续航里程，已经从150公里快速提升至400公里左右，部分高端车型已迈向500公里续航里程。动力电池以更轻的整备质量以及更高的能量密度，获得更大的电池容量，作为核心升级的便是电池能量密度。

提高电池包能量密度，主要有两大途径：一是采用更高能量密度的电芯，二是提高成组效率。现阶段主流方形电芯成组效率已经在75%左右，在现有技术条件下可提升空间相对有限，未来有较大发展空间的是从提升电芯能量密度出发，进而提升电池包整体的能量密度。

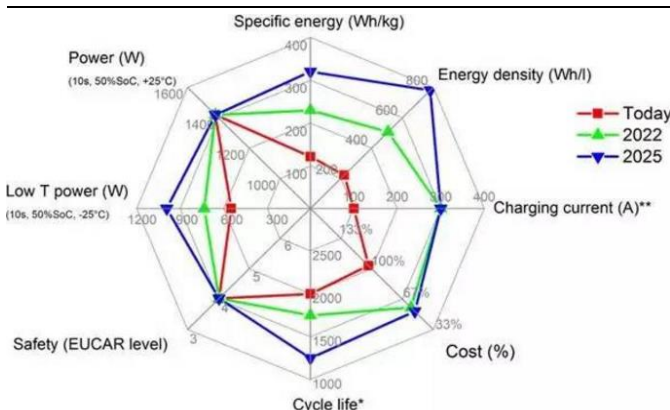
高能量密度电池是各国政府及领先电池企业竞相布局、重点研发的方向。日本政府早在2009年就提出了高能量密度电池的研发目标，2020年，纯电动汽车用动力电池电芯能量密度为250Wh/kg，2030年达到500Wh/kg，2030年以后发展到700Wh/kg。美国政府在2015年11月将2020年电芯能量密度目标提升为350Wh/kg。

图7：1990-2030年锂离子电池能量密度发展路线



资料来源：cnki、新时代证券研究所

图8：现有动力电池的技术指标以及未来的发展目标



资料来源：ofweek、新时代证券研究所

2017年3月，国家发改委、财政部、工信部和科技部四部委联合发布了《促进汽车动力电池产业发展行动方案》，提出到2020年，新型锂离子动力电池单体比能量超过300Wh/kg，系统比能量力争达到260Wh/kg；到2025年，新体系动力电池技术取得突破性进展，单体比能量达500Wh/kg。2017年5月，工信部、国家发改委和科技部三部委联合发布的《汽车产业中长期发展规划》再一次提出到2020年，动力电池单体比能量达到300Wh/kg以上，力争实现350Wh/kg，系统比能量力争达到260Wh/kg，到2025年，动力电池系统比能量达到350Wh/kg。

根据《电动汽车观察家》，2019年方形电芯将主推能量密度230-240Wh/kg的产品，软包主推240-260Wh/kg产品，18650电芯将推出3.2-3.4Ah的产品、21700电芯将推出4.8-5.0Ah的产品。

表4：国内主流电池厂商能量密度汇总

企业	电池类型	能量密度(Wh/kg)	规划/试产能量密度(Wh/kg)
宁德时代	三元方形	240	2019年：270，2020年：300

比亚迪	三元方形	235	2019年: 260, 2020年: 300
力神	三元圆柱	230	21700 研发中: 250
	三元方形	220	2020年: 300
国轩高科	三元方形	210	2020年: 300
	磷酸铁锂	180	
孚能科技	三元软包	260	试产中: 270
	三元软包	260	
邀优动力	磷酸铁锂	175	
	富锂锰基	220-240	
桑顿新能源	三元软包	260	2019年: 300
远东福斯特	三元圆柱	260	21700:2020年 300
比克电池	三元圆柱	255	21700: 小批量生产 4.8Ah
天劲股份	三元软包	251.8	51Ah VDA: 小批量生产 260
盟固利	三元软包	250	
鹏辉能源	三元圆柱	250	
	三元软包	240	
	三元方形	230	
	方形磷酸铁锂	175	
妙盛动力	三元软包	250	
德朗能	三元圆柱	250	
捷威动力	三元软包	245	B 样开发完成: 260 小批量生产 2019年: 270
卡耐新能源	三元软包	240	试产中: 250
	三元软包	240	
亿纬锂能	三元圆柱	215	21700 2019年: 260
	三元方形	200	
万向 A123	三元软包	230	53AhVDA 已试产: 260
微宏动力	HpCo	230	小批量 250
国能电池	三元软包	230	年底投产: 260
	磷酸铁锂	180	
亿鹏能源	三元软包	230	
	磷酸铁锂软包	185	
	锰酸锂软包	200	
中兴高能	三元方形	225	2019年量产 NCM811:250
瑞浦新能演	三元方形	220	2019年: 240
	磷酸铁锂方形	170	
塔菲尔	三元方形	220	
	磷酸铁锂方形	180	

资料来源: 锂电大数据、第一电动网、新时代证券研究所

国内部分主流电池厂商均计划在 2020 年达到 300Wh/kg。

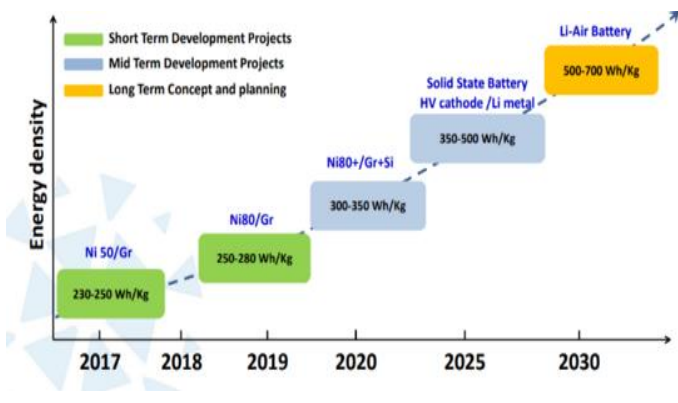
图9: 四大锂电企业对未来技术的规划



资料来源：中国化学与物理电源行业协会、新时代证券研究所

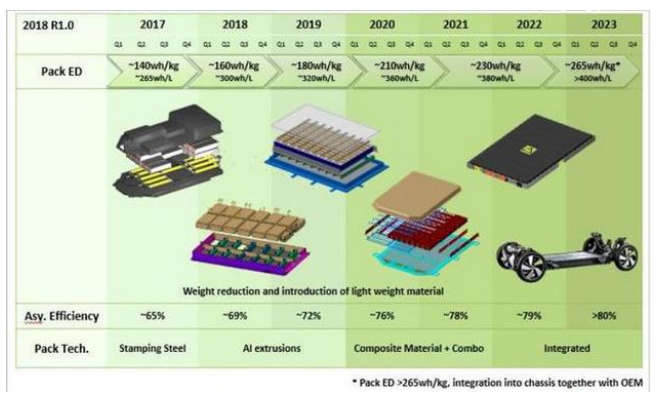
从新能源汽车产业链来看，不管长期还是短期视角，动力电池都是其中技术迭代最快的环节，能量密度是核心指标。关于长期动力电池技术路线选择，以宁德时代为例进行说明。宁德时代计划到2020年前后实现通过高镍三元正极+硅碳负极将动力电池能量密度提升至300-350Wh/kg，后续还有固态电池、锂-空气电池等更高能量密度的电池开发计划，2025年将能量密度计划提升至350-500Wh/kg，2030年将能量密度计划提升至500-700Wh/kg。随着电池单体能量密度提升以及成组效率的增加，宁德时代预计2018-2020年电池包能量密度将达到160、180和210Wh/kg，2023年电池包能量密度有望达到265Wh/kg。

图10：宁德时代电芯开发计划安排



资料来源：上海有色网、新时代证券研究所

图11：宁德时代电池包开发计划安排



资料来源：易车网、新时代证券研究所

关于短期动力电池技术路线选择，以比克电池为例进行说明。近些年以来，比克先后研发多款电池，能量密度不断提升，并计划到2020年将动力电池能量密度提升至300Wh/kg，期间会推出多款不同型号的电池。

图12：比克电池开发计划安排

	2016				2017				2018				2019				2020			
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
18650-2.2Ah	NCM	7.9WHh			179Wh/kg				479Wh/L											
18650-2.5Ah	NCM	9WHh			198Wh/kg				544Wh/L											
18650-2.9Ah	Hi-Ni+Si	10.4WHh			224Wh/kg				631Wh/L											
18650-3.1Ah	Hi-Ni+Si	11.9WHh			244Wh/kg				675Wh/L											
18650-3.4Ah	Hi-Ni+Si	12.6WHh			258Wh/kg				740Wh/L											
21700-4.5Ah	Hi-Ni+Si	16.2WHh			242Wh/kg				670Wh/L											
21700-4.8Ah	Hi-Ni+Si	17.3WHh			254Wh/kg				713Wh/L											
21700-5.3Ah	Hi-Ni+Si	18.9WHh			270Wh/kg				787Wh/L											
21700-6.0Ah	Hi-Ni+Si	21.6WHh			300Wh/kg				891Wh/L											

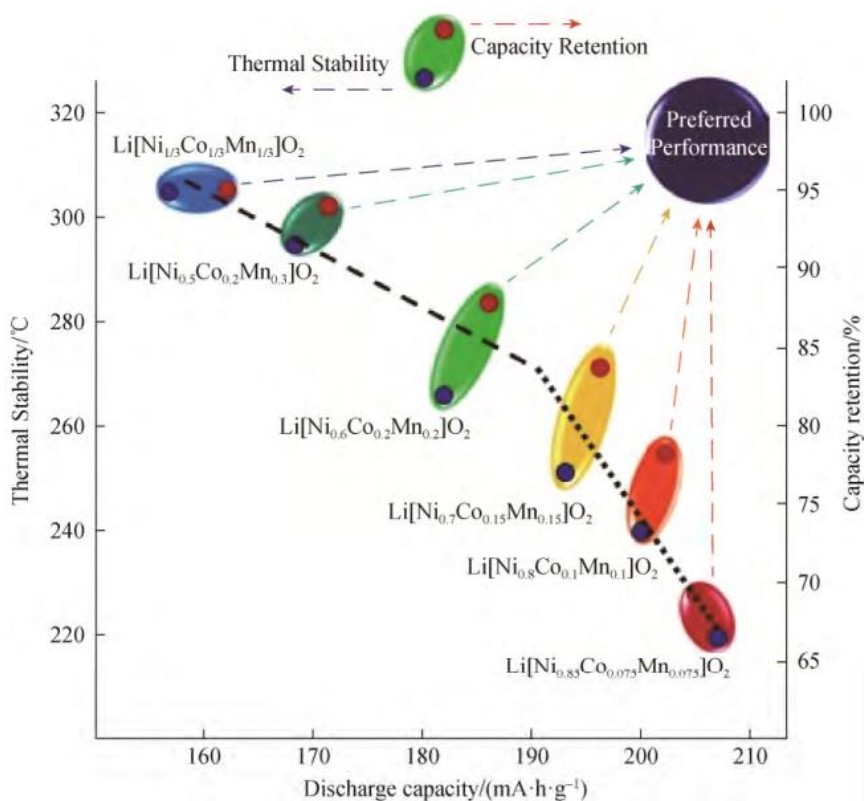
	量产
	开发中
	计划中

资料来源：公司官网、新时代证券研究所

综合前面提到的主流电池厂商技术路线，要实现 2020 年动力电池单体能量密度达到 300Wh/kg、电动汽车长续航里程和较低成本的目标，因磷酸铁锂能量密度存在瓶颈，可挖掘潜力有限，在现有技术体系下，三元材料成为技术发展主流线路。国内市场上常见的三元材料主要是镍钴锰酸锂 NCM，其通式为  $\text{LiNi}_{1-x-y}\text{Co}_x\text{Mn}_y\text{O}_2$ ，其综合了  $\text{LiCoO}_2$ 、 $\text{LiNiO}_2$  和  $\text{LiMnO}_2$  三种材料的优点，由于 Ni、Co 和 Mn 之间存在明显的协同效应，因此 NCM 的性能好于单一组分层状正极材料，是目前最具发展潜力的正极材料之一。三种元素对材料电化学性能的影响也不一样，一般而言，Co 主要起稳定三元材料层状结构，提高材料的电子导电性和改善循环性能；Mn 的存在能降低成本，改善材料的结构稳定性和安全性；Ni 有助于提高材料容量，但 Ni 含量过高将会与  $\text{Li}^+$  产生混排效应而导致循环性能和倍率性能恶化，而且高镍材料的 pH 值过高影响实际使用。Ni、Co 和 Mn 三种元素不同配比可以获得不同性能的 NCM 材料，主流型号包括 NCM333、NCM523、NCM622 和 NCM811。

图13: NCM 的放电容量、热稳定性和容量保持率关系图





资料来源: cnki、新时代证券研究所

正极材料比容量与电池单体能量密度直接相关。从 LFP 到 NCM333、NCM523、NCM622，目前正在向 NCM811、NCA 发展，随着正极材料的发展，电池能量密度也在不断提升，2020 年单体能量密度有望达到 300Wh/kg。

表5: 磷酸铁锂和三元材料性能

产品	理论比容量 (mAh/g)	实际比容量 (mAh/g)	电池单体能量密度 (Wh/kg)	优点	缺点
LFP	170	140	140-150	循环寿命长、安全性好、成本较低	能量密度低
NCM333	278	145	170-180	能量密度、循环性、安全性相对均衡	首次充放电效率较低、有阳离子混排现象、放电平台低
NCM523	278	155	190-210	较高比容量和热稳定性	循环性能、倍率性能、热稳定性和自放电等之间的平衡差
NCM622	278	165	220-240	加工性能好，能量密度较高，易于在较低温度下烧结	循环性能较差
NCM811	278	190	280-300	能量密度高、钴含量较低	烧结条件苛刻、容易吸潮、不稳定
NCA	278	190	280-300	能量密度高	不稳定

资料来源: cnki、中国产业信息网、新时代证券研究所

近年来，三元正极材料逐渐向高比容量、高压实、高电压、低成本方向发展，



在此过程中合理设计材料的结构至关重要,通过不同的结构设计可以有效解决相应问题。目前三元正极材料结构设计的改进方向主要包括:类单晶型结构、放射状结构、核壳结构和梯度材料结构等。类单晶型结构能够提升正极材料的压实密度、颗粒强度、电压等;放射状结构能够提升正极材料的比容量和循环稳定性等;核壳结构和梯度材料结构适用于高镍三元材料,能够充分发挥正极材料的比容量,提升截止电压和循环稳定性等。所以,未来应该根据电池的使用要求,深入分析正极材料的性能特点,通过合理设计材料结构,结合三元正极材料的其他改性手段,开发综合性能优异的三元正极材料。

**表6: 三元正极材料结构设计改进方向**

三元正极结构	作用
类单晶型结构	提升正极材料的压实密度、颗粒强度、电压等
放射状结构	提升正极材料的比容量和循环稳定性
核壳结构和梯度材料结构	适用于高镍三元材料,能够充分发挥正极材料的比容量,提升截止电压和循环稳定性等

资料来源: cnki、新时代证券研究所

### 1.3、2020年后技术迭代速度变慢,高镍三元大有可为

相比 NCM333 逐步提升到 NCM523、NCM622,技术难度提升相对比较平缓,NCM811/NCA 技术门槛明显提升,在制备工艺、设备以及生产环境等方面的要求明显高于普通三元材料。NCA 技术壁垒高,几乎被日韩企业垄断,主要供应商有日本的住友金属、日本化学和户田化学,韩国的 ECOPRO 和 GSEM。由于 NCA 对生产环境和制造工艺的要求更高,同时由于 NCM811 与之前的 NCM333/523/622 等同属于镍钴锰结构,与它们的生产工艺也更为接近,而 NCA 加入铝元素,合成工艺上会有区别。国内企业多数偏向于 NCM811。

拥有技术先发优势的正极企业盈利能力将显著提升。NCM811 正极材料含钴量仅为 6.1%,相比 NCM523/622 下降 50%;如果考虑到每 KWh NCM811 电池所需要的正极质量为 1.44kg,每 KWh NCM523 电池所需要的正极质量为 1.89kg,每 KWh NCM811 电池钴用量仅为 NCM523 的 40.5%。在高镍正极体系下,正极烧结环节的技术含量也显著增加,在以加工费定价的模式下,NCM811 正极材料的毛利率也将高于目前 NCM523 产品。

高镍三元正极,尤其是高镍 NCM811 有效产能释放难度非常高。一方面是生产工艺方面,高镍三元材料在前驱体烧结和材料生产环境方面的要求都较为苛刻,产品在存储使用过程中容易吸潮成果冻状,不易调浆和极片涂布,因此正极材料企业对窑炉等生产设备的各项性能要求都比较高;另一方面,高镍三元的安全性更差,因此合格供应商的认证难度较高、所需时间较长。此外,整车厂对上游零部件供应商有较高的门槛要求和长时间的认证测试,程序更复杂,时间也更长。目前,国内仅当升科技、容百锂电、杉杉股份等少数几家公司具备量产高镍三元材料能力,但产品性能和一致性仍需进一步提高,关键设备的技术水平和可靠性与国外存在一定的差距。要实现突破,就要研究包覆元素种类、包覆量对材料表面残余碱含量及电化学性能的影响,确定有利于降低残余碱含量,提高材料电化学性能的最佳包覆参数组合,提高关键设备如氧气气氛焙烧设备的技术水平和可靠性。随着高镍三元材料渗透率以及技术门槛的提升,少数具备量产技术的龙头企业市场份额有望提升,国内正极材料分散竞争格局有望得以改善,工艺技术水平过硬、成本管控优异的正极龙头企业有望“杀出重围”。

展望未来,从目前的三元材料技术来看,通过降低电芯中非活性物质的质量比来提高电池的能量密度,几乎已经达到了技术的极限,采用具有更高比容量的正负极材料是提高电池能量密度更为有效的技术途径。富锂锰基正极+硅碳负极被视为下一代动力电池的理想之选。虽然富锂锰基正极材料具有高效电比容量的优势,但当前仍面临着结构复杂问题,充放电机理还存在争议,其首次放电效率、倍率性能、高温性能、全电池性能、长期循环性能和充放电过程中放电电压平台衰减方面的问题有待解决。目前解决这种材料问题的方法很多:包覆、酸处理、掺杂、预循环、热处理等方法,但是这些方法只能在某些方面提升材料的性能,实现富锂锰基动力电池产业化应用相对比较困难,据推测到2025年才有大规模产业化的可能。

从目前至富锂锰基正极材料产业化之间,未来6-7年正极材料性能提升主要是依托NCM811/NCA技术路线,正极材料技术迭代速度在逐步变慢。随着能量密度提升,单车带电量有望随之提升,2020年纯电动乘用车平均续航里程有望达到400公里,部分车型甚至会达到500公里以上;如果将时间拉长到2025年,届时受益于电池成本的降低以及NCM811/NCA体系的进一步技术挖掘带来的能量密度提升,单车带电量有望进一步提升,纯电动乘用车续航里程有望接近甚至超过燃油车,“里程焦虑”将成为过去式。目前圆柱型动力电池已率先实现NCM811/NCA量产,方形、软包电池有望在2019年迎来高镍产品量产,国内动力电池龙头宁德时代和比亚迪均计划在2019年推出NCM811动力电池。NCM811/NCA技术路线产品生命周期有望延续到2025年。

#### 1.4、新能源汽车开启1-10阶段

**全球新能源汽车市场:2017年告别0-1阶段,2018年开启1-10新阶段。**2017年全球新能源汽车销量超过122.3万辆,渗透率首次超过1%。按照产业发展的规律,一般情况下,当产品渗透率超过1%,意味着市场导入期结束,并将迎来快速发展的成长期。2017年,全球锂电池的总出货量达到148.1GWh,其中动力电池的总出货量达到62.35GWh。2014-2017年,动力电池的年复合增速达到80%;同期,传统消费类电池的复合增速仅有7%,锂电池行业的新增需求动力由消费电池逐步转向动力电池驱动。

**国外传统汽车巨头发力新能源汽车,全球市场有望大规模放量。**传统汽车巨头凭借成熟的供应链体系、稳定的销售渠道以及品牌优势,将会推动全球新能源汽车渗透率提升。多家汽车巨头提出2025年新能源汽车销量占比达到15%-25%,凭借传统汽车巨头的号召力,新能源汽车认可度将大大提升,届时全球新能源汽车市场将步入千万辆级别,整个产业链规模效应尽显,从而加快新能源汽车成本的下降以及渗透率进一步提升。

**我国是全球最大的新能源汽车市场,也是增长最快的市场,是推动全球新能源车增长的主要动力。**2017年,我国新能源汽车渗透率已达到2.69%,2018年有望超4%。这一数据提升的背后,显示出汽车产业新旧动能的加速转换和中国汽车工业的加速转型,汽车电动化趋势日趋明朗。2018年1-11月我国新能源汽车产销量分别达到105.4和103万辆,同比增长63.6%和68.0%。根据我们的测算,2018-2020年我国新能源汽车的产量有望达123、169和234万辆,动力电池需求可达53.43GWh、75.17GWh和107.63GWh。

表7: 我国新能源汽车产量及动力电池需求预测

项目	车型	2017	2018E	2019E	2020E
EV产量(万辆)	乘用车	44.95	76.42	110.81	158.46

	YOY	80.9%	70.0%	45.0%	43.0%
	客车	8.86	7.53	7.15	7.15
	YOY	-23.4%	-15.0%	-5.0%	0.0%
	专用车	15.35	9.98	9.48	9.48
	YOY	153.1%	-35.0%	-5.0%	0.0%
	乘用车	10.21	28.07	40.70	58.20
PHEV 产量 (万辆)	YOY	37.5%	175.0%	45.0%	43.0%
	客车	1.64	0.66	0.59	0.53
	YOY	-16.3%	-60.0%	-10.0%	-10.0%
新能源汽车总产量合计 (万辆)		81.01	122.65	168.73	233.83
总产量 YOY		56.2%	51.4%	37.6%	38.6%
新能源汽车保有量 (万辆)		182.30	304.95	473.69	707.51
	乘用车	27.05	38.80	45.00	50.00
EV 平均电池容量 (KWh)	客车	153.74	187.00	195.00	200.00
	专用车	54.49	55.00	56.00	57.00
PHEV 平均电池容量 (KWh)	乘用车	14.90	14.00	14.20	14.50
	客车	41.97	44.00	46.00	48.00
	乘用车	12.16	29.65	49.87	79.23
EV 电池需求量 (GWh)	客车	13.61	14.08	13.94	14.30
	专用车	8.37	5.49	5.31	5.40
PHEV 电池需求量 (GWh)	乘用车	1.52	3.93	5.78	8.44
	客车	0.69	0.29	0.27	0.25
电池总需求量合计 (GWh)		36.35	53.43	75.17	107.63
电池总需求量 YOY		29.7%	47.0%	40.7%	43.2%

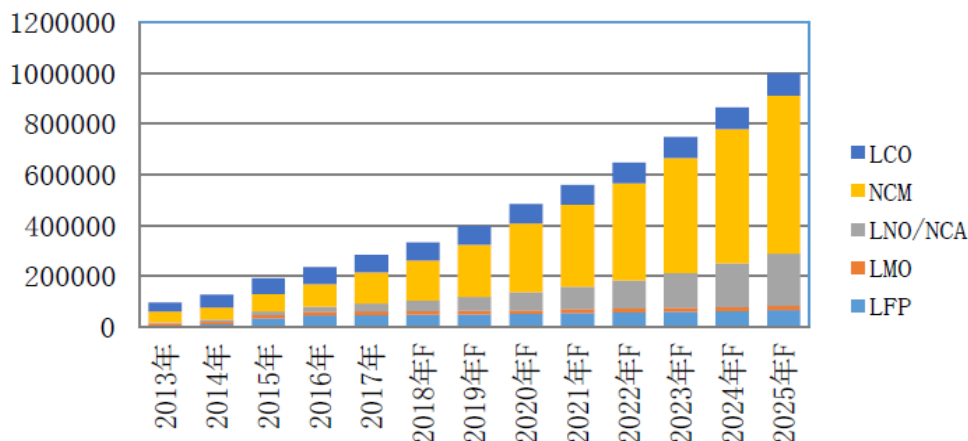
资料来源：中汽协、乘联会、新时代证券研究所预测

### 1.5、电池黄金时代降临，高镍三元正极有望迎来快速增长期

动力电池是锂离子电池需求增长的主要驱动力。根据 EV Tank 数据，2017 年全球锂离子电池的出货量达到 143.5Gwh，其中汽车动力锂电池的出货量达到 58.1Gwh，储能锂电池出货量达到 11.0Gwh，其他传统领域锂电池出货量达到 74.4Gwh。基于对汽车动力锂电池发展前景的持续看好，2020 年全球锂离子电池出货量有望达到 265GWh，其中汽车动力锂电池出货量有望达到 156GWh，占比近 60%。

锂离子电池需求快速提升带动正极材料出货量持续成长，2017 年全球锂电正极材料出货量为 36.5 万吨，同比增长 20%。

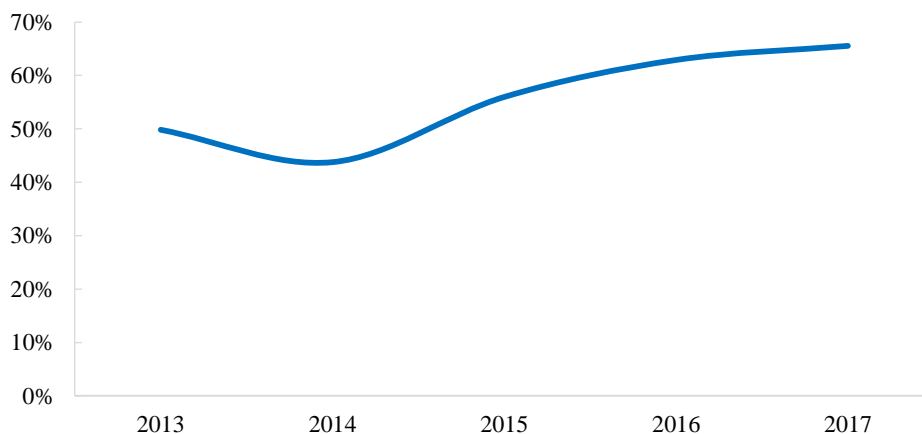
图 14：全球锂电正极材料出货量预测（吨/年）



资料来源：公司公告、新时代证券研究所

**我国正极材料全球份额呈上升趋势。**受新能源汽车行业快速发展带动影响，全球正极材料行业发展一直稳步提升，2011-2017 年全球正极材料复合增速为 35%。由于国内政策倾斜叠加国内新能源汽车市场高速发展，我国正极材料的发展速度相比其他国家提升速度更快，2011-2017 年我国正极材料出货量复合增速为 43%，明显高于全球正极材料出货量复合增速。从 2015 年起我国全球市占率逐年递增，年平均增速达到 7.2%。

**图15： 2011-2017 年我国正极材料出货量全球市占率**

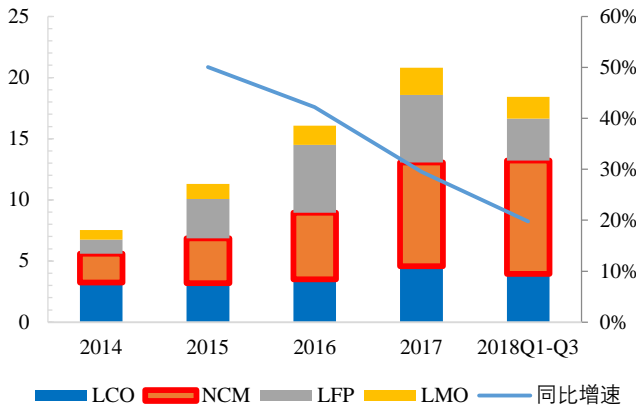


资料来源：真锂研究、新时代证券研究所

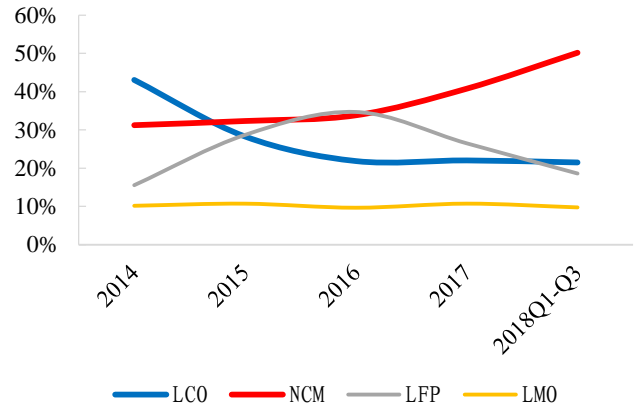
**我国三元正极材料市场占比逐步提升。**2017 年我国正极材料出货量为 20.80 万吨，同比增长 29.53%；2018 年 Q1-Q3 正极材料出货量为 18.43 万吨，同比增长 19.8%。受新能源汽车动力电池需求持续拉动，同时在补贴政策与电池能量密度挂钩等刺激下，三元材料需求大增，2018 年 Q1-Q3 三元材料出货量为 9.25 万吨，同比增长 52%。根据起点研究预测，2018 年我国锂电正极材料产量将突破 25 万吨，其中三元材料仍将是市场最大需求产品。主要原因有：新能源汽车补贴政策高能量密度要求；以 LFP 为主的电池企业大批量转型三元；LCO 价格较高，消费电子企业为节省成本将逐步改用高镍三元材料。

**图16： 正极材料出货量（万吨）及增速（%）**

**图17： 三元材料占比呈上升趋势**



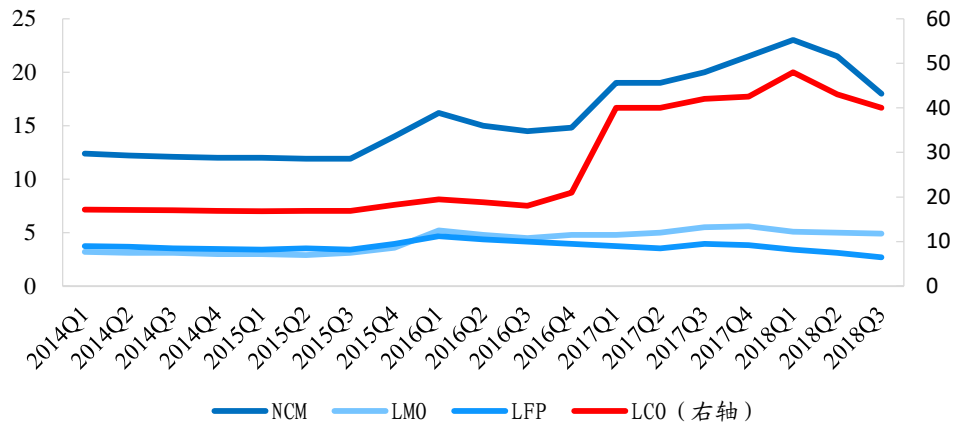
资料来源：高工锂电、新时代证券研究所



资料来源：高工锂电、新时代证券研究所

受碳酸锂和金属钴价格下降影响，正极材料全线降价。钴价和锂价受累于供应端的快速增加，我们预计2019年整体呈现下跌走势，从而带动三元正极材料价格下行。

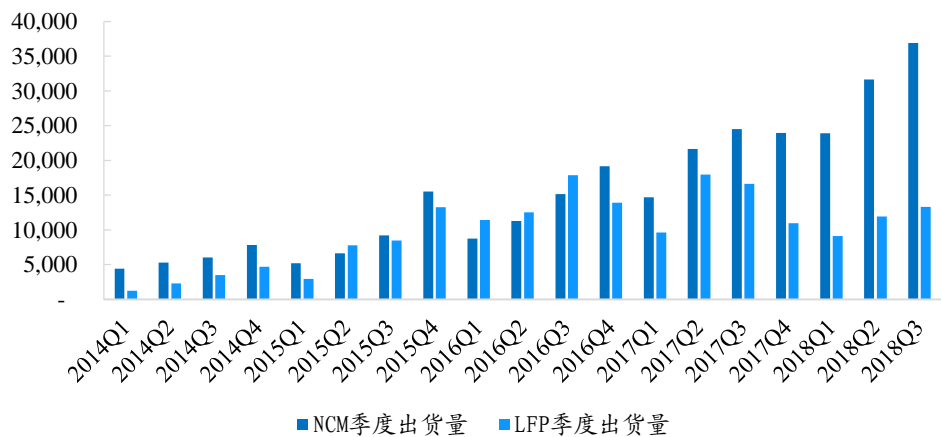
图18: 正极价格走势 (万元/吨)



资料来源：高工锂电、新时代证券研究所

受补贴政策推出时间影响，新能源汽车销量呈前低后高，一般每年Q4销量为全年单季度最大，电池装机量也是此趋势。考虑汽车销量季度性变化以及提前备货的影响，NCM、LFP正极材料同样呈现前低后高，下半年多为出货量放量时间点。

图19: NCM、LFP出货量季度性变化明显

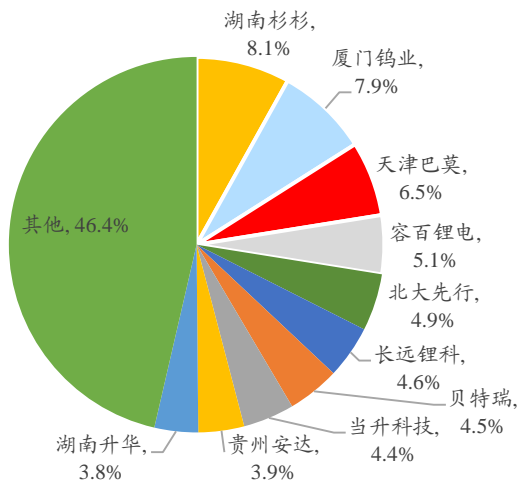




资料来源：高工锂电、新时代证券研究所

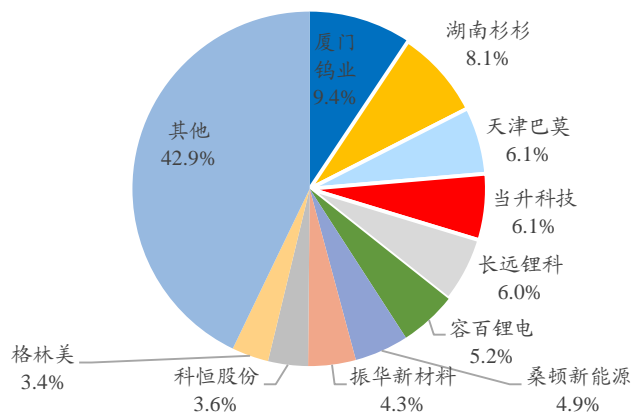
正极材料技术路线和细分领域较多，我国正极材料市场整体集中度仍然相对分散。据高工锂电数据，2017年我国正极材料CR5为32.5%，CR10为53.6%；2018年Q1-Q3我国正极材料CR5为35.7%，CR10为57.1%，市场集中度有所提升。

图20: 2017年我国正极材料出货量市场份额



资料来源：高工锂电、新时代证券研究所

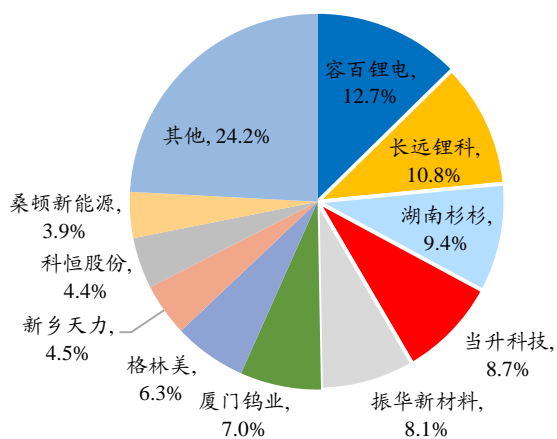
图21: 2018年Q1-Q3我国正极材料出货量市场份额



资料来源：高工锂电、新时代证券研究所

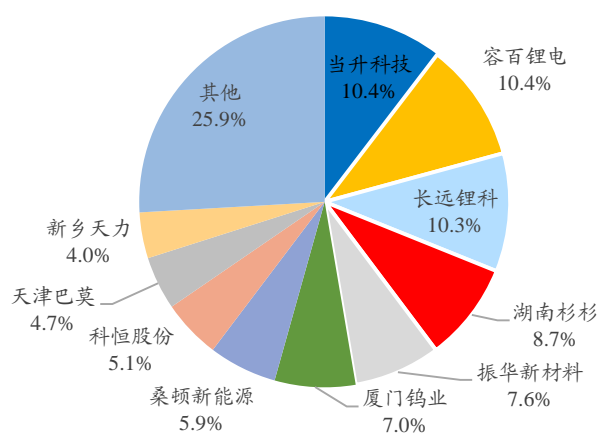
三元材料竞争激烈，没有明显龙头，当升科技市占率提升明显。根据高工锂电数据，2017年我国三元材料CR5为49.7%，CR10为75.8%；2018年Q1-Q3国内三元材料CR5为47.2%，CR10为74.1%，市场集中度略有下降。其中当升科技、容百锂电、长远锂科市占率均超过10%，尤其是当升科技，在三元材料白热化竞争中能取得份额的提升实属不易。

图22: 2017年我国三元材料出货量市场份额



资料来源：高工锂电、新时代证券研究所

图23: 2018年Q1-Q3我国三元材料出货量市场份额



资料来源：高工锂电、新时代证券研究所

在中游四大材料中，三元正极材料竞争最为激烈，行业集中度最低。没有一家企业市占率超过15%，CR2、CR3、CR5、CR10等指标明显低于其他三大材料。

表8: 锂电中游材料行业集中度对比

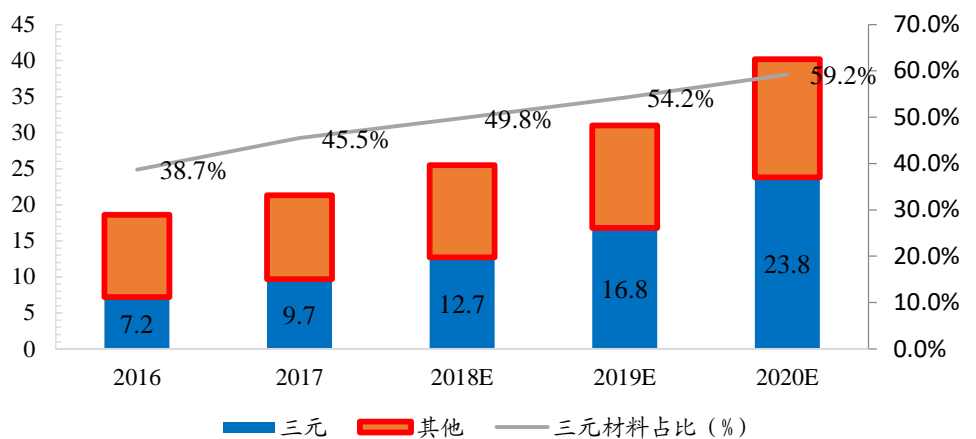
	CR2	CR3	CR5	CR10
三元正极材料	20.8%	31.1%	47.3%	74.1%
负极材料	42.7%	58.7%	75.5%	91.1%
隔膜	38.5%	48.7%	59.9%	78.3%

	CR2	CR3	CR5	CR10
电解液	44.8%	56.4%	71.0%	86.8%

资料来源：高工锂电、新时代证券研究所

我们预计 2018-2020 年我国正极材料需求量分别为 25.5、31 和 40.2 万吨，其中三元材料仍将是市场最大需求产品，2018-2020 年需求量分别为 12.7、16.8 和 23.8 万吨，三元材料市场份额分比为 49.8%、54.2% 和 59.2%。主要原因有：（1）新能源汽车补贴政策高能量密度要求；（2）以磷酸铁锂为主的电池企业批量转型三元；（3）钴酸锂价格较高，消费电子企业为节省成本将逐步改用高镍三元材料。2019 年宁德时代和比亚迪均计划推出 NCM811 电池，开启 811 新时代，由于 811 正极材料单价和毛利率均高于 523/622，NCM811 渗透率提升有望改善正极材料企业盈利状况。

图24：我国正极材料需求预测



资料来源：真锂研究预测、新时代证券研究所

分高镍三元渗透率偏悲观、偏中性、偏乐观三种情况对我国动力电池所需三元正极材料进行测算。按三元渗透率偏中性估计下，2018-2020 年我国动力电池对应三元正极总需求分别为 5.32、8.78 和 14.42 万吨，其中高镍三元正极总需求分别为 1.59、4.16 和 9.75 万吨，高镍三元正极渗透率分别为 29.94%、47.32% 和 67.58%。

表9：我国动力电池对三元正极材料需求测算

年份	2017	高镍三元渗透率偏悲观			高镍三元渗透率偏中性			高镍三元渗透率偏乐观		
		2018E	2019E	2020E	2018E	2019E	2020E	2018E	2019E	2020E
我国动力电池需求 (GWh)	36	53	75	108	53	75	108	53	75	108
我国三元电池需求 (GWh)	16	31	52	88	31	52	88	31	52	88
三元电池占比 (%)	45%	58%	69%	82%	58%	69%	82%	58%	69%	82%
三元电池中 NCM333 占比 (%)	10%	3%	2%	0%	3%	2%	0%	3%	2%	0%
三元电池中 NCM523 占比 (%)	80%	73%	58%	40%	65%	48%	30%	57%	38%	15%
三元电池中 NCM622 占比 (%)	10%	20%	30%	40%	25%	35%	45%	30%	40%	50%
三元电池中 NCM811 占比 (%)	0%	4%	10%	20%	7%	15%	25%	10%	20%	35%
1GWh NCM333 电池对应三元正极需求 (吨)	1890	1890	1890	1890	1890	1890	1890	1890	1890	1890
1GWh NCM523 电池对应三元正极需求 (吨)	1770	1770	1770	1770	1770	1770	1770	1770	1770	1770
1GWh NCM622 电池对应三元正极需求 (吨)	1660	1660	1660	1660	1660	1660	1660	1660	1660	1660
1GWh NCM811 电池对应三元正极需求 (吨)	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440
NCM333 电池对应三元正极需求 (吨)	3066	1752	1971	0	1752	1971	0	1752	1971	0

		高镍三元渗透率悲观			高镍三元渗透率偏中性			高镍三元渗透率乐观		
NCM523 电池对应三元正极需求 (吨)	22972	39926	53534	62326	35550	44304	46745	31175	35074	23372
NCM622 电池对应三元正极需求 (吨)	2693	10259	25969	58453	12823	30297	65760	15388	34625	73066
NCM811 电池对应三元正极需求 (吨)	0	1780	7509	25353	3115	11264	31691	4450	15018	44368
<b>动力电池对应三元正极总需求 (吨)</b>	<b>28731</b>	<b>53717</b>	<b>88983</b>	<b>146132</b>	<b>53241</b>	<b>87836</b>	<b>144196</b>	<b>52765</b>	<b>86689</b>	<b>140807</b>
<b>动力电池对应高镍三元正极总需求 (吨)</b>	<b>2693</b>	<b>12039</b>	<b>33478</b>	<b>83806</b>	<b>15938</b>	<b>41561</b>	<b>97451</b>	<b>19838</b>	<b>49644</b>	<b>117434</b>
<b>动力电池对应高镍三元渗透率 (%)</b>	<b>9.37%</b>	<b>22.41%</b>	<b>37.62%</b>	<b>57.35%</b>	<b>29.94%</b>	<b>47.32%</b>	<b>67.58%</b>	<b>37.60%</b>	<b>57.27%</b>	<b>83.40%</b>

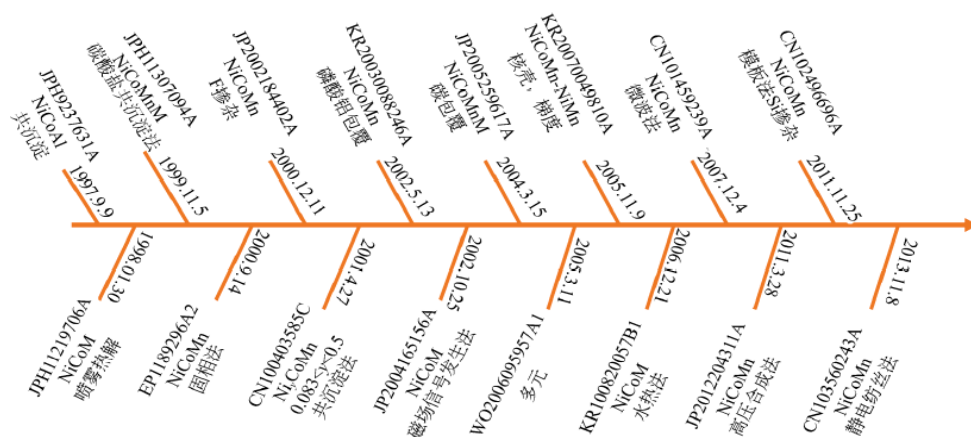
资料来源：高工锂电、新时代证券研究所预测

## 1.6、从发展时间和专利角度看三元正极材料

国外锂电池公司商业化时间较早，具有比较明显的先发优势。国外动力电池三巨头：（1）松下于 1994 年开始研发可充电锂离子电池。1998 年松下开始量产笔记本电脑专用的圆柱形锂离子电池，并建成了业内领先的锂离子电池生产线。2008 年，松下与特斯拉首次展开合作，18650 钴酸锂电池被特斯拉首款车型 Roadster 采纳。（2）LG 化学于 1998 年正式开始研发锂离子电池；2009 年，LG 化学正式进入动力电池市场，与韩国现代起亚合作，首次将锂电池产品应用于商用混合动力车。（3）三星 SDI 于 1999 年开始进入锂离子电池领域；2008 年，三星 SDI 和博世合资成立了动力电池公司 SBLimotive，进军动力电池市场。总结来看，松下、LG 化学和三星 SDI 于 20 世纪 90 年代即开始研发锂离子电池，并在 2008-2009 年相继进入动力电池市场，属于车用动力电池先行者。

受益国外电池厂商起步早，其配套正极企业技术积累深厚，研发历史长，享有技术先发优势，尤其是在三元材料专利方面优势较为明显。最早的三元材料是日本电池株式会社于 1997 年 9 月 9 日申请的 NiCoAl 三元材料，其采用共沉淀法制备。之后，日本中央电气工业株式会社于 1999 年 11 月 5 日申请了共沉淀法制备阳离子掺杂的 NiCoMn 三元材料。2001 年美国 Iion Technology 公司申请了且优先权日为 2000 年 9 月 14 日的采用固相法制备 NiCoMn 三元材料的专利，从而使三元材料的制备方法从共沉淀法扩展到固相法。随后，开始出现原子掺杂改性三元材料的专利申请，如 2000 年 12 月 11 日申请的 F 原子掺杂改性，之后原子掺杂也发展迅速，成为改性三元材料的重要手段。2005 年 11 月 15 日 3M 公司获得的、优先权日为 2001 年 4 月 27 日的关于 NiCoMn 三元材料授权的美国专利 US6964828B2 及其同族专利 CN100403585C 等，其主要限定了进一步提高三元材料的电化学性能、安全性能等。其后针对三元材料的改性方面的专利申请也开始逐渐增加。

图25：三元材料技术发展路线图



资料来源: cnki、新时代证券研究所

目前三元正极材料两大核心基础专利主要来自 3M 公司和美国阿贡国家实验室。美国 3M 公司和 ANL 均在 2001 年申请了三元材料的相关专利，但两者的侧重点并不一致。国际锂电池界普遍认为化学计量比的常规三元材料 NCM 专利（首次提出了组合物具有通式  $Li(Ni_yCo_{1-2y}Mn_y)O_2$ ，其中  $0.083 < y < 0.5$ ）由美国 3M 公司拥有，而层状富锂高锰材料专利则是美国阿贡实验室申请的。一般而言，业内普遍认为 3M 的专利更具实际产业价值，因此大多数企业都是向 3M 购买三元材料专利授权。

表10: 三元正极材料两大核心基础专利情况

专利拥有者	专利类型	授权企业
美国阿贡国家实验室	层状富锂高锰材料专利	巴斯夫、户田工业和 LG
3M	化学计量比的常规三元材料 NCM 专利	LG、松下、三星等主流电池企业 优美科、L&F、SK、湖南瑞翔和北大先行在内的数家主流正极材料企业

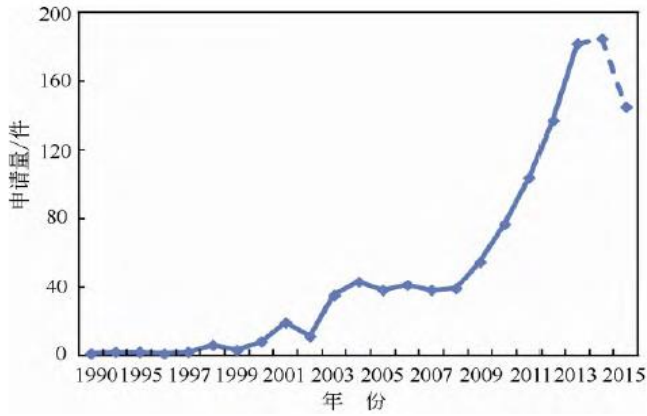
资料来源: cnki、新时代证券研究所

国外三元材料的专利申请起步较早。在 1990-1999 年处于缓慢起步阶段，在 2000-2009 年处于平稳增长期，在此期间专利申请量的幅度波动不大；在 2009-2013 年间，申请量出现了飞跃，进入快速发展阶段。日本和韩国的企业，如丰田、三星、清美、三洋等早在 2000 年以前就有关于三元材料的相关研发，起步早，三星早在 1997 年就有关于三元材料的相关专利申请，并且随着年份的推进，丰田、LG、三星和 ASAHI 旭金属的申请量稳中有升，研发结构配置合理。比如 LG 从 2005 年开始大规模的出现关于三元材料的专利申请，每年都有多项专利申请，说明其关于三元材料正在网络式布局。

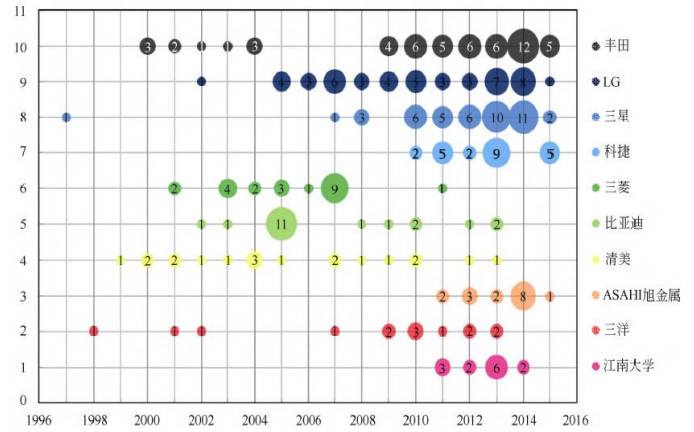
图26: 全球三元材料专利申请趋势

图27: 三元材料全球申请量前十的申请人申请量分布





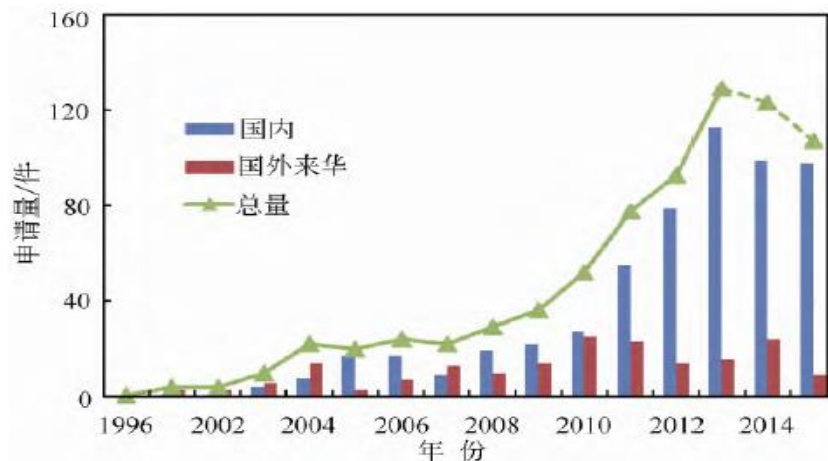
资料来源: cnki、新时代证券研究所



资料来源: cnki、新时代证券研究所

相对于全球三元材料的发展趋势,我国的三元专利布局较晚,与我国动力电池开发转向三元电池密切相关。动力电池技术一路发展而来,核心是正极材料的开发。我国动力电池开发历程:2001-2005年是钴酸锂和锰酸锂动力电池开发,2006-2008年是锰酸锂和磷酸铁锂电池开发,2008-2010年是能量型功率型电池开发并进的的状态,2010年以后基本以三元电池的开发为主。与技术路线相对应,我国三元材料专利申请量在1996-2008年期间发展相对缓慢,与全球专利的申请趋势相比,发展相对滞后。2009-2013年期间,由于磷酸铁锂的能量密度已经不能满足日渐发展的电动车的需求,受全球三元材料市场的影响,我国三元材料的专利申请量进入快速增长阶段。同时发现2009-2013年间,相比于国内申请量的大幅增加,国外来华的申请量并没有出现大幅度增加,其中可能与国外申请人在三元材料的安全性问题上还没有得到有效突破有关,因此,新的核心基础专利并没有出现,在我国相应的布局还没有完全展开。2013年之后由于部分专利尚未公开,统计数量略有下降。与国外企业相比,国内企业在三元材料上并没有掌握核心专利,且由于日韩企业、3M公司等国外重要申请人布局早,同时掌握核心专利,国内申请人在三元材料上的专利申请基本都是外围申请,且方法类专利申请偏多。

图28: 我国三元材料专利申请趋势



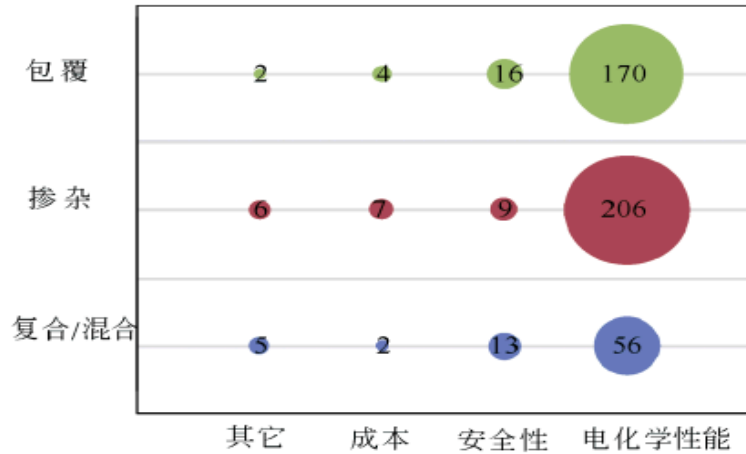
资料来源: cnki、新时代证券研究所

三元材料主要存在的问题包括: (1) 循环性能不高: 主要由于随着 Ni 含量增加,在充放电过程中发生多次相变; (2) 产气现象较严重,安全性不高: 主要由于三元材料表面碳酸锂和氢氧化锂的存在与电解液发生反应产生气体; (3) 相对于锰酸锂和磷酸铁锂,三元材料成本较高; (4) 倍率性能和首次充放电性能不高等。



目前,解决上述问题的主要手段有原子掺杂、表面包覆、与其它种类活性材料混用、改进制备方法等手段。在改性手段方面,掺杂和包覆的改性方法在三元材料的专利申请中占据绝对主流地位,将不同种类正极材料复合或混用以实现功能互补也有一定的申请量。

**图29: 三元材料技术功效专利数量图**



资料来源: cnki、新时代证券研究所

### 1.7、从产能角度看三元正极材料

全球正极材料生产主要集中在中、日、韩三国,2017年我国全球市占率达到66%。日韩厂商占据大部分高端产品市场,比利时优美科,韩国L&F,日本日亚化学、户田工业、住友,德国巴斯夫是国际上主要的三元材料生产厂家。松下、三星SDI、LG化学等电池企业均拥有部分自有产能。现阶段各大正极厂商均推出较大规模的扩产计划,应对快速增加的正极需求。

**表11: 主流正极公司扩产计划**

公司	扩产计划
优美科	在韩国的天安市及中国的江门市投资4.6亿欧元,计划至2020年整体产能与2015年相比得到6倍的增长,预计2021年产能将达到17.5万吨。
巴斯夫	将其和日本户田成立的巴斯夫户田电池材料有限责任公司(BTBM)在日本的小野田生产基地的高镍正极活性材料的1.8万吨产能提高三倍。
住友金属	NCA材料目前产能已达4550吨/月,NCM产能50-60吨/月;2020年,NCM将提升至2000吨/月,镍氢电池正极材料产能400-500吨/月。
当升科技	1、江苏当升三期建设1.8万吨高镍三元材料产能,计划分别于2019、2020年投产; 2、计划投资30亿元,在常州金坛扩建年产5万吨高镍正极材料产能,预计将于2023年前分批投产;远期规划年产能10万吨。
杉杉股份	启动10万吨高能量密度锂电正极材料扩产项目,规划于2025年底前分期完成;一期计划于2020年12月31日前完成,一期项目总产能设计为2万吨/年;一期第一阶段计划于2018年底前建成并试产设计综合产能为1万吨/年。
容百锂电	1、年产10万吨锂电正极材料项目落户贵州遵义; 2、2025动力型锂电材料综合基地项目签约余姚市,总投资121亿元。项目建成后,产能规模可达到正极材料年产10万吨、前驱体年产20万吨、资源再生年产10万吨。项目分为三期建设,总周期为73个月,预计到2025年12月全部建成。
格林美	荆门格林美将与永青科技成立合资公司,将在宁德市福安市湾坞镇投资18.5亿元,建设年产5万吨动力三元材料用前驱体原料和2万吨三元正极材料项目。

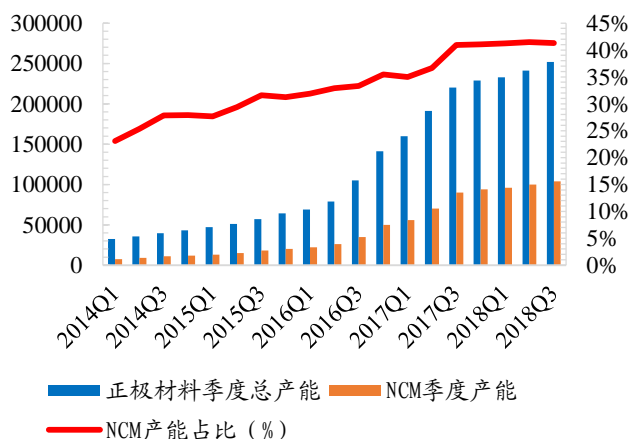
公司	扩产计划
长远锂科	在铜官基地，即前驱体工厂旁边，扩建新的2万吨智能化、全自动高镍 NCM/NCA 车间，2018 年底将投入使用；2019 年将达到 30000 吨/年前驱体、45000 吨/年的正极材料产能，2022 年将达到 115000 吨/年的正极材料总产能。
厦门钨业	宁德年产 2 万吨车用动力锂离子正极材料项目，预计将于 2019 年投产。

资料来源：公司公告、高工锂电、新时代证券研究所

目前我国正极材料企业主要有三种情况：（1）原主营业务为正极的企业，如杉杉股份、当升科技；（2）采用前向一体化战略的上游资源类企业，向正极延伸产业链，如华友钴业；（3）采用后向一体化战略的下游电池企业，布局三元正极着力降本提效，如比亚迪、CATL、国轩高科。随着高镍三元材料渗透率以及技术门槛的提升，少数具备量产技术的龙头企业市场份额有望提升，国内正极材料分散竞争格局有望得以改善，工艺技术水平过硬、成本管控优异的正极企业有望“杀出重围”。

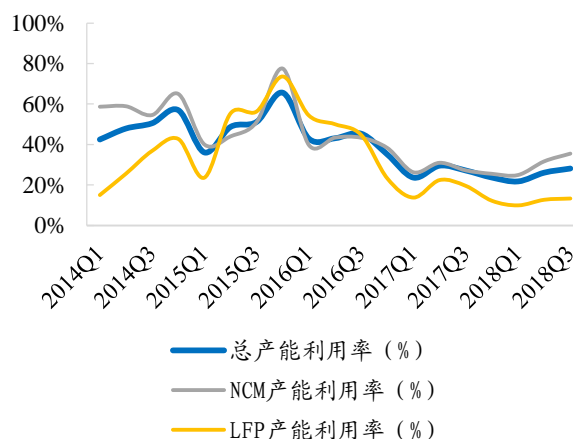
受新能源汽车快速发展带来的动力电池材料产业确定性机会影响，资本大量涌入，正极行业持续扩产，尤其是 2015 年后加码 NCM 正极材料，NCM 产能占比随之提升。2016 年后随着新建产能逐步投产，正极行业整体呈现产能过剩，产能利用率呈下降趋势。

图30： 正极行业持续扩产，NCM 产能占比逐步提升



资料来源：高工锂电、新时代证券研究所

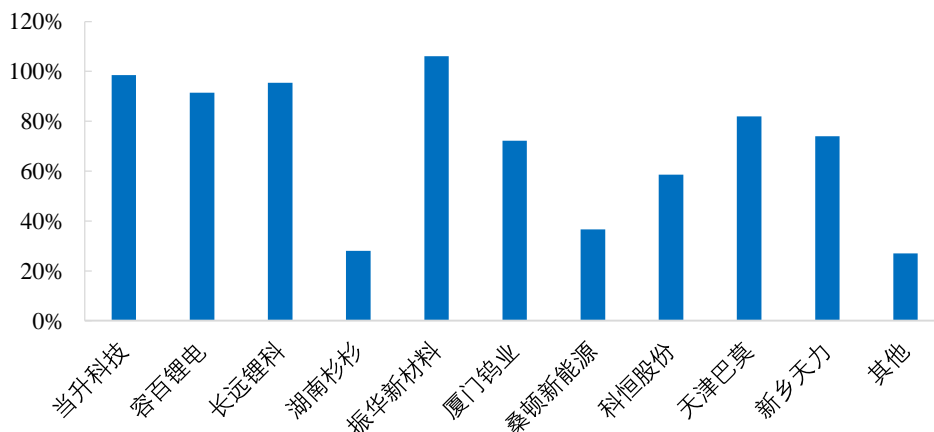
图31： 2016 年以来正极产能利用率呈下降趋势



资料来源：高工锂电、新时代证券研究所

头部龙头企业凭借客户及产品优势，产能利用率明显高于其他竞争对手。

图32： 2018 年 Q1-Q3 主要正极企业产能利用率



资料来源：高工锂电、新时代证券研究所

目前 NCM811 电池导入呈现“外冷内热”，国内高镍正极材料扩产力度会比较大。国际动力电池企业 NCM811 导入“遇冷”，受国家新能源补贴政策对高能量密度、长续航里程的鼓励所影响，国内动力电池企业龙头加速布局高镍三元电池，宁德时代和比亚迪均表示将在 2019 年量产 NCM811 动力电池。

**表12: 国内外电池企业 NCM811/NCA 进展**

	厂商	进展
海外厂商	LG 化学	在电动巴士领域使用圆柱形 NCM 811 电池；未来将会发展 NCM 712 或 NCMA（向 NCM 添加氧化铝）。
	三星 SDI	只在小型电池中使用 NCM811，对于动力电池领域，2018 年三星 SDI 供给宝马 i3 和 i8 的电池是 NCM622 电池，2021 年后使用 NCM811 电池。
	SKI	原计划 2018 年 8 月开始批量生产用于电动汽车的 NCM811 电池。目前 SKI 宣布推迟量产 NCM811 电池的计划。
	特斯拉/松下	Model3 动力电池能量密度全市场最高，NCA 正极钴含量已经低于其他电池生产商即将生产的下一代产品（NCM811）。
国内厂商	比亚迪	2019 年下半年 NCM811 动力电池将会投入使用。
	宁德时代	2019 年将会量产 NCM811 动力电池。
	比克电池	2017 年成功量产动力型高镍 811 并逐步导入新能源乘用车企，已成功应用于江淮、上汽大通、北汽新能源、小鹏、云度等品牌车型，车型均已入围新能源推荐目录。公司下一步 4.8Ah21700 圆柱电池开始小批量试样，未来将推出 5Ah 产品。
	鹏辉能源	公司 2.8Ah 与 3.0Ah 圆柱 18650 电池已经开始使用 811 材料，并于 2017 年 8 月份开始量产，并供给相关整车厂测试认证。
	力神	2018 年上半年，天津力神突破正负极材料研发技术，成功研发的 811 电芯单体比能量达到 302Wh/kg 动力型 NCM811 电池配套的相关车型已成功进入的推荐目录，车型上市在即。
	国轩高科	已开发出三元 811 软包电芯，能量密度可达到 302Wh/kg，公司已开始建设相关产品中试线，计划 2019 年开始建设产线。
	天力锂电	公司研发的 811 三元材料和 NCA 产品已进入中试阶段，已在相关车企送样送检。
	天劲股份	NCM811 软包电池已经通过国家强检认证。
邀优动力	NCM811 软包电池已经通过国家强检认证。	
	多氟多	正在研发 NCM811 + 硅碳负极的新一代高比能动力电池，预计将于 2018 年实现量产

资料来源：真锂研究、公司公告、新时代证券研究所

**表13: 我国 NCM811/NCA 正极材料进展**

正极材料企业	产品进度
容百锂电	国内 811 最早量产的企业，2016 年下半年 NCM811 已经开始小规模量产，到 2017 年 12 月产量达 500 吨/月。按照容百锂电最新规划，2018 年 Q3 每月 NCM811 产能达 1000 吨/月；2019 年将提升到 2000-3000 吨/月。
杉杉股份	高镍三元正极材料产能 7200 吨。
当升科技	已实现 811 正极材料量产，现有 NCM811 产能 4000 吨，在建海门三期 NCM811/NCA 设计产能 1.8 万吨。规划中的常州金坛首期 NCM811/NCA 设计产能 5 万吨。
天津巴莫	2017 年下半年 NCM811 开始量产，产能 5000 吨，已向国际大客户批量供货。

正极材料企业	产品进度
贝特瑞	NCM811/NCA 产能 3000 吨，常州金坛 NCM811/NCA1.5 万吨产线在安装调试阶段。
厦门钨业	2018 年年中 811 正极材料实现吨级量产，产品正在中试。
桑顿新能源	2018 年将建成 811 和 NCA 产能 8000 吨生产线。
广州锂宝	2017 年四季度 811/NCA 已出样品，供客户测试阶段。
长远锂科	2017 年下半年 NCA 已量产并投市场。

资料来源：中国产业信息网、各公司公告、新时代证券研究所

**布局上游资源，减少资源涨跌对盈利能力的影响。**正极材料价格与上游锂钴镍价格有比较密切的关联，为保证原材料稳定供应，抢占资源话语权，减少资源涨跌对盈利能力的影响，正极材料企业纷纷向上游资源进行布局。主要有电池回收资源、控制/间接控制矿产冶炼和签订战略合作协议等方式。

**表14：全球部分正极材料企业上游资源来源**

公司	上游资源部分来源
优美科	退役动力电池的材料循环回收
巴斯夫	芬兰哈尔亚瓦尔塔正极材料基地毗邻其供应商诺镍公司的镍、钴精炼厂附近，镍、钴等原材料由诺镍来供应。
住友金属	1、在矿山布局、开采技术上正在积极加大投入。其在所罗门群岛、印尼等地开发新的镍矿，同时还在通过深度精炼镍矿来提取钴资源。 2、将在印度尼西亚投资超过 2000 亿日元建设镍矿石冶炼厂。选址在印尼苏拉威西岛东南部的 Pomalaa 地区，将利用该国生产的镍矿石制造锂离子电池的中间原料，年产量目标为 4 万吨。
ECOPRO	1、ECOPRO 在 2019 年到 2023 年期间，从格林美总计采购 17 万吨高镍 NCA 三元前驱体，其中 2019 年 1.6 万吨，2020 年 2.4 万吨，2021 年 4 万吨，另行协商 2022--2023 年的年度采购量。 2、格林美向 ECOPRO 供应氢氧化镍原料并共享氢氧化钴及氢氧化镍到硫酸盐的工程技术。 3、ECOPRO 和格林美共同推进在韩国的钴粉工厂及碱式碳酸镍工厂建设。
当升科技	1、与澳大利亚上市公司 Clean TeQ Holdings Limited 的全资子公司 Scandium21 Pty Ltd 签署了《产品承购协议》，Scandium21 将在 Syerston 镍钴项目正式投产后向当升科技持续提供 5 年该项目出产的硫酸镍、硫酸钴产品用于生产锂电正极材料，且每年供应量占该项目计划产量的约 20%。 2、与鹏欣资源签署了《战略合作框架协议》，鹏欣资源将同意刚果（金）SMCO 生产量 30% 的初级氢氧化钴提供给当升科技生产所需钴原料，供货期为从第一船货提单日起 5 年，为公司在钴原料方面提供保障和支持。鹏欣资源在刚果（金）希图鲁矿区建设的年产 7000 吨钴金属量的氢氧化钴生产线项目分两期，其中一期 3000 吨/年，二期增至 7000 吨/年。 3、当升科技控股股东北京矿业集团与金川集团签署《战略合作框架协议》，加强矿产资源合作。
杉杉股份	杉杉股份持有洛阳钼业 2.18% 股份，并与洛阳钼业就 Tenke 钴产品的采购与销售事宜进行战略合作
格林美	1、退役动力电池的材料循环回收； 2、与嘉能可签署动力电池用钴原料战略采购协议； 3、联合青山实业、邦普循环、印尼摩洛哇丽工业园(IMIP)、日本阪和兴业株式会社在印尼成立合资公司，打造镍

资料来源：公司公告、新时代证券研究所

## 2、三元正极制备工艺研究

三元正极材料制备方法对其微观结构和电化学性能有着较大的影响。目前合成三元材料的常见方法有：高温固相法、溶胶凝胶法、溶剂热法、熔盐法以及共沉淀

法等。其中主流合成方法是：首先采用共沉淀方法合成三元前驱体，然后采用高温固相法合成三元材料。

**表15: 三元材料主要合成方法**

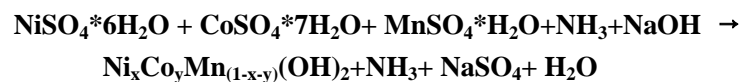
方法	工艺流程	优缺点	适用领域
高温固相法	根据目标产物加入所需化合物，物质间经过机械混合接触后高温下热分解反应、原子或离子扩散成核和生长而生成的晶体颗粒。	传统的制粉工艺过程具有能耗大、效率低、反应速度慢、粉体不够细、易混入杂质等缺点；高温固相法制备的粉体有成本低、产量大、制备工艺简单等优点	适用于工业化生产
溶胶凝胶法	一般是将过渡金属离子和络合剂均匀溶解后通过水解、缩合等化学反应，在分散剂中形成稳定的透明溶胶单体体系，再由活性单体聚合形成具有一定空间结构的凝胶，凝胶经过热处理后蒸发一定溶剂后失去流动性。凝胶经过干燥、烧结固化等程序后制备出纳米尺寸的材料。	溶胶凝胶法合成的产物有元素分布均匀、颗粒纳米结构化且合成温度低等优点，但溶胶凝胶法在合成过程中需要消耗大量溶剂原料、烧结产生大量废气，烧结后容易团聚且不易分离。	制约该方法在工业上的应用
溶剂热法	一般是在高压反应釜等密闭体系中反应。以有机物或水为溶剂，原料在特定的温度和压力下进行反应的一种合成方法。	溶剂热法合成的物相形成、粒径大小、形态能够通过溶剂配比、温度和压力等条件进行调控。产物的分散性较好、晶体结构完整，但该方法所需设备条件较为严苛且产量较少。	仅适用于小型实验材料制备

资料来源：cnki、新时代证券研究所

## 2.1、三元前驱体制备

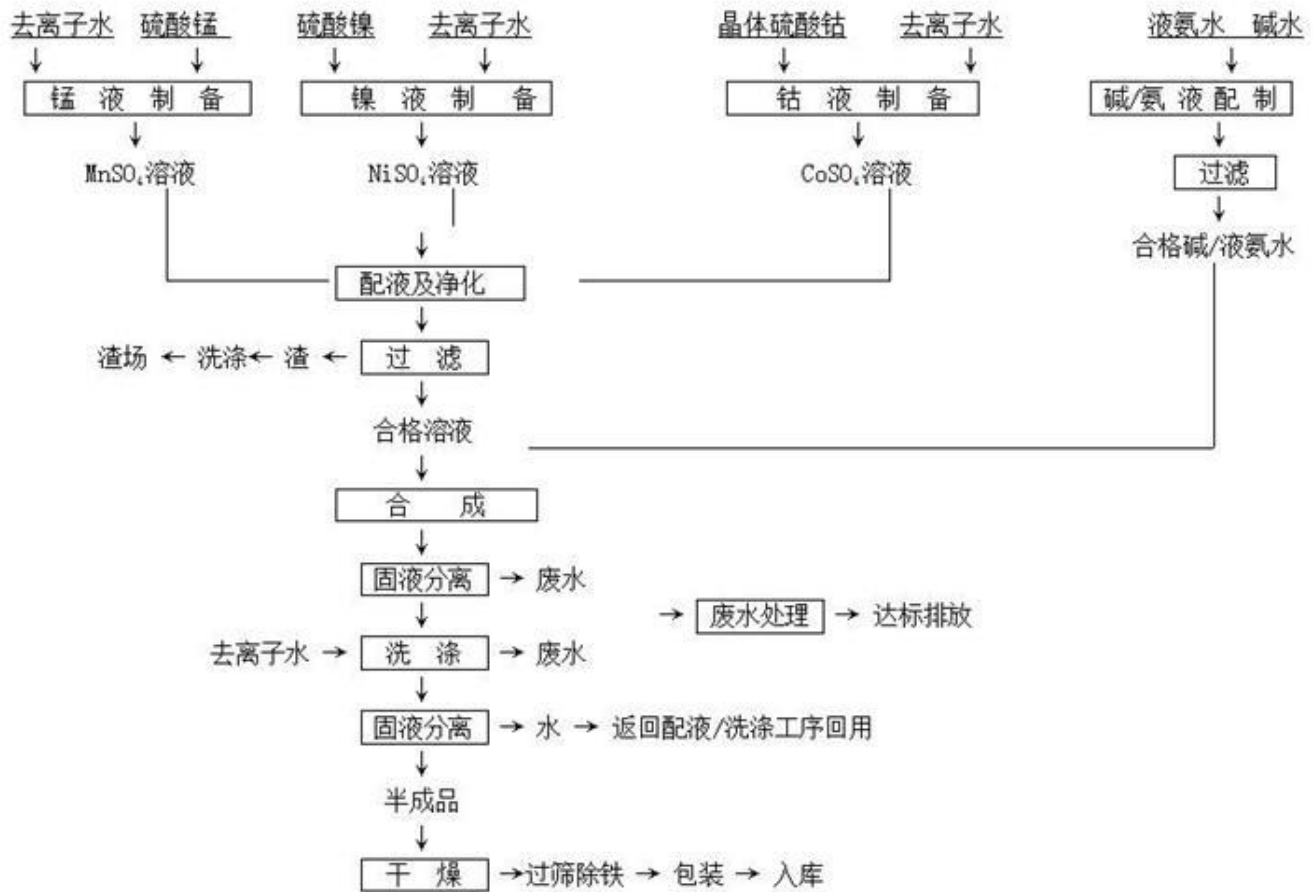
### 2.1.1、三元前驱体生产工艺流程

目前商业化的三元前驱体基本采用的是氢氧化物共沉淀法，即将镍、钴、锰混合溶液，沉淀剂，络合剂等同时加入反应釜中，在一定条件下合成三元前驱体（镍钴锰氢氧化物）。前驱体制备的反应是盐碱中和反应，将一定浓度的盐溶液和一定浓度的碱溶液按一定流速持续加入反应器中，在适当的反应温度、搅拌速率、pH下，生成氢氧化物沉淀，化学方程式为：



**图33: 三元前驱体生产流程**



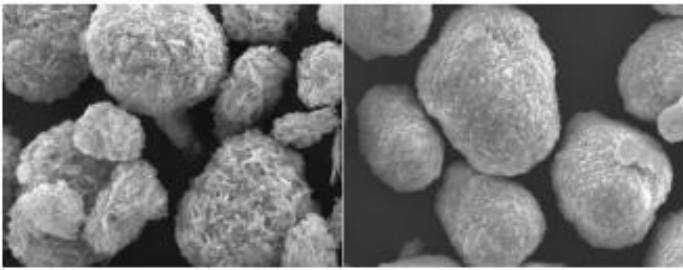
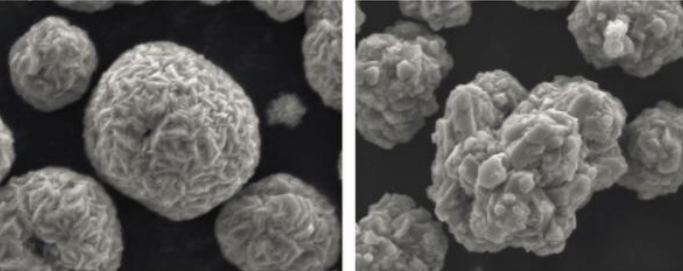
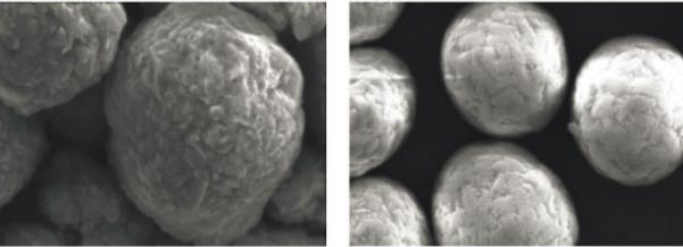
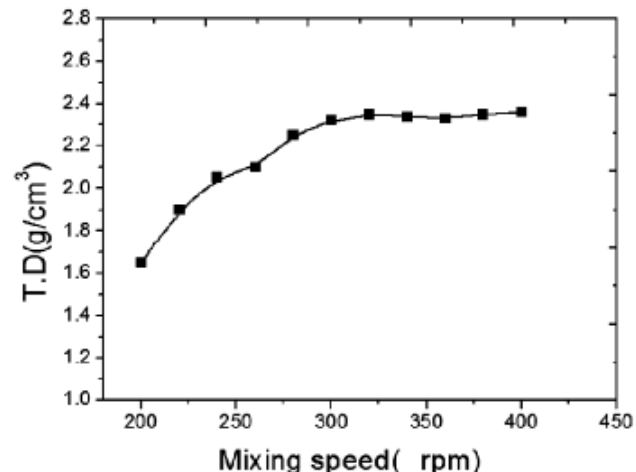
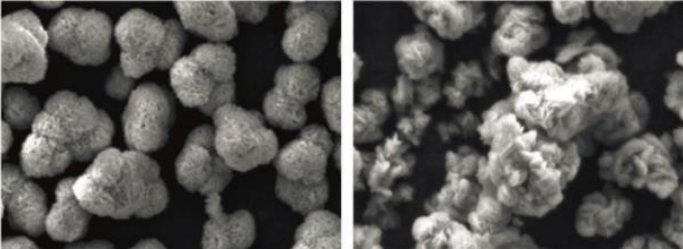


资料来源: cnki、新时代证券研究所

前驱体对三元材料的生产至关重要，因为前驱体的品质(形貌、粒径、粒径分布、比表面积、杂质含量、振实密度等)直接决定了最后烧结产物的理化指标。可以说，三元材料相当大的技术含量体现在前驱体工艺里。以共沉淀法合成正极材料前驱体，是在热溶液中的涉及气液固三相复杂反应的过程，影响体系稳定的因素多，控制繁琐，并伴随生产一定的副产物。因此，深入了解和精确控制反应体系的各个相关参数，比如：氨水浓度、pH值、反应温度、固含量、反应时间、成分含量、杂质、流量、反应气氛、搅拌强度等，才能合成出符合要求的高振实球形前驱体。

表16: 制备工艺条件对高镍前驱体物化性能影响

<p>pH 值</p> <p>pH 直接影响晶体颗粒的生成、长大，由于镍、钴、锰的沉淀 pH 值不同，所以不同组分的三元材料前驱体的最佳反应 pH 值不同。</p>	<p>不同组分前驱体的适宜氨水浓度和 pH 值</p>
--	-----------------------------

<p>氨浓度</p>	<p>沉淀过程中，氨的加入主要是络合金属离子，达到控制游离金属离子目的，降低体系过饱和系数，从而实现控制颗粒长大速度和形貌。 络合剂的用量也不是越多越好，络合剂用量过多时，溶液中被络合的镍钴离子太多，会造成反应不完全，使前驱体的镍、钴、锰的比例偏离设计值，而且被络合的金属离子会随上清液排走，造成浪费，给后续废水处理造成更大的困难。一般，<b>氨浓度需控制在 5~9g/L。</b></p>	 <p>(左: 氨含量: 2g/L      右: 氨含量: 7g/L)</p>
<p>沉淀温度</p>	<p>沉淀温度在控制结晶过程中，影响化学反应釜速率，从而影响颗粒生长速度及表面结构，合适的结晶温度才能制备得到形貌均匀，满足高镍材料要求的晶体结构。在不影响反应的前提下温度尽量高一点。在反应过程中 pH 会随着温度的降低而升高，所以维持温度的恒定也很重要。</p>	 <p>(左: 反应温度 50°C      右: 反应温度 60°C)</p>
<p>固含量</p>	<p>适当提高料浆固含量可优化产品形貌、提高产品的振实密度。高固含量下制备得到高镍前驱体，颗粒致密性好，球形度更好，粒度分布更为集中，一次粒子晶界模糊。</p>	 <p>(左: 固含量低      右: 固含量高)</p>
<p>搅拌速度</p>	<p>搅拌强度直接影响料液的混合效果，搅拌强度与搅拌速度和搅拌形式有关，搅拌转速越快，混合效果，搅拌速度对晶体结晶过程影响较大。 高镍前驱体随着搅拌转速的升高，高镍前驱体的振实密度逐渐增大，但搅拌转速 &gt; 300rpm 后，振实密度趋于稳定，<b>反应釜体系搅拌转速控制 300~360rpm 之间较为合适。</b></p>	 <p>搅拌转速与振实密度关系图</p>
<p>杂质</p>	<p>镍钴锰原料提纯过程中会用到有机溶剂，少量的有机溶剂会带到前驱体的反应中。 料液油分越高，振实密度越低，前驱体的形貌变得疏松，无法成球，造成颗粒无法生长，粒度分布宽化。从研究结果表明，<b>若得到高振实高镍前驱体，料液油分控制需要控制在 &lt; 5ppm。</b></p>	

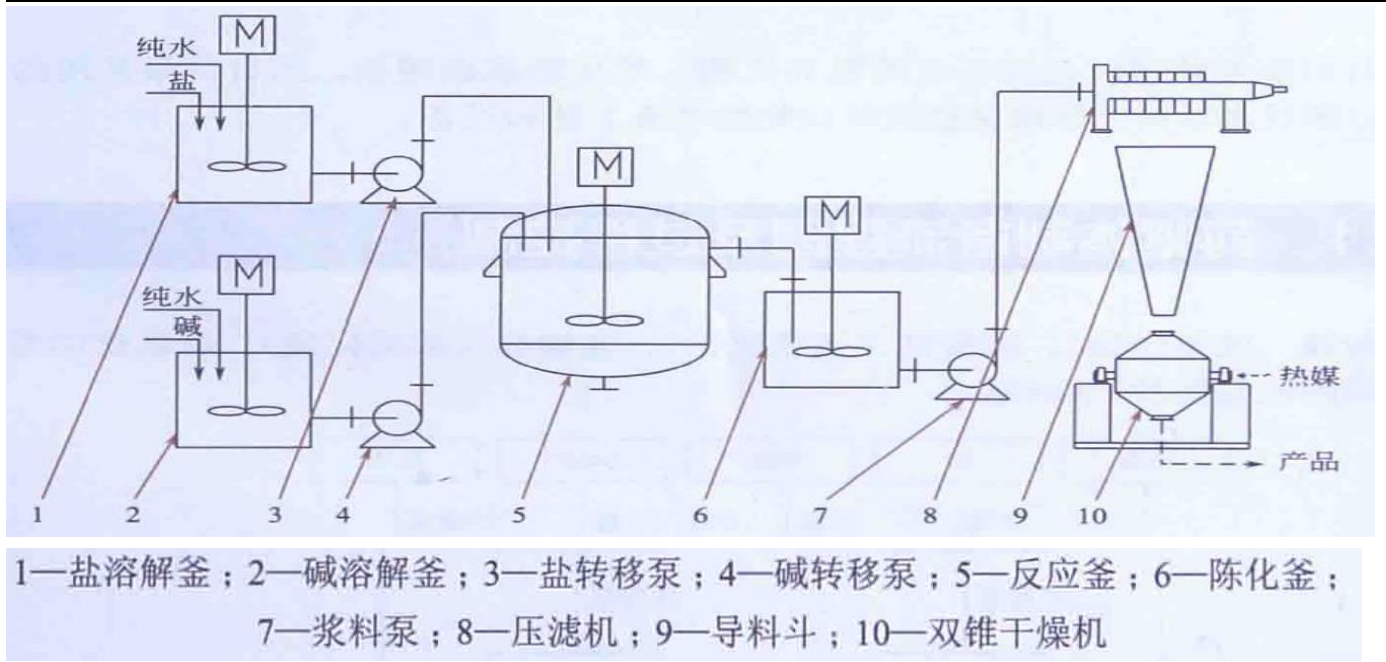
料液对高镍前驱体形貌影响，沉淀时间 36h  
(左：油分为 9.5ppm，右：油分为 2ppm)

资料来源：cnki、新时代证券研究所

### 2.1.2、三元前驱体制备设备

三元前驱体制备的设备主要包括盐溶解釜、碱溶解釜、盐转移泵、碱转移泵、反应釜、陈化釜、浆料泵、过滤洗涤设备和干燥设备等。关键设备主要包括反应釜、过滤和洗涤设备和干燥设备。

图34：三元前驱体制备流程及设备



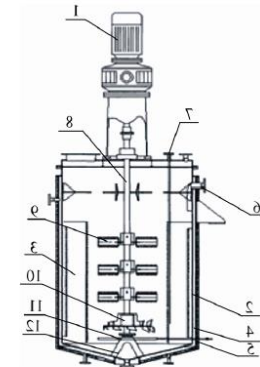
资料来源：《锂离子电池三元材料》、新时代证券研究所

表17：三元前驱体制备关键设备

--

反应釜

反应釜是前驱体反应的核心设备，其釜体大小、搅拌器形式、挡板数量及尺寸、有无导流筒、进料位置、有无增固装置等结构特征均会影响前驱体的密度、形貌、比表面积、结晶程度、粒度大小及分布等性能。

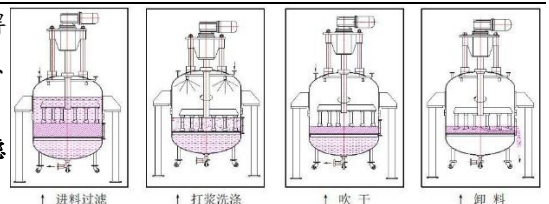


1—电动机；2—轴；3—搅拌器；4—挡板；5—进料口；6—出料口；7—视镜；8—视镜；9—视镜；10—视镜

过滤和洗涤设备

将反应得到的前驱体浆料实现固液分离，然后采用洗涤液对得到的前驱体滤饼进行洗涤，去除残留在滤饼中的硫酸根、氯根、钠离子等。

目前大多数前驱体厂家采用过滤洗涤一体化设备，主要有压滤机、离心机、微孔过滤器、过滤洗涤“二合一”设备等。

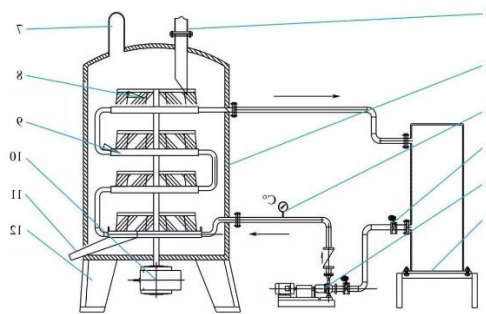




干燥设备

在三元材料前驱体生产中，干燥操作单元决定了前驱体成品的水分含量，并且对晶体结构有一定的影响，是一个重要工序，干燥设备能否正确选择直接关系到产品的质量、操作环境和生产成本。

目前常用的前驱体干燥设备有**热风循环烘箱、盘式干燥机、闪蒸干燥机、回转滚筒干燥机**等。



资料来源：cnki、新时代证券研究所

**表18: 四种前驱体过滤洗涤设备的主要优劣势对比**

设备类型	主要优势	主要劣势
压滤机	①生产效率高，单批次处理量可达吨级以上； ②对物料适应性强，大颗粒和粒度细的前驱体的均适用； ③设备简单，可靠性好，故障率低	①压紧滤板时，滤板受力不均衡，容易造成滤板变形损坏； ②滤室内物料容易分布不均匀，洗涤水从滤饼厚度薄或没有滤饼的位置穿过，导致洗涤效果差
离心机	①脱水效率高，大颗粒前驱体滤饼水分含量可达10%以下，粒度细的前驱体滤饼水分含量也能达到20%以下； ②设备简单，耗材少，主要是更换滤布	①故障率相对较高，可靠性差，而且检修工作量较大； ②生产过程中容易发生离心机剧烈振动现象，导致转鼓内物料部分溢出，甚至无法继续运转； ③单批次处理量小，一般在200~400kg
微孔过滤机	①过滤精度高，可以滤住0.3μm以上的颗粒，物料回收率高，特别适用于粒度细的前驱体； ②粉体滤饼洗涤可以静止洗涤，也可搅拌洗涤，洗涤充分	①脱水效率一般，滤饼水分含量较高； ②设备内部微滤管棒较多，需要定期清洗、再生和更换，耗材成本较大； ③需配备空压机，耗气量较大
过滤、洗涤“二合一”设备	①洗涤充分，可进行搅拌洗涤； ②设备密闭性好，无断点，物料损耗少，操作过程的劳动强度低，并且环境清洁	①滤饼厚度大，脱水效率一般，前驱体滤饼水分含量较高； ②需配备空压机，耗气量较大； ③设备对密封要求高，并且检修不方便

资料来源：cnki、新时代证券研究所

**表19: 四种前驱体干燥设备的主要优劣势对比**

设备类型	主要优势	主要劣势
热风循环烘箱	①单批次物料可出净，没有残留，适合经常更换产品型号的生产线； ②设备制造和维护成本低，故障率低	①自动化程度低，需要人工装、卸料，劳动强度大； ②卸料时粉尘飞扬，物料损失大，环境污染严重； ③干燥效率低，时间长； ④能耗高，每次都需要升降温
盘式干燥机	①可实现连续进出料，热效率高，能耗低，干燥时间短； ②自动化水平高，工人劳动强度低； ③占地面积小	①耙叶与干燥盘容易发生摩擦，造成产品金属杂质的升高； ②设备内部的物料不容易清理，不适合经常更换产品型号的生产线； ③设备维修难度大，周期长
闪蒸干燥机	①物料干燥过程分散性好，不易团聚，适用于粒度小、水分含量高的前驱体滤饼的干燥； ②自动化水平高，可实现连续进料，干燥时间短，工人劳动强度低	①物料需要热风带动，干燥过程中有大量热量排出，造成能耗高； ②由于物料在干燥机中高速运动，对设备磨损严重，降低设备寿命； ③设备结构复杂，投资较大
回转滚筒干燥机	①可实现连续进出料，热效率高，能耗低，干燥时间短； ②设备内部没有摩擦部件，干燥过程不会引入金属杂质； ③自动化水平高，工人劳动强度低	①设备较长，占地面积大； ②物料在干燥过程中容易粘壁，不易清理，长期使用后干燥效率会有所降低； ③设备较大，一旦发生故障，维修周

设备类型	主要优势	主要劣势
		期长

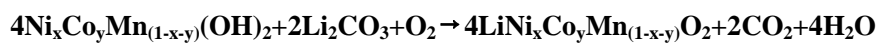
资料来源：cnki、新时代证券研究所

## 2.2、三元正极材料制备

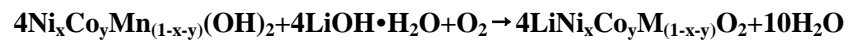
### 2.2.1、三元正极材料生产工艺流程

正极材料制备采用的高温固相法，可分为以碳酸锂为锂源和以单水氢氧化锂为锂源。

(1) 以碳酸锂为锂源的化学方程式，主要用于 NCM333/523/622 制备：



(2) 以单水氢氧化锂为锂源的化学方程式，主要用于 NCM622/811 制备：



NCM622/811 的生产工艺基本一致，均是采用烧结炉电加热烧结工艺的核心生产技术，NCM811 是在 NCM622 生产工艺上进行提升，增加湿法包覆工艺。包覆工序反应主要是包覆剂（氢氧化铝）高温下失水生成氧化铝，氢氧化锂吸收空气中二氧化碳生成碳酸锂。

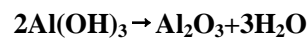
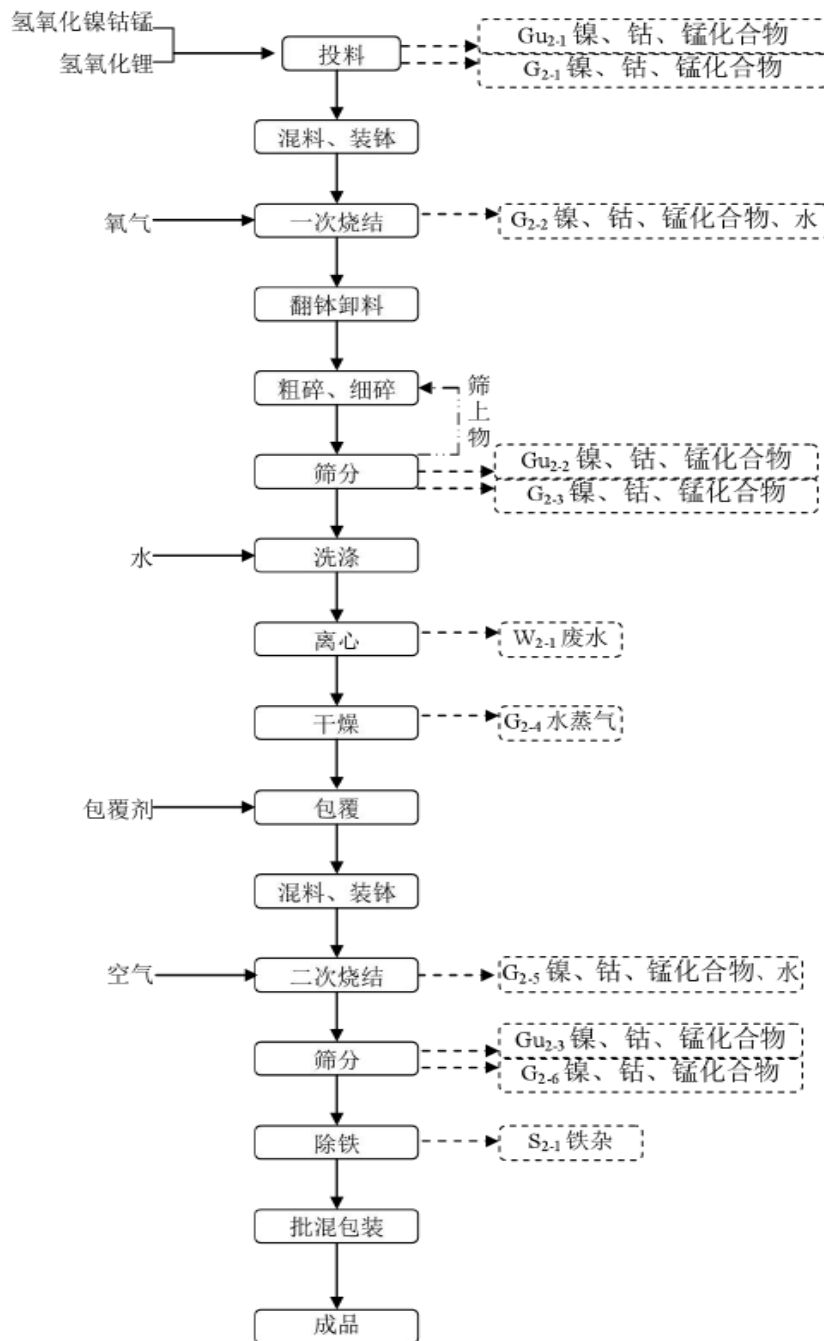


图35：高镍三元正极生产流程





资料来源：容百锂电环评、新时代证券研究所

表20: 高镍三元正极生产工艺流程

工艺名称	具体流程	主要设备
原料投料、定量称重、混料	定量称量，按照规定比例机械称量好后自动投料进入高速混料机内，在密闭环境下高速混合（干法混合），进入物料暂存仓。 <b>锂化配比（锂源含锂量/前驱体）范围在 1.02-1.15 之间。</b>	高速混料机
装钵	通过密闭下料管输送进入自动装钵系统，自动装钵系统仍为密闭操作，物料进入装钵后，通过机械手进行自动且定量的装入匣钵并对物料进行下压动作，使松散物料变的较为密实，进行装钵。 自动装钵系统 单个匣钵可使用 10-15 次，属于损耗品。 单吨普通三元材料匣钵成本为 700 元左右，单吨高镍三元材料匣钵成本为	自动装钵系统、匣钵

工艺名称	具体流程	主要设备
	<b>1600元左右。</b>	
高温烧结	碳酸锂、氢氧化镍钴锰两种粉体材料装于匣钵后，双排双层放置，置于辊棒上，由推进系统对放置在推板上进行移动，采用电力加热控制温度在750-900℃。全过程通过电脑程序数字控制烧结时间及温度。	辊道高温烧结炉（辊道窑）
翻钵卸料、破碎（粗碎、细碎）、筛分	将烧结后的产品出炉后，将盛载烧结物料的钵体被匣钵升降机组提升，通过翻转机组将钵体中的物料卸入对辊破碎（粗碎）系统，将块状的烧结半成品破碎成小块状，然后通过机械磨破碎（细碎）成更小的粒状，然后将压散所得粉状产物进行筛分，合格品进入物料暂存仓进行后续处理，不合格品回机械破碎工段重新破碎。	翻转机组、对辊破碎（粗碎）系统、机械磨
包覆、蒸发、筛分	使用水做溶剂，使用高速混合机将包覆剂与物料进行物理混合，让包覆剂附着在电极材料的颗粒表面。混合好后，通过高温将水分蒸发，产生的水蒸气经冷凝后回用于包覆用水，蒸发后得到的干燥粉末进行筛分，合格品进入下一工序，不合格品回包覆工段重新利用。	包覆釜、高混包覆机、包覆干燥机
二次烧结	二次烧结温度控制在400-700℃，防止烧结过程中产品结块。	辊道高温烧结炉
再次翻钵卸料、筛分	二次烧结后的半成品，继续翻钵卸料，进行筛分，将一些大颗粒或块状物通过振动筛破碎，进入下一步工序。	超声筛分机
机械融合、喷雾造粒	机械融合：利用颗粒表面机械力作用产生机械化学效应，将表面改性剂或添加剂包覆在待改性颗粒表面。 喷雾造粒：为提高三元材料倍率性能，可将材料一次单晶研磨成纳米级材料，再用喷雾造粒的方法将纳米级三元材料加工成十几微米的二次团聚体。	机械融合机 搅拌磨、砂磨机、喷雾干燥机
混料、除铁、包装	筛分合格品通过密闭输送管道进入混料机内，混合均匀后物料经过除铁包装系统，采用高强磁的电磁分选机处理筛分后的产品，除掉对电池有害的磁性异物，得到高纯度产品。产品直接输送至自动包装机进行真空包装出售。磁性异物待达到一定量后，进行再次除铁回收磁性异物沾染的产品，回用于生产。	混料机、除铁包装系统、电磁分选机、自动包装机

资料来源：容百锂电环评、新时代证券研究所

**表21：高镍与普通三元正极材料制备工艺总结**

工艺	工艺流程	普通三元正极	高镍三元正极	
煅烧前工艺	混料	锂源	碳酸锂	单水氢氧化锂
		前驱体	品质要求不及高镍前驱体	制备要求高，品质要求高
	装钵	装钵量多	装钵量少	
煅烧工艺	煅烧	煅烧温度	煅烧温度高	煅烧温度低
		煅烧时间	煅烧时间短	煅烧时间长，且需要多次煅烧，主流在2次
		煅烧气氛	空气气氛	纯氧气气氛
煅烧后工艺	粉碎	硬度较大	硬度较小	
	洗涤	水洗可选	需要水洗	
	干燥	要求一般	要求高	
	包覆	可选	需要包覆	
	机械融合/喷雾造粒	一般不需要	可选	
包装	无特殊要求	真空包装		

资料来源：cnki、《锂离子电池三元材料》、新时代证券研究所

现阶段高镍三元材料存在的主要问题有：(1)阳离子混排，或者锂镍混排；(2)热稳定性较差；(3)表层结构不稳定；(4)二次粒子中的应变与微裂纹；(5)过高

的表面碱含量。

**表22: 高镍三元材料存在的主要问题**

存在的问题	介绍	后果
阳离子混排/锂镍混排	高镍三元材料在合成过程中部分 Ni <sup>2+</sup> 占据 Li <sup>+</sup> 位, 形成阳离子混排。另外在充电过程中, 过渡金属层中的低价镍会迁移到锂层, 占据锂空位, 也会形成阳离子混排。	化学计量比材料合成困难, 造成电池的首次充放电效率不高。
热稳定性较差	镍含量的增加, 热分解温度降低, 放热量增加, 意味着材料的热稳定性变差。在高镍材料中, 在相同电位下脱出的 Li 多于低镍含量材料, Ni <sup>4+</sup> 含量较高, 且有很强的还原性容易变成 Ni <sup>3+</sup> , 为了保持电荷平衡, 材料会释放出氧气, 使得稳定性变差。	安全性降低。
表层结构不稳定	电极材料的脱锂均是从表层开始, 并且随着充电的进行表层结构出现过度脱锂的现象, 同时高镍三元材料的层状结构向尖晶石结构、惰性岩盐结构转变, 往往在前几次充放电之后, 材料表层即形成较厚的惰性层(主要成分为 NiO)。另外表层强氧化性的高价过渡金属离子与电解液发生严重的副反应。	电池的极化增大、容量快速衰减。
二次粒子中的应变与微裂纹	目前三元材料多采用共沉淀方法合成, 而共沉淀的特点就是依靠纳米级一次粒子团聚成大成二次粒子。在共沉淀过程中, 剧烈搅拌导致一次粒子无序分布团聚, 因此在二次粒子中存在不同程度的应力和畸变。	二次粒子中存在不同程度的应力和畸变
过高的表面碱含量	三元材料中的镍元素呈碱性, 暴露在空气中易吸收水分和 CO <sub>2</sub> , 与表层锂反应生成 LiOH 和 Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , 进一步增加了材料的 pH 值。三元材料中镍含量越高, 表面碱越多。	影响了三元材料的电化学性能和储存性能

资料来源: 中国电源、新时代证券研究所

为了提高高镍三元材料所需要的相关方面的性能(如热稳定性、循环性能或倍率性能等), 改善高镍三元材料缺陷, **通常要对正极材料进行掺杂改性以及表面包覆处理, 并且需要适合的高镍电解液进行匹配。**各家企业掺杂改性以及表面包覆处理方式有所不同, 对正极企业要求具备较强的研发实力以及比较深厚的研究积淀。

### 2.2.2、三元正极材料制备设备

三元材料的性能和成本主要取决于生产工艺和关键设备的选择。目前工业化生产采用的主流生产工艺为: 共沉淀法制备前驱体, 然后将其与锂源混合固相烧制制成三元材料。

**表23: 三元正极材料制备关键设备总结**

关键设备	关键设备介绍	普通三元材料	高镍三元材料
配混料设备	配混料工序决定了三元材料锂配比的稳定性和均匀性, 其中稳定性取决于原材料称量的准确度, 均匀性取决于混料机的混合效果。混合一般分湿法混合和干法混合, 三元材料通常采用干法混合, 设备有斜式混料机(球磨机)、高速混料机、V型混料机、犁刀飞刀混料机等。	部分仍采用球磨机 (1) 球磨机混合单吨物料耗电在 120kwh (2) 单吨物料研磨介质更换费用为 80 元	高速混料机 (1) 高混机混合单吨物料耗电在 120kwh (2) 无研磨介质更换费用 (3) 密封性要求高, 同时要求控湿 (4) 耐腐蚀、耐碱 (5) 温度控制要求高
烧结设备	烧结设备是三元材料制备的核心设备, 主要指窑炉, 其结构对三元材料的物理性能和电化学性能均有较大影响。高镍材料必须在纯氧气氛中高温合成, 窑炉材质必须耐氧气腐蚀; 而且必须用氢氧化锂做锂源进行高温合	1、推板窑/辊道窑 2、匣钵 单吨普通三元材料匣钵成本为 700 元左右, 单吨高镍三元材料匣	1、密封辊道窑 (1) 耐氧气腐蚀、耐碱 (2) 密封性要求高 (3) 温度控制精度要求高

关键设备	关键设备介绍	普通三元材料	高镍三元材料
	成，氢氧化锂容易挥发且碱性很强，窑炉材质必须耐碱腐蚀；目前高镍三元材料生产主要采用密封辊道窑，国内能生产的企业比较少。 常用烧结设备有推板窑和辊道窑，其中尤以辊道窑使用最为广泛。	体成本为 1600 元左右。	2、匣钵 (1)耐腐性能强，不容易引起表层剥落掉粉，不出现杂质污染正极材料 (2)破损率小 (3)刚玉含量高
粉碎设备	对烧结料进行解离，以此来控制粉体的粒度大小及其分布。三元材料粉碎通常先将烧结料进行粗碎，再进行粉磨，三元材料的粉碎程度主要取决于粉磨过程。 粗碎设备一般采用鄂式破碎机或辊式破碎机；粉磨设备一般采用气流磨、机械磨、胶体磨。	粗碎：鄂式破碎机/辊式破碎机 粉磨：气流磨/机械磨	粗碎：鄂式破碎机/辊式破碎机 粉磨：气流磨/机械磨
除铁设备	三元材料的金属异物需要控制在几十 ppb (1ppb=1×10 <sup>-9</sup> m) 级水平，金属异物过高会导致电池自放电率大，甚至影响到电池的安全性能。三元材料的金属异物主要来源于原材料和生产过程中的设备磨损，并且主要以磁性金属杂质为主，尤其是金属铁。三元材料生产过程中需要对成品进行除铁一次甚至多次。 常用的除铁设备有电磁除铁器和永磁除铁器。	电磁除铁器	电磁除铁器

资料来源：cnki、《锂离子电池三元材料》、新时代证券研究所

**表24： 四种三元材料混料设备的主要优劣势对比**

设备类型	主要优势	主要劣势
斜式混料机 (球磨机)	①设备一次性投资低，设备混料均匀性较好	①混料时间长，3-4 小时，效率低，能耗大； ②粉尘大，噪声高，工作环境差； ③操作复杂，混料过程需要人工开盖检查，出料需要分离料球，工人劳动强度大； ④设备内部容易磨损，造成金属杂质含量升高
高速混料机	①混料时间短，几十分钟内即可完成物料的均匀混合，能耗低； ②单位时间产能大，单台设备是斜式混料机的 10 倍以上； ③操作简单，易于清扫； ④无粉尘和噪声，工作环境好	①由于浆叶高速运转，对前驱体颗粒的碰撞力较大，松散型的前驱体容易被破碎，不适合使用； ②设备一次性投资大； ③操作过程严禁金属物品落入混合锅内，否则会造成设备损坏
V 型混料机	①混料速度快，时间短； ②没有机械挤压和强烈磨损，能保持物料颗粒完整，不易造成破碎； ③不积料，清洗方便彻底	①产能小，一般适合实验室或中试线使用； ②自动化程度不高，出料需要人工操作
犁刀飞刀混料机	①混料时间短； ②对粒度和比重差异较大的物料混合有较好的适应性；③单批次混料量较大	①混料机内转动部件较多，有一定摩擦，犁刀易磨损； ②内壁易粘料，清洗不方便

资料来源：cnki、新时代证券研究所

**表25： 两种三元材料烧结设备的主要优劣势对比**

设备类型	主要优势	主要劣势
推板窑	①设备投资小；	①能耗高；②推板易磨损，使推板和窑底间的摩擦阻力增

设备类型	主要优势	主要劣势
	②密封好，结构简单，操作方便	加，易罗叠拱板；③炉长一般较短，产能小；④炉内上下温差不均匀；⑤ <b>不适用于高镍三元材料的生产</b>
辊道窑	①炉内温度均匀性好，上下温差小， <b>产品一致性好</b> ；②能耗低；③宽断面辊道窑的使用，大大提升了产能④炉内烧结气氛均匀稳定，易于控制，适合三元材料对气氛控制的高要求；⑤自动化程度高；⑥ <b>适用于高镍三元材料的生产</b>	①辊棒容易变形和断裂，需要定期检查、更换；②设备投资成本大

资料来源：cnki、新时代证券研究所

**表26：三种三元材料粉碎设备的主要优劣势对比**

设备类型	主要优势	主要劣势
气流磨	①适用性强，不同硬度的三元材料烧结料均可使用气流磨进行粉碎；②颗粒之间解离效果好	①由于粉碎强度较大，容易破坏三元材料的球形颗粒；②能耗高，运行成本高；③设备投资成本大；④物料与设备内壁碰撞、摩擦，易引入金属杂质；⑤设备内部残留物料不易清理
机械磨	①粉碎效率高，能耗低；②设备稳定性高，可24h连续生产，有利于自动控制；③负压生产，无粉尘污染，工作环境好；④设备内部残留物料易清理；⑤粉碎强度适中，不会破坏三元材料的球形颗粒	①磨盘容易磨损，需要定期更换；② <b>不宜用于硬度大的三元材料</b> ；③用于粒度过细的物料三元材料时，产能低，磨盘使用寿命短
胶体磨	①能耗低；②设备稳定性高，可24h连续生产，有利于自动控制；③无粉尘污染，工作环境好；④设备内部残留物料易清理	①不适合粉碎粒度细的材料；②粉碎强度比机械磨要弱， <b>不能用于硬度大的三元材料</b>

资料来源：cnki、新时代证券研究所

**表27：两种三元材料除铁设备的主要优劣势对比**

设备类型	主要优势	主要劣势
电磁除铁器	①磁场强度高，除铁效果好，可适用于含铁量高的物料；②可实现全自动运行，无需人工操作	①能耗高，运行成本高；②设备投资成本大；③维修难度大，周期长
永磁除铁器	①能耗低，运行成本低；②使用简单，安装方便，体积小；③价格便宜	①磁场强度偏弱，除铁效果一般， <b>不适用于三元材料成品除铁</b>

资料来源：cnki、新时代证券研究所

高镍三元材料对生产的工艺、装备、环境、气氛要求较高，生产线必须实现较高的自动化水平，以此满足高镍三元材料的生产，因此，整个生产过程的自动化控制对三元材料尤其高镍三元材料至关重要。传统的生产设备无法实现生产线的自动化控制，近几年国内主要正极材料企业均从国外引进了自动化程度高的生产设备，并且国内设备厂商已逐步实现国产化。从目前三元材料自动化生产工艺的水平来看，基本实现了全流程无断点，生产工艺参数自动精准控制，关键工序气氛可控，但在设备的适应性选择、自动化设备维护以及生产车间的温湿度、气氛控制方面仍存在一定的不足。

### 2.2.3、影响三元材料关键性能的因素

三元材料主要性能指标有容量、倍率、游离锂、比表面积等。

#### 1、影响三元材料容量的主要因素

在实际生产过程中，影响三元材料容量最主要的两个因素是锂化配比和煅烧温



度，需要控制产品容量稳定一致。

**表28: 影响三元材料容量的主要因素**

影响因素	具体情况
锂化配比	(1) 严格控制三元材料前驱体和锂源供应商的产品品质和批次稳定性; (2) 准确检测出三元材料前驱体的总金属含量和锂源的锂含量; (3) 采用混合效果好的混合设备, 保证混合物料每个点的锂化值都基本一致。
煅烧温度	(1) 固定匣钵装料量和匣钵层数, 不同的装料量和匣钵层数所需的煅烧温度略有差别, 若调整匣钵装料量和匣钵层数后, 需要调整相应的煅烧温度; (2) 回窑炉测温元件的定期校正

资料来源: 中国粉体网、新时代证券研究所

## 2、影响三元材料倍率的主要因素

不同组分三元材料的倍率性能不同, 而引起同组分三元材料倍率性能差异的原因主要有材料的粒径、形貌、锂化配比、煅烧气氛等。

**表29: 影响三元材料倍率的主要因素**

影响因素	具体情况
粒径	粒径小的材料比表面积较大, 材料与电解液的接触面积较大, 同时锂离子的扩散路径变短, 有利于大电流密度下锂离子在材料的嵌脱, 因此小粒径材料的倍率性能较好。 要得到小粒径的三元材料, 需要用小粒径的前驱体煅烧, 或将大粒径的三元材料破碎成小颗粒后进行煅烧。
形貌	疏松多孔的形貌有利于电解液的浸润, 缩短锂离子的扩散路径, 所以倍率性能好于密实的形貌。
锂化配比	锂化配比会影响材料的倍率性能, 在低倍率下 (C/12) 条件下影响并不明显, 但随着充放电倍率的增大, 高锂化配比的样品倍率性能明显好于低锂化配比的样品, 这主要是由于高锂化配比材料具有较高的电子电导率。
煅烧气氛	低倍率情况下, 煅烧气氛的影响并不明显, 但随着倍率的上升, <b>氧气气氛下煅烧的材料倍率性能优于空气煅烧的材料</b> , 这主要是由于氧气气氛减少了材料的阳离子混排, 从而使材料具有较好的倍率性能。

资料来源: 中国粉体网、新时代证券研究所

## 3、影响三元材料游离锂的主要因素

游离锂是指三元材料表面的锂的氧化物、氢氧化物及碳酸盐等。由于锂的化合物(氧化锂、碳酸锂、氢氧化锂)为碱性, 游离锂离子含量升高, 会使材料 PH 值升高, 使粉体更容易受潮吸水; 强碱性也容易使黏结剂 PVDF 出现团聚现象, 使电池浆料黏度增大甚至出现凝胶状, 材料无法进入下一段工序。

三元材料的游离锂主要和材料的锂化配比、煅烧制度有关。一般情况下, 锂化配比越高, 材料表面的游离锂含量越高; 而煅烧温度越高, 煅烧时间越长, 单钵煅烧量越少, 则材料表面残留的游离锂越少。

同时为降低高镍三元材料表面游离锂带来碱性过大的问题, 主要从四方面入手:

(1) 一般从源头来控制前驱体的 pH 和生产环境, 控制整个生产线的温度、气氛和环境湿度, 严格控制材料与空气的接触。

(2) 混锂烧结阶段降低锂盐比例, 调整烧结制度, 让锂能快速扩散到晶体内部。

(3) 对材料水洗, 然后二次烧结降低表面残碱含量, 但相应的会损失一部分电性能, 这是目前商业中常用得一种方法。

(4) 表面包覆改性也是降低三元材料表面残碱含量的有效方法, 高镍三元一般都需要表面包覆改性。

#### 4、影响三元材料比表面积的主要因素

三元材料的比表面积主要影响电池制备过程中的正极材料调浆过程，大比表面积材料容易吸水，需要控制调浆环境水分，否则容易产生浆料黏度大、分散不易、颗粒团聚快、过筛易堵住筛网、涂布颗粒多等问题。影响材料比表面积的因素主要有三元材料的粒度分布、一次单晶大小以及水洗。

**表30：影响三元材料比表面积的主要因素**

影响因素	具体情况
粒度分布	(1) 严格控制前驱体的粒度分布； (2) 严格控制三元材料成品粉碎和分级工序的工艺参数。
一次单晶	有些三元材料的粒度分布基本相同，但比表面积却有差异，这是需要查看三元材料的单晶大小是否有差异，单晶大的产品比表面积要小。 <b>产品单晶大小与煅烧温度有关。</b>
水洗	水洗烘干后的三元材料比表面比未水洗时上升很多。

资料来源：中国粉体网、新时代证券研究所

### 2.3、小结

在共沉淀-高温固相烧结合成三元材料的过程中，对合成正极材料的物理化学性能有显著影响包含两个方面：**前驱体（形貌、振实密度、粒径分布等）和烧结过程工艺（烧结制度、原料配比和气氛等）。**

**1、前驱体对三元材料的生产至关重要，因为前驱体的品质(形貌、粒径、粒径分布、比表面积、杂质含量、振实密度等)直接决定了最后烧结产物的理化指标。**可以这么说，三元材料相当大的技术含量体现在前驱体工艺里。前驱体的壁垒：

**(1) 前驱体具有较高的技术壁垒。**以共沉淀法合成正极材料前驱体，是在热溶液中的涉及气液固三相复杂反应的过程，影响体系稳定的因素多，控制繁琐，并伴随生产一定的副产物。因此，深入了解和精确控制反应体系的各个相关参数，（pH值、络合剂浓度、进料量、搅拌速度、陈化时间和进液速度等），才能合成出满足要求的高振实球型前驱体。

**(2) 前驱体具有较高的环保壁垒。**三元前驱体的制备属于湿法过程，生产过程将产生大量含重金属的废水，对环境污染大，存在较高的环保壁垒。

**2、高温固相法中的烧结工艺直接影响最终产品的层状结构的发育完整度和晶体缺陷，进而对正极材料的电化学性能产生影响。**同时为提升正极材料电化学性能，还可以通过掺杂元素、表面包覆修饰稳定晶体结构和调整颗粒形貌、梯度分布等设计方法，综合提高其首次库伦效率、容量、倍率性能、寿命、压实密度及热稳定性等物理化学性质。

为了提高高镍三元材料所需要的相关方面的性能(如热稳定性、循环性能或倍率性能等)，改善高镍三元材料缺陷，**通常要对正极材料进行掺杂改性以及表面包覆处理，并且需要适合的高镍电解液进行匹配。**各家企业掺杂改性以及表面包覆处理方式有所不同，对正极企业要求具备较强的研发实力以及比较深厚的研究积淀。

**(1) 从生产工艺和设备方面考虑，高镍三元材料在前驱体制备、正极材料烧结、生产环境（密封性、全程湿度控制在10%以内、温度控制、气氛控制）和生产工艺方面要求相对苛刻，因此正极材料企业对窑炉烧结设备等生产设备的各项性能要求都比较高，尤其是烧结设备精度及相关工艺要求的大幅提升，整体加工难度明显增加。**从目前三元材料自动化生产工艺的水平来看，基本实现了全流程无断点，

生产工艺参数自动精准控制，关键工序气氛可控，但在设备的适应性选择、自动化设备维护以及生产车间的温湿度、气氛控制方面仍存在一定的不足。

**表31: 高镍与普通三元正极材料制备工艺总结**

工艺	工艺流程		普通三元正极	高镍三元正极
煅烧前工艺	混料	锂源	碳酸锂	单水氢氧化锂
		前驱体	品质要求不及高镍前驱体	制备要求高，品质要求高
	装钵		装钵量多	装钵量少
煅烧工艺	煅烧	煅烧温度	煅烧温度高	煅烧温度低
		煅烧时间	煅烧时间短	煅烧时间长，且需要多次煅烧，主流在2次
		煅烧气氛	空气气氛	纯氧气气氛
煅烧后工艺	粉碎		硬度较大	硬度较小
	洗涤		水洗可选	需要水洗
	干燥		要求一般	要求高
	包覆		可选	需要包覆
	机械融合/喷雾造粒		一般不需要	可选
	包装		无特殊要求	真空包装

资料来源: cnki、《锂离子电池三元材料》、新时代证券研究所

(2) **从产品认证方面考虑**，随着高镍三元镍含量提升，安全性相对降低，进入电池厂商的技术门槛、认证时间以及认证难度都在提升。整车企业对新技术和新产品应用在车型时非常审慎，各大车企对电池供应商都有严格而复杂的认证程序，电池企业及相关产品都需要接受高难度的测试和验证，所需时间较长。

(3) 为了提高高镍三元材料所需要的相关方面的性能(如热稳定性、循环性能或倍率性能等)，改善高镍三元材料缺陷，**通常要对正极材料进行掺杂改性以及表面包覆处理，并且需要适合的高镍电解液进行匹配**。各家企业掺杂改性、表面包覆、机械融合以及喷雾造粒处理方式有所不同，对正极企业要求具备较强的研发实力以及比较深厚的研究积淀。

### 3、三元正极材料成本分析

#### 3.1、假设条件

将三元正极材料售价(不含税)拆分为原材料成本、前驱体加工成本、前驱体毛利、正极加工成本、正极毛利进行分析。

假设一: 由于前驱体制备时为液相反应，为保证反应完全，制备前驱体时硫酸镍、硫酸钴、硫酸锰均过量1%。

假设二: 锂化配比(锂源含锂量/前驱体)=1.05，即碳酸锂/单水氢氧化锂过量5%。

假设三: 制备前驱体时，将硫酸镍、硫酸钴、硫酸锰按一定比例配置成总金属离子浓度为2mol/L的混合盐溶液，与4mol/L氢氧化钠溶液、3mol/L氨水一起并流计入反应釜中，即摩尔比为1:2:1.5。

假设四: 每吨NCM523/622/811分别需要8000/13000/15000kWh能耗，其中主要为正极煅烧工艺的耗电。

假设五: 单吨普通三元材料匣钵成本为700元左右，单吨高镍三元材料匣钵成

本为 1600 元左右。

假设六：每吨 NCM622/811 煅烧工艺用到的纯氧量为 3.78 吨。

**表32： 每吨正极所需要的原材料（理论值）**

原材料	NCM333	NCM523	NCM622	NCM811	NCA
碳酸锂(吨)	0.383	0.383	0.381	-	-
硫酸镍(吨)	0.908	1.360	1.626	2.160	2.187
硫酸钴(吨)	0.971	0.582	0.580	0.289	0.439
硫酸锰(吨)	0.584	0.525	0.349	0.174	0.347
氢氧化锂(吨)	-	-	-	0.431	0.437
对应金属锂(吨)	0.072	0.072	0.072	0.071	0.072
<b>对应金属镍(吨)</b>	<b>0.203</b>	<b>0.304</b>	<b>0.363</b>	<b>0.483</b>	<b>0.489</b>
<b>对应金属钴(吨)</b>	<b>0.204</b>	<b>0.122</b>	<b>0.122</b>	<b>0.061</b>	<b>0.092</b>
对应金属锰(吨)	0.190	0.171	0.113	0.056	0.014

资料来源：cnki、新时代证券研究所

**表33： 每吨正极所需要的原材料（考虑假设一、假设二）**

原材料	NCM523	NCM622	NCM811
硫酸镍(吨)	1.375	1.643	2.183
硫酸钴(吨)	0.588	0.586	0.292
硫酸锰(吨)	0.530	0.352	0.175
碳酸锂(吨)	0.402	0.400	-
氢氧化锂(吨)	-	-	0.453
对应金属镍(吨)	0.307	0.367	0.488
对应金属钴(吨)	0.123	0.123	0.061
对应金属锰(吨)	0.172	0.115	0.057
对应金属锂(吨)	0.075	0.075	0.075
氢氧化钠(吨)	0.828	0.825	0.822
氨水(吨)	0.044	0.044	0.044
包覆剂(氢氧化铝)(吨)	-	0.0176	0.0019

资料来源：cnki、新时代证券研究所

**表34： 主要原材料价格**

	含税价(万元/吨)	不含税价(万元/吨)
硫酸镍	2.5	2.155
硫酸钴	6.6	5.690
硫酸锰	0.69	0.595
碳酸锂	8	6.897
氢氧化锂	11	9.483
氢氧化钠	0.41	0.353
氨水	0.4	0.345
包覆剂	0.4	0.345

资料来源：choice、ciaps、新时代证券研究所

### 3.2、成本分析

正极材料公司一般采用原材料成本+加工成本+利润的方式定价。按照每吨正极材料成本结构以及每 kWh 电池对应的正极材料成本结构两种口径对正极材料成本进行分析。

表35： 每吨正极材料成本结构

项目	分项	NCM523		NCM622		NCM811	
		成本	成本占比	成本	成本占比	成本	成本占比
原材料成本	碳酸锂	2.771	22.70%	2.760	20.48%	0.000	0.00%
	氢氧化锂	0.000	0.00%	0.000	0.00%	4.295	28.81%
	硫酸镍	2.963	24.28%	3.542	26.28%	4.705	31.56%
	硫酸钴	3.347	27.42%	3.334	24.74%	1.661	11.14%
	硫酸锰	0.315	2.59%	0.210	1.55%	0.104	0.70%
	氢氧化钠	0.293	2.40%	0.292	2.16%	0.291	1.95%
	氨水	0.015	0.12%	0.015	0.11%	0.015	0.10%
	包覆剂	0.000	0.00%	0.006	0.05%	0.001	0.00%
<b>原材料成本合计（万元吨）</b>		<b>9.704</b>	<b>79.51%</b>	<b>10.158</b>	<b>75.38%</b>	<b>11.072</b>	<b>74.27%</b>
前驱体加工成本	折旧	0.192	1.57%	0.202	1.50%	0.224	1.50%
	人工	0.128	1.05%	0.114	0.85%	0.107	0.72%
	能耗	0.132	1.08%	0.139	1.03%	0.145	0.97%
<b>前驱体加工成本合计（万元吨）</b>		<b>0.452</b>	<b>3.70%</b>	<b>0.455</b>	<b>3.38%</b>	<b>0.476</b>	<b>3.19%</b>
<b>前驱体毛利（万元吨）</b>		<b>0.854</b>	<b>7.00%</b>	<b>0.854</b>	<b>6.34%</b>	<b>1.139</b>	<b>7.64%</b>
正极加工成本	折旧	0.466	3.81%	0.513	3.81%	0.608	4.08%
	人工	0.120	0.98%	0.075	0.56%	0.060	0.40%
	能耗	0.531	4.35%	0.863	6.40%	0.996	6.68%
	纯氧气氛	0.000	0.00%	0.397	2.95%	0.397	2.66%
	匣钵成本	0.070	0.57%	0.160	1.19%	0.160	1.07%
	研磨介质成本	0.008	0.07%	0.000	0.00%	0.000	0.00%
<b>正极加工成本合计（万元吨）</b>		<b>1.195</b>	<b>9.79%</b>	<b>2.008</b>	<b>14.90%</b>	<b>2.221</b>	<b>14.90%</b>
<b>正极成本（万元/吨）</b>		<b>12.205</b>	<b>100.00%</b>	<b>13.475</b>	<b>100.00%</b>	<b>14.907</b>	<b>100.00%</b>
<b>正极毛利（万元/吨）</b>		<b>1.800</b>		<b>2.500</b>		<b>3.300</b>	
<b>正极售价（不含税）（万元/吨）</b>		<b>14.005</b>		<b>15.975</b>		<b>18.207</b>	
正极售价（含税）（万元/吨）		16.245		18.531		21.121	
毛利率（%）		12.85%		15.65%		18.12%	

资料来源：cnki、《锂离子电池三元材料》、当升科技环评、容百锂电环评、公司公告、新时代证券研究所

表36： 每 kWh 电池对应的正极材料成本结构

项目	分项	NCM523		NCM622		NCM811	
		成本	成本占比	成本	成本占比	成本	成本占比
原材料成本	碳酸锂	48.977	22.70%	45.831	20.48%	0.000	0.00%
	氢氧化锂	0.000	0.00%	0.000	0.00%	61.935	28.81%
	硫酸镍	52.372	24.28%	58.809	26.28%	67.849	31.56%
	硫酸钴	59.155	27.42%	55.355	24.74%	23.949	11.14%
	硫酸锰	5.576	2.59%	3.479	1.55%	1.505	0.70%



	氢氧化钠	5.176	2.40%	4.843	2.16%	4.191	1.95%
	氨水	0.268	0.12%	0.252	0.11%	0.219	0.10%
	包覆剂	0.000	0.00%	0.101	0.05%	0.009	0.00%
<b>原材料成本合计(元/kwh)</b>		<b>171.524</b>	<b>79.51%</b>	<b>168.669</b>	<b>75.38%</b>	<b>159.657</b>	<b>74.27%</b>
前驱体加工成本	折旧	3.389	1.57%	3.361	1.50%	3.227	1.50%
	人工	2.264	1.05%	1.891	0.85%	1.540	0.72%
	能耗	2.338	1.08%	2.301	1.03%	2.090	0.97%
<b>前驱体加工成本合计(元/kwh)</b>		<b>7.991</b>	<b>3.70%</b>	<b>7.553</b>	<b>3.38%</b>	<b>6.857</b>	<b>3.19%</b>
<b>前驱体毛利(元/kwh)</b>		<b>15.094</b>	<b>7.00%</b>	<b>14.182</b>	<b>6.34%</b>	<b>16.425</b>	<b>7.64%</b>
正极加工成本	折旧	8.228	3.81%	8.518	3.81%	8.767	4.08%
	人工	2.121	0.98%	1.245	0.56%	0.865	0.40%
	能耗	9.386	4.35%	14.328	6.40%	14.357	6.68%
	纯氧气氛	0.000	0.00%	6.590	2.95%	5.723	2.66%
	匣钵成本	1.237	0.57%	2.657	1.19%	2.307	1.07%
	研磨介质成本	0.141	0.07%	0.000	0.00%	0.000	0.00%
<b>正极加工成本合计(元/kwh)</b>		<b>21.114</b>	<b>9.79%</b>	<b>33.339</b>	<b>14.90%</b>	<b>32.020</b>	<b>14.90%</b>
<b>正极成本(元/kwh)</b>		<b>215.723</b>	<b>100.00%</b>	<b>223.744</b>	<b>100.00%</b>	<b>214.959</b>	<b>100.00%</b>
<b>正极毛利(元/kwh)</b>		<b>31.816</b>		<b>41.511</b>		<b>47.585</b>	
<b>正极售价(不含税)(元/kwh)</b>		<b>247.539</b>		<b>265.255</b>		<b>262.543</b>	
正极售价(含税)(元/kwh)		287.146		307.695		304.550	
毛利率(%)		12.85%		15.65%		18.12%	

资料来源: cnki、《锂离子电池三元材料》、当升科技环评、容百锂电环评、公司公告、新时代证券研究所

### 3.3、多角度看三元正极成本结构

对 NCM523、622、811 三种正极材料成本进行分析:

#### 1、从正极材料成本角度看

NCM523 单吨成本最低, NCM811 每 kWh 成本有一定的优势。基于目前材料价格, 单吨成本方面: NCM523<NCM622<NCM811; 每 kWh 电池对应的正极成本方面: NCM811<NCM523<NCM622。

图36: 正极材料成本拆分(万元/吨)

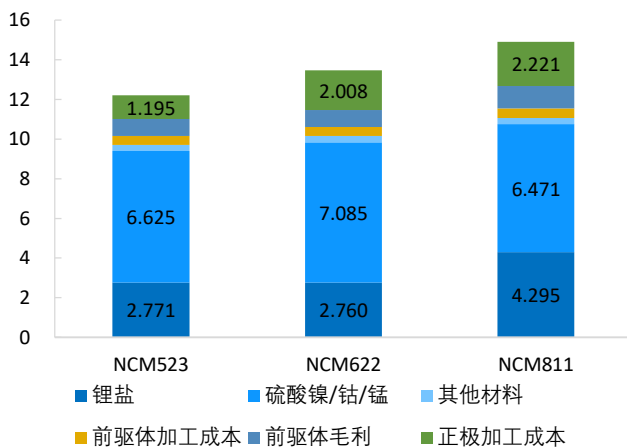
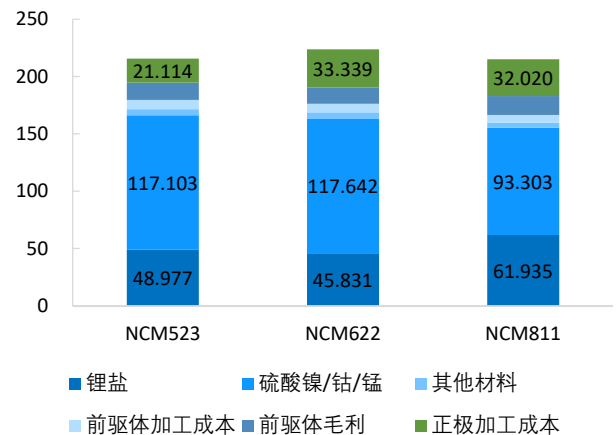


图37: 正极材料成本拆分(元/kWh)

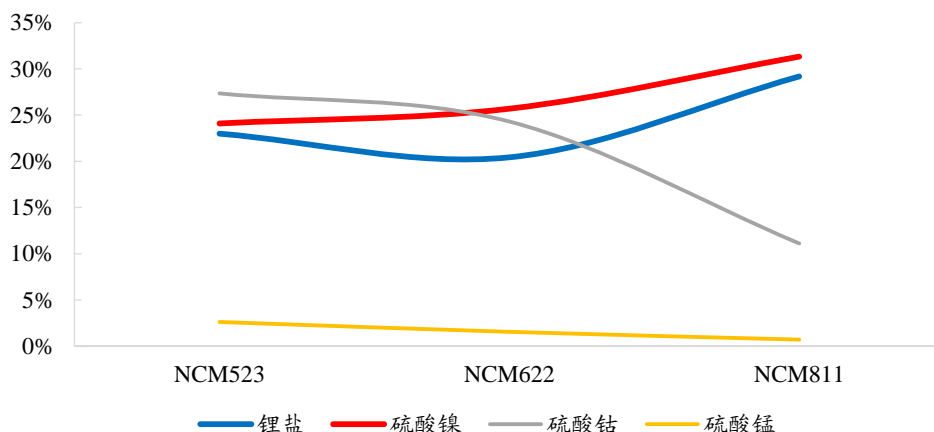


资料来源：wind、新时代证券研究所

资料来源：wind、新时代证券研究所

各分项成本分析：原材料成本占比在 74%-80%之间，其中锂盐+硫酸镍/钴/锰等主要原材料成本占比达到 72%-79%，**锂、钴、镍**等价格对正极材料成本影响较大，尤其是随着镍含量提升，硫酸镍占比呈上升趋势，与之相对应，随着钴含量降低，硫酸钴占比呈下降趋势。

图38: 正极材料中锂钴镍锰成本占比

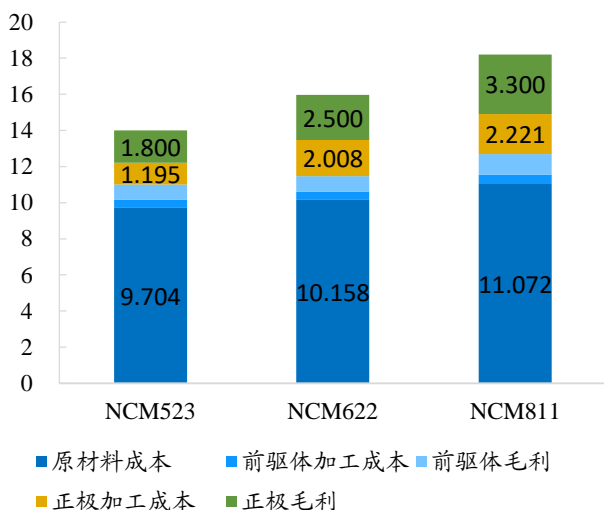


资料来源：wind、新时代证券研究所

### 2、从正极材料售价角度看

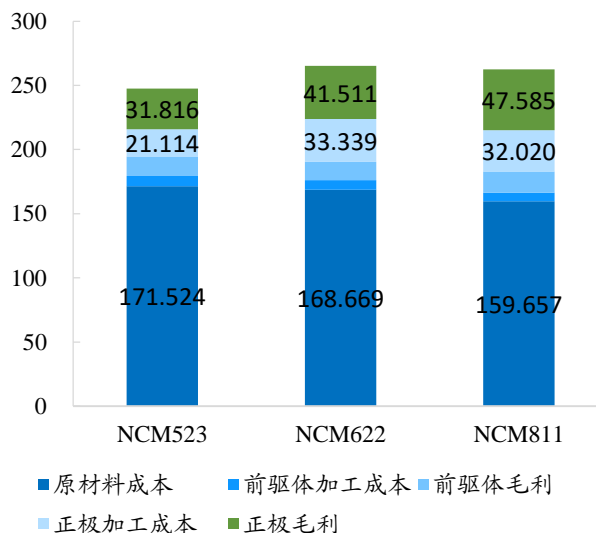
NCM523 单吨售价和每 kWh 售价均为最低。基于目前材料价格，单吨售价方面：NCM523<NCM622<NCM811；每 kWh 电池对应的正极售价方面：NCM523<NCM811<NCM622。NCM811 每 kWh 原材料成本要小于 NCM523，但正极材料加工成本以及正极毛利均明显高于 NCM523。

图39: 正极材料不含税售价拆分 (万元/吨)



资料来源：wind、新时代证券研究所

图40: 正极材料不含税售价拆分 (元/kWh)



资料来源：wind、新时代证券研究所

不论从单吨售价还是从每 kWh 售价看，相比 NCM523，NCM811 售价并不具有优势。我们分析主要有三个原因：（1）由于现阶段 NCM811 技术门槛高，能做好企业较少，因此单位毛利更高；（2）相比氢氧化锂，2018 年碳酸锂价格下跌幅度更大，目前氢氧化锂与碳酸锂价差在 3-3.5 万元/吨，导致 NCM811 锂源成本明

显高于 NCM523;(3) 钴价下跌幅度较大, NCM811 低钴化对降成本的影响在减少。

我们认为随着两大因素的逐步改善, 从每 kWh 售价看, NCM811 售价会逐步具有一定的优势。(1) 长期看随着 NCM811 逐步规模化, NCM811 毛利将逐步回归合理水平。(2) 2019 年氢氧化锂产能将逐步释放, 我们预计氢氧化锂价格将逐步下行, 与碳酸锂的价差将进一步减小, 逐渐回归到 1 万多元/吨的合理价差范围。

图41: 碳酸锂、氢氧化锂价格走势 (万元/吨)

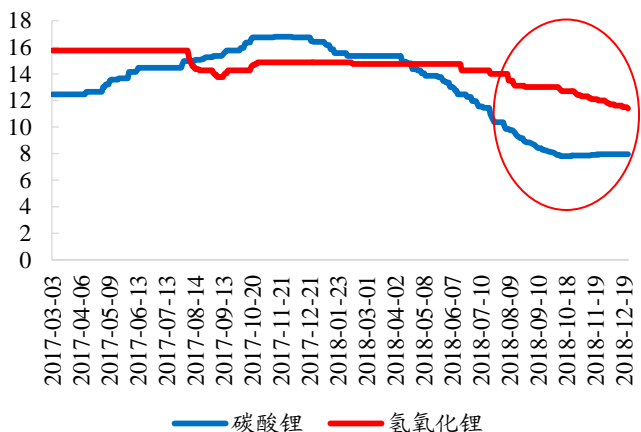
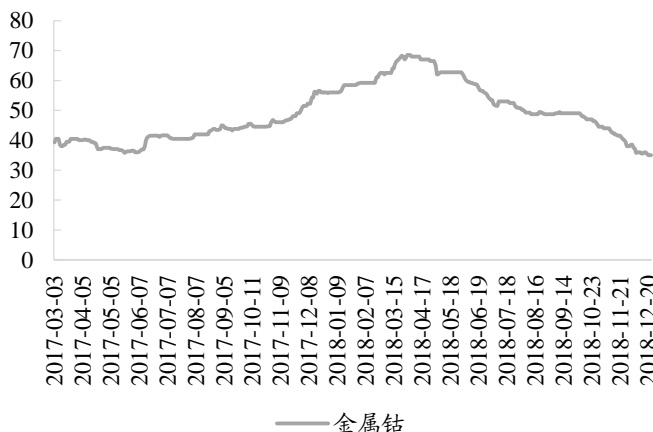


图42: 金属钴价格走势 (万元/吨)



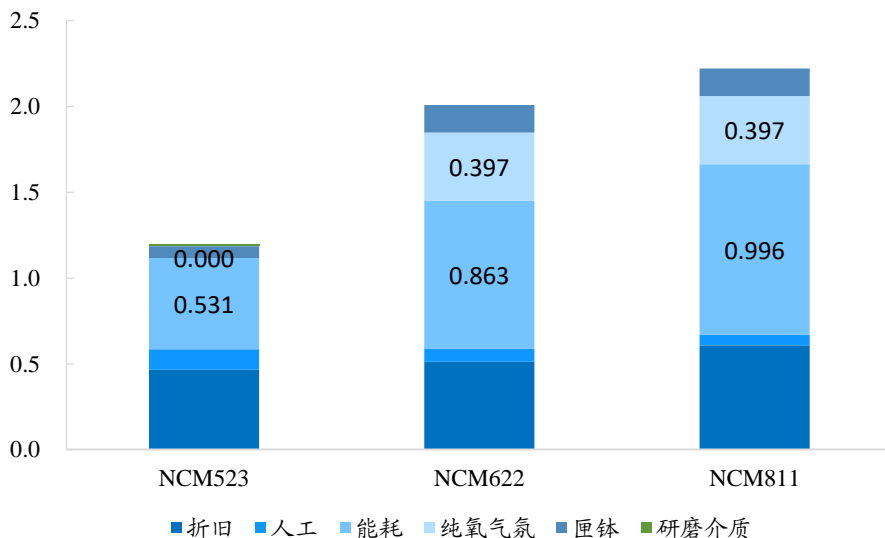
资料来源: Choice、新时代证券研究所

资料来源: Choice、新时代证券研究所

### 3、从正极加工成本角度看

高镍三元正极加工技术难度大, 能耗高, 正极加工费明显高于普通三元正极材料。受高镍三元煅烧次数多, 煅烧时间长以及装钵量较少的影响, 能耗成本明显高于普通三元材料; 高镍三元需要纯氧气氛, 氧气成本占也较高; 单吨普通三元材料匣钵成本为 700 元左右, 单吨高镍三元材料匣钵成本为 1600 元左右, 存在一定的差距。

图43: 高镍三元正极加工成本拆分 (万元/吨)



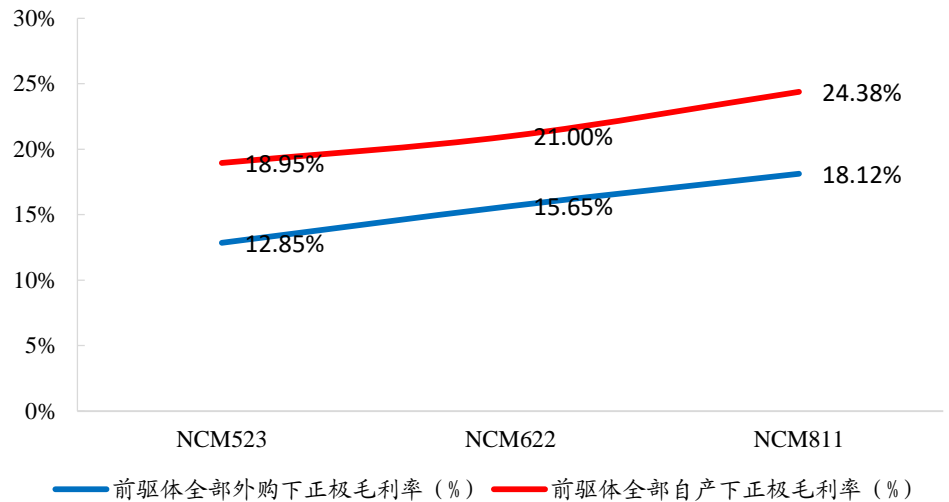
资料来源: wind、新时代证券研究所

### 4、假设前驱体全部自制

通过后向一体化布局前驱体制备, 正极材料企业可明显降低三元正极材料成本,

提升产品的毛利率。

**图44： 前驱体外部外购/自产下的正极毛利率**



资料来源：wind、新时代证券研究所

前驱体制备是三元材料产业链的关键环节，其好坏直接影响到三元材料的品质。高镍前驱体技术壁垒较高，高镍三元材料相当大的技术含量体现是在高镍前驱体制备过程中；且考虑到前驱体多为非标定制产品，高镍前驱体和高镍三元材料需要配套研究，我们认为自产前驱体在技术难度较高的高镍三元材料竞争中具备更大的优势。综合成本以及技术考虑，正极厂商自产前驱体模式拥有更高的毛利率以及更有效率的技术开发速度，在高镍正极行业竞争中更容易抢占先机，提升市占率。

#### 5、假设仅硫酸钴价格变动，其他成本不变

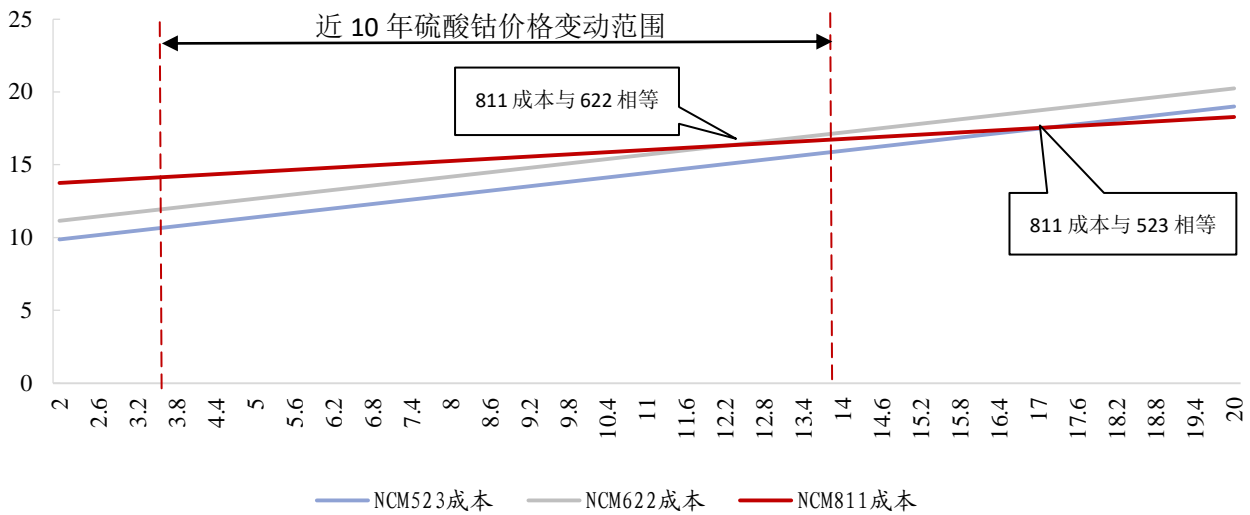
**单吨成本/售价：**当硫酸钴价格大于 17.2 万元/吨时，NCM811 单吨成本最低；当硫酸钴价格大于 23.2 万元/吨时，NCM811 单吨售价最低。要使得 NCM811 单吨成本或售价最低，硫酸钴价格要明显超出近 10 年价格变动范围。

**单位容量成本/售价：**当硫酸钴价格大于 6.6 万元/吨时，NCM811 单位容量成本最低；当硫酸钴价格大于 9.4 万元/吨时，NCM811 单位容量售价最低。

可以看出随着镍含量增加，钴含量减少，对钴价敏感性逐步减弱，意味着未来高镍三元材料成本/售价更容易受镍价格波动影响。

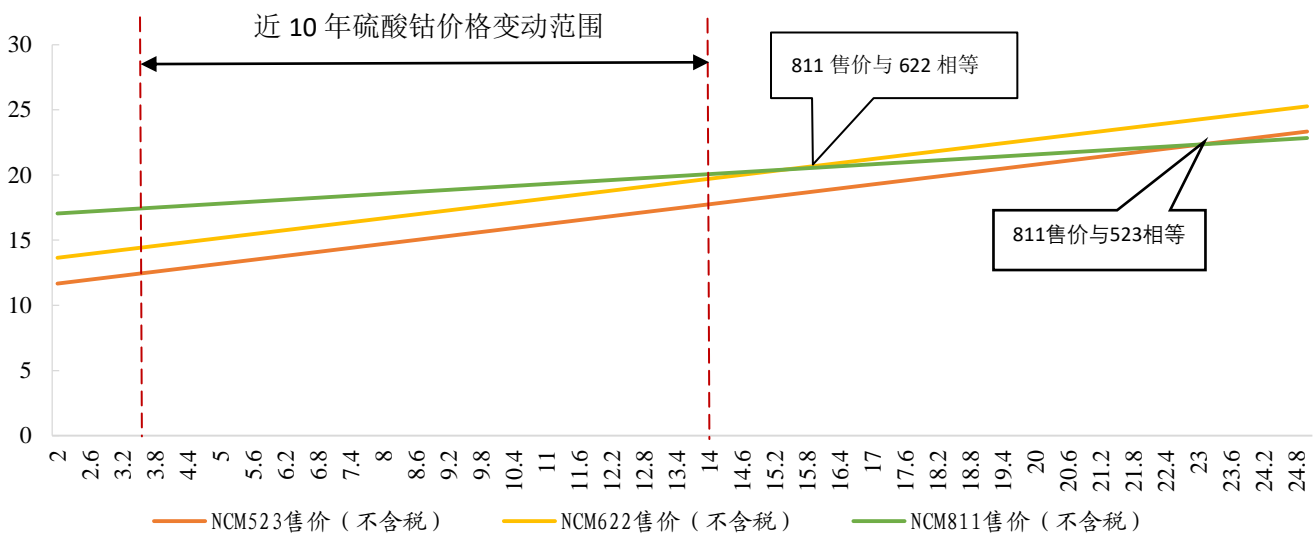
**图45： 硫酸钴价格（横轴，万元/吨）变动对 NCM 单吨成本（纵轴，万元/吨）的影响**





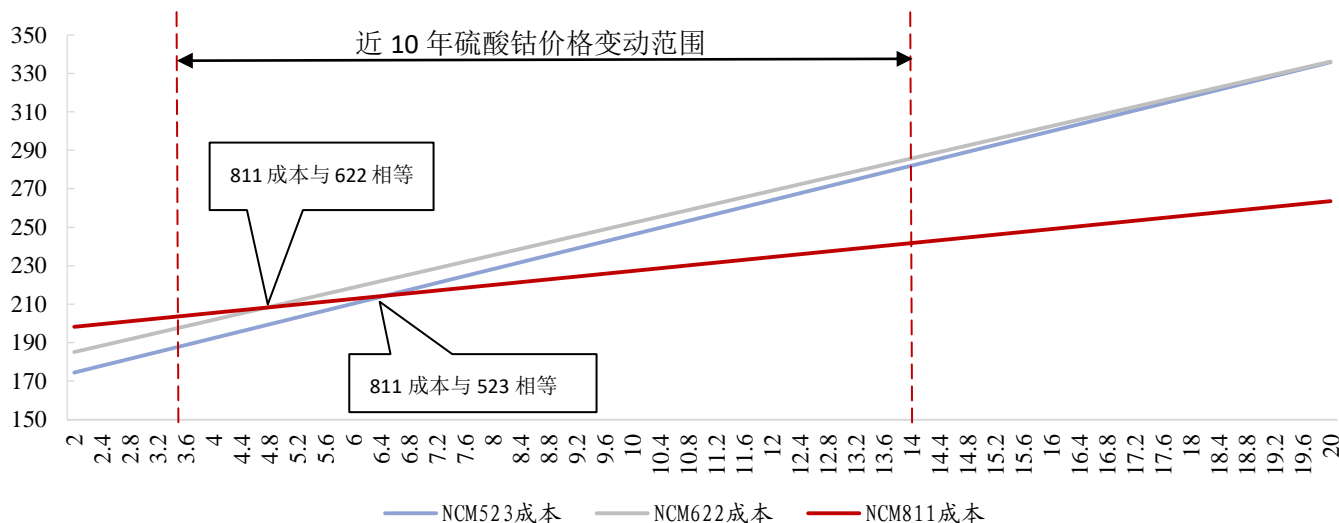
资料来源: wind、新时代证券研究所

图46: 硫酸钴价格(横轴, 万元/吨)变动对 NCM 单吨售价(纵轴, 万元/吨)的影响



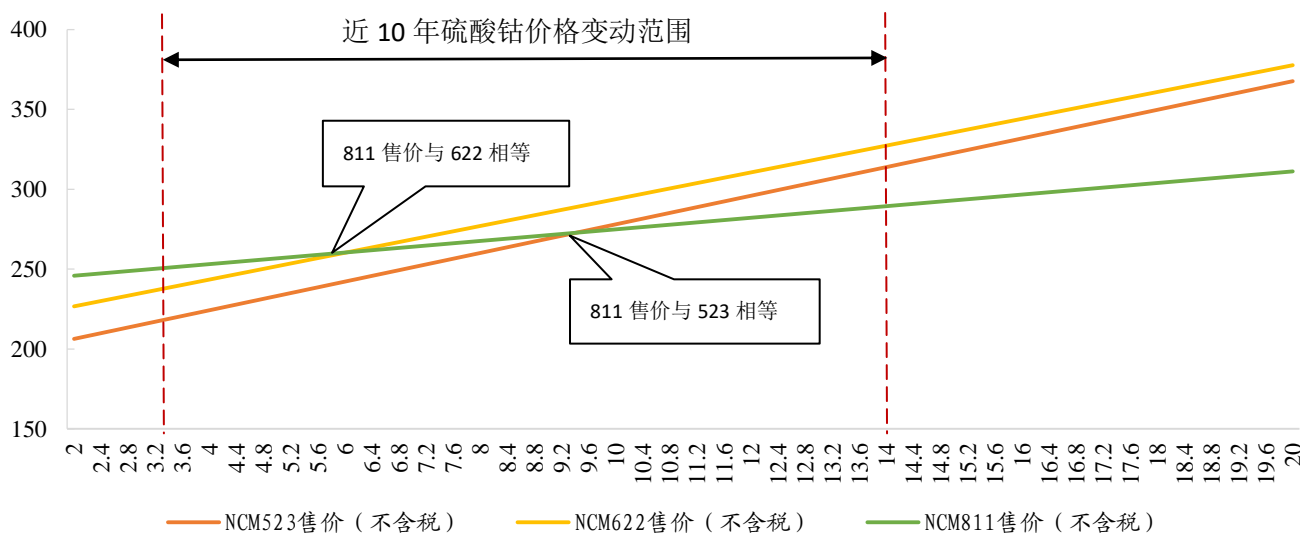
资料来源: wind、新时代证券研究所

图47: 硫酸钴价格(横轴, 万元/吨)变动对 NCM 单位容量成本(纵轴, 元/kWh)的影响



资料来源：wind、新时代证券研究所

图48: 硫酸钴价格(横轴, 万元/吨)变动对 NCM 单位容量售价(纵轴, 元/kWh)的影响



资料来源：wind、新时代证券研究所

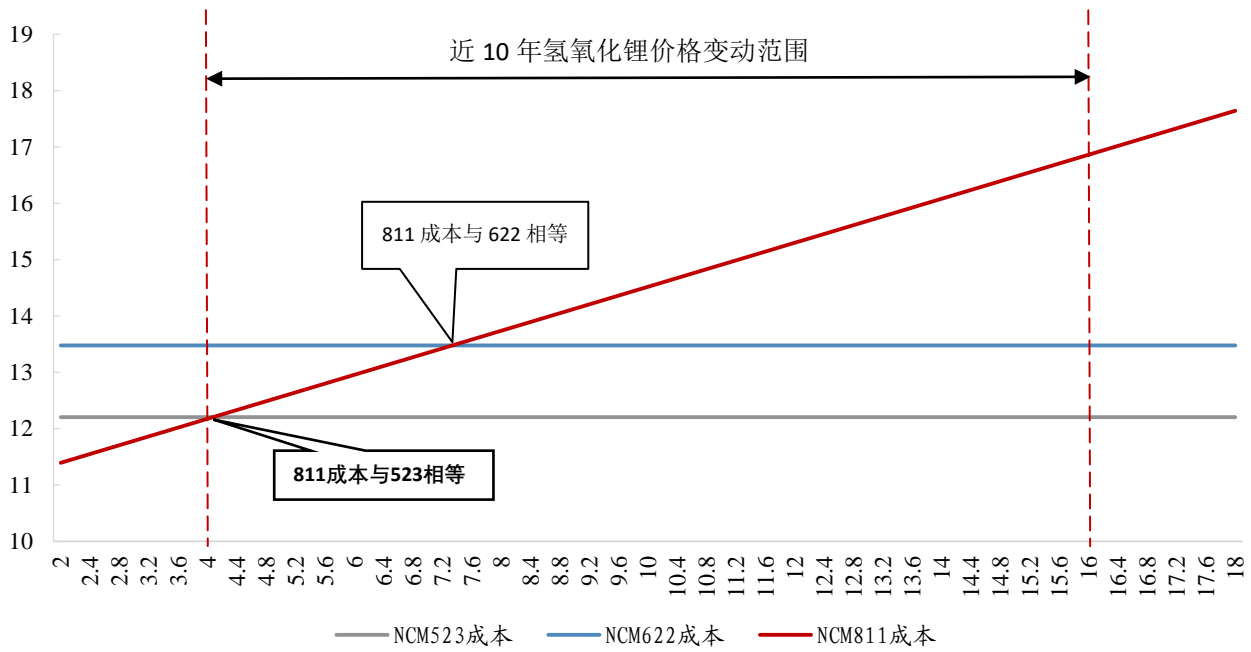
6、假设仅氢氧化锂价格变动，其他成本不变（碳酸锂价格为 8 万元/吨）

**单吨成本/售价：**当氢氧化锂价格小于 4 万元/吨时，NCM811 单位容量成本最低；不论氢氧化锂价格如何变化，NCM811 售价很难低于 NCM523。

**单位容量成本/售价：**当氢氧化锂价格小于 11 万元/吨时，NCM811 单位容量成本最低；当氢氧化锂价格小于 8.2 万元/吨（基本与碳酸锂价格相当）时，NCM811 单位容量售价最低。

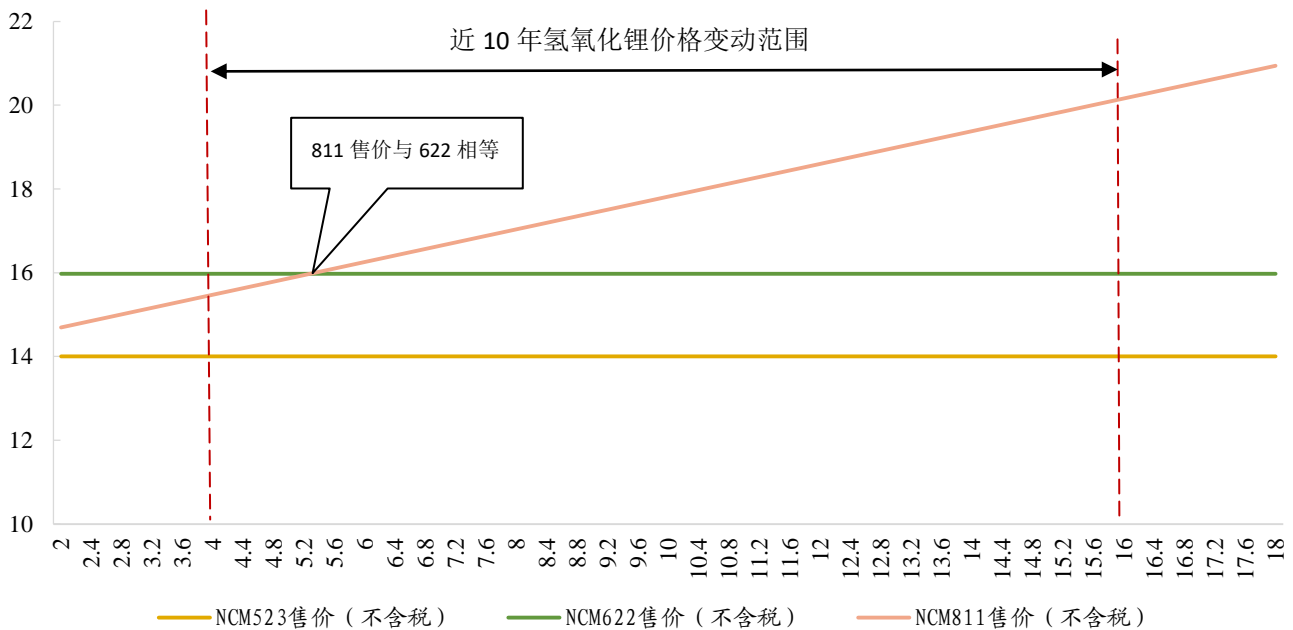
长期看，NCM811 单吨售价很难低于 NCM523 和 NCM622；在钴价较高或氢氧化锂价格较低时，NCM811 单位容量售价有可能最低。

图49: 氢氧化锂价格(横轴, 万元/吨)变动对 NCM 单吨成本(纵轴, 万元/吨)的影响



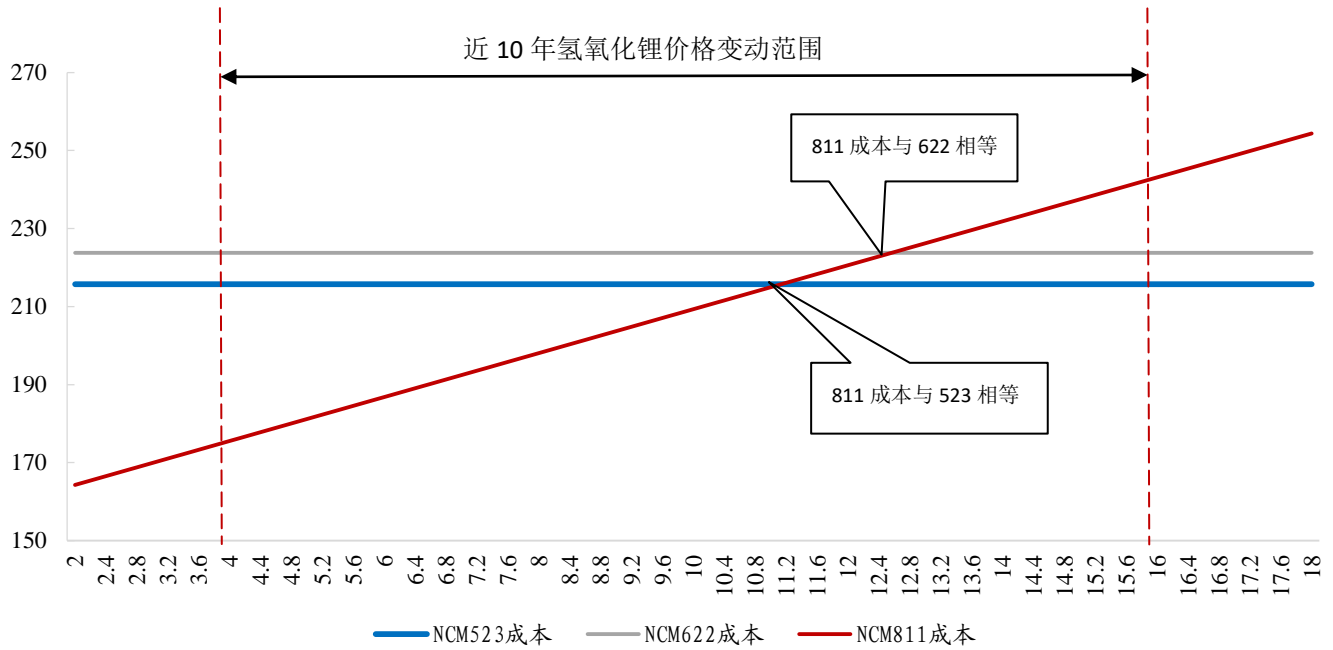
资料来源: wind、新时代证券研究所

图50: 氢氧化锂价格(横轴, 万元/吨)变动对 NCM 单吨售价(纵轴, 万元/吨)的影响



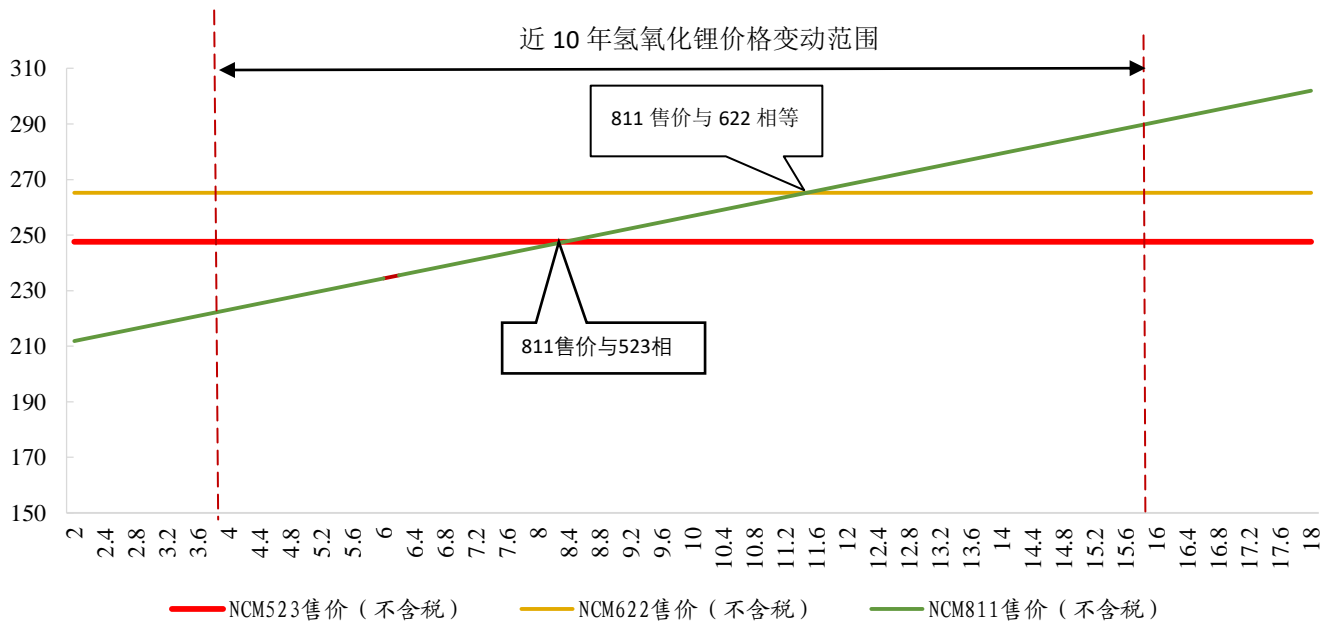
资料来源: wind、新时代证券研究所

图51: 氢氧化锂价格(横轴, 万元/吨)变动对 NCM 单位容量售价(纵轴, 元/kWh)的影响



资料来源：wind、新时代证券研究所

图52: 氢氧化锂价格(横轴, 万元/吨)变动对 NCM 单位容量售价(纵轴, 元/kWh)的影响



资料来源：wind、新时代证券研究所

7、按照 2018 年 4 月锂钴价格均处于高位时情况进行对比分析

表37: 2018 年 4 月和 12 月底主要原材料价格

	2018 年 4 月含税价 (万元/吨)	2018 年 4 月不含税价 (万元/吨)	2018 年 12 月底含税价 (万元/吨)	2018 年 12 月底不含税价 (万元/吨)
硫酸镍	2.75	2.371	2.5	2.155
硫酸钴	13.9	11.983	6.6	5.690

	2018年4月含税价 (万元/吨)	2018年4月不含税价 (万元/吨)	2018年12月底含税价 (万元/吨)	2018年12月底不含税价 (万元/吨)
硫酸锰	0.69	0.595	0.69	0.595
<b>碳酸锂</b>	<b>15</b>	<b>12.931</b>	<b>8</b>	<b>6.897</b>
<b>氢氧化锂</b>	<b>15</b>	<b>12.931</b>	<b>11</b>	<b>9.483</b>
氢氧化钠	0.41	0.353	0.41	0.353
氨水	0.4	0.345	0.4	0.345
包覆剂	0.4	0.345	0.4	0.345

资料来源: wind、新时代证券研究所

2018年4月钴价显著高于2018年12月底, NCM811硫酸钴成本优势明显;加之2018年4月氢氧化锂与碳酸锂价差远小于2018年12月底, 故2018年4月NCM811每kWh售价最低。

图53: 2018年4月正极材料不含税售价(元/kWh)

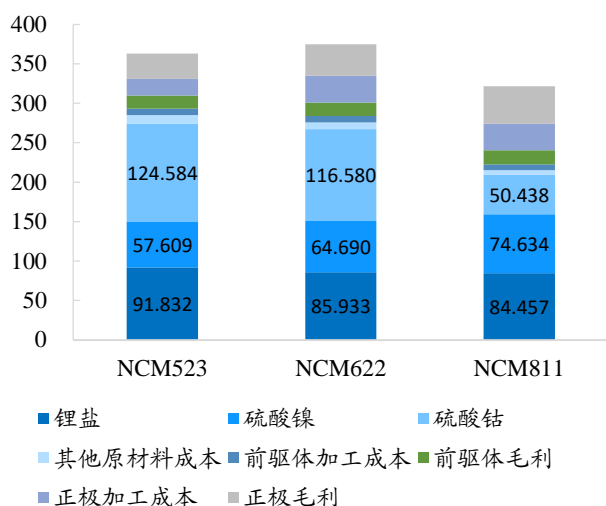
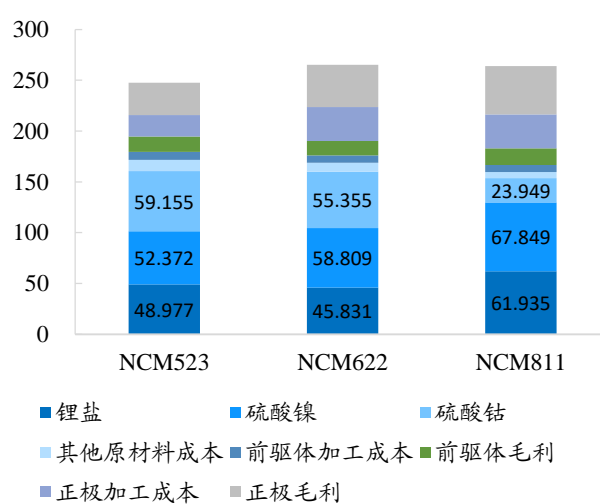


图54: 2018年12月底正极材料不含税售价(元/kWh)



资料来源: wind、新时代证券研究所

资料来源: wind、新时代证券研究所

## 4、投资建议

从产业链角度看, 正极材料企业受到上下游双重挤压, 议价能力相对有限; 从盈利模式看, 正极材料企业会多采用加工费模式, 长期看利润会逐步向赚取合理的加工费靠拢; 上下游挤压+加工费模式, 对于正极材料企业来说, 成本控制能力很重要, 能赚取超额利润时间点主要是三个: 1、领先于国内其他厂商实现进口替代阶段; 2、新进入优质大客户快速放量阶段; 3、依托技术优势领先于国内其他厂商实现高壁垒高毛利的新兴材料放量销售。

2019年宁德时代和比亚迪均计划推出NCM811电池, 开启811新时代, 高镍进程加速。由于811正极材料单价和毛利率均高于523/622, NCM811渗透率提升有望改善正极材料龙头企业盈利状况。同时考虑到2020年LG化学、松下、三星SDI三家海外电池巨头产能规划合计达到200GWh, 看好后续全球新能源汽车发展。海外市场放量将带动电池材料需求快速增长, 国内已经进入海外供应链的企业将伴随共同成长。海外电池巨头本土化布局同样将带来新契机。**建议关注: 高镍进程加速下的正极材料龙头企业, 如当升科技。**

表38: 海外电池巨头产能规划

产能/GWh	2017	2018E	2020E
--------	------	-------	-------



产能/GWh	2017	2018E	2020E
LG 化学	18.6	34	110
松下	22.5	33	52
三星 SDI	7.7	15	40

资料来源：高工锂电、公司公告、新时代证券研究所

## 5、A 股相关标的

### 5.1、当升科技

#### ● 技术为王叠加扩产脚步加快，高镍三元王者初现

公司在正极行业深耕多年，在消费、动力、储能正极材料领域均实现首家出口海外。2015 年，公司率先开发出动力用 NCM622 并批量销售海内外客户，而在 2017 年又成功实现 NCM811 量产，先发优势明显。目前公司已经建立了燕郊和海门两大生产基地，正极材料产能达 1.6 万吨/年。公司已开展海门三期（1.8 万吨产能规划）和常州金坛首期（5 万吨产能规划）扩产计划，到 2020 年公司正极材料总产能有望达到 5.4 万吨，其中 NCM811/NCA 产能将达到 4.2 万吨，高镍三元产能占比达 77.8%。

#### ● 布局产业链上下游，紧密联系核心客户

产业链上游布局镍钴矿，掌握上游原材料资源，公司先后与 Clean TeQ 和鹏欣资源进行合作，鹏欣资源同意将刚果（金）SMCO 生产量 30% 的初级氢氧化钴提供给公司，其中一期 3000 吨产能计划于 2018 年底达产，将有效保障公司钴供给。产业链下游参股匠芯电池，加强与北汽新能源合作。公司紧密联系国内核心客户宁德时代、比亚迪、力神、孚能等，伴随锂电龙头共同成长。2018 年以来，公司与特斯拉、大众、宝马、现代、日产等国际一线车企保持着密切的交流与合作，三星和 LG 的供应链正在积极认证，2019 年起将逐步实现放量。伴随着高端正极需求快速增加以及国内外核心客户导入高镍三元电池，未来公司新增高镍产能不愁销路，有望保持较高的开工率。

我们看好公司高镍三元正极业务迎来机遇期，未来公司业绩有望持续增长，预计公司 2018-2020 年 EPS 分别为 0.67、0.86 和 1.10 元。

## 特别声明

《证券期货投资者适当性管理办法》、《证券经营机构投资者适当性管理实施指引（试行）》已于2017年7月1日起正式实施。根据上述规定，新时代证券评定此研报的风险等级为R3（中风险），因此通过公共平台推送的研报其适用的投资者类别仅限定为专业投资者及风险承受能力为C3、C4、C5的普通投资者。若您并非专业投资者及风险承受能力为C3、C4、C5的普通投资者，请取消阅读，请勿收藏、接收或使用本研报中的任何信息。

因此受限于访问权限的设置，若给您造成不便，烦请见谅！感谢您给予的理解与配合。

## 分析师声明

负责准备本报告以及撰写本报告的所有研究分析师或工作人员在此保证，本研究报告中关于任何发行商或证券所发表的观点均如实反映分析人员的个人观点。负责准备本报告的分析师获取报酬的评判因素包括研究的质量和准确性、客户的反馈、竞争性因素以及新时代证券股份有限公司的整体收益。所有研究分析师或工作人员保证他们报酬的任何一部分不曾与，不与，也将不会与本报告中具体的推荐意见或观点有直接或间接的联系。

## 分析师介绍

**开文明**，上海交通大学学士，复旦大学世界经济硕士，2007-2012年历任光大证券研究所交通运输行业分析师、策略分析师、首席策略分析师，2012-2017年历任中海基金首席策略分析师、研究副总监、基金经理。

## 投资评级说明

### 新时代证券行业评级体系：推荐、中性、回避

推荐：未来6-12个月，预计该行业指数表现强于市场基准指数。

中性：未来6-12个月，预计该行业指数表现基本与市场基准指数持平。

回避：未来6-12个月，未预计该行业指数表现弱于市场基准指数。

市场基准指数为沪深300指数。

### 新时代证券公司评级体系：强烈推荐、推荐、中性、回避

强烈推荐：未来6-12个月，公司股价超越分析师（或分析师团队）所覆盖股票平均回报20%及以上。该评级由分析师给出。

推荐：未来6-12个月，公司股价超越分析师（或分析师团队）所覆盖股票平均回报10%-20%。该评级由分析师给出。

中性：未来6-12个月，公司股价与分析师（或分析师团队）所覆盖股票平均回报相当。该评级由分析师给出。

回避：未来6-12个月，公司股价低于分析师（或分析师团队）所覆盖股票平均回报10%及以上。该评级由分析师给出。

## 分析、估值方法的局限性说明

本报告所包含的分析基于各种假设，不同假设可能导致分析结果出现重大不同。本报告采用的各种估值方法及模型均有其局限性，估值结果不保证所涉及证券能够在该价格交易。

## 免责声明

新时代证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批复，已具备证券投资咨询业务资格。

本报告由新时代证券股份有限公司（以下简称新时代证券）向其机构或个人客户（以下简称客户）提供，无意针对或意图违反任何地区、国家、城市或其它法律管辖区域内的法律法规。

新时代证券无需因接收人收到本报告而视其为客户。本报告是发送给新时代证券客户的，属于机密材料，只有新时代证券客户才能参考或使用，如接收人并非新时代证券客户，请及时退回并删除。

本报告所载的全部内容只供客户做参考之用，并不构成对客户的投资建议，并非作为买卖、认购证券或其它金融工具的邀请或保证。新时代证券根据公开资料或信息客观、公正地撰写本报告，但不保证该公开资料或信息内容的准确性或完整性。客户请勿将本报告视为投资决策的唯一依据而取代个人的独立判断。

新时代证券不需要采取任何行动以确保本报告涉及的内容适合于客户。新时代证券建议客户如有任何疑问应当咨询证券投资顾问并独自进行投资判断。本报告并不构成投资、法律、会计或税务建议或担保任何内容适合客户，本报告不构成给予客户个人咨询建议。

本报告所载内容反映的是新时代证券在发表本报告当日的判断，新时代证券可能发出其它与本报告所载内容不一致或有不同结论的报告，但新时代证券没有义务和责任去及时更新本报告涉及的内容并通知客户。新时代证券不对因客户使用本报告而导致的损失负任何责任。

本报告可能附带其它网站的地址或超级链接，对于可能涉及的新时代证券网站以外的地址或超级链接，新时代证券不对其内容负责。本报告提供这些地址或超级链接的目的纯粹是为了客户使用方便，链接网站的内容不构成本报告的任何部分，客户需自行承担浏览这些网站的费用或风险。

新时代证券在法律允许的情况下可参与、投资或持有本报告涉及的证券或进行证券交易，或向本报告涉及的公司提供或争取提供包括投资银行业务在内的服务或业务支持。新时代证券可能与本报告涉及的公司之间存在业务关系，并无需事先或在获得业务关系后通知客户。

除非另有说明，所有本报告的版权属于新时代证券。未经新时代证券事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式更改、复制、传播本报告中的任何材料，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。所有在本报告中使用的商标、服务标识及标记，除非另有说明，均为新时代证券的商标、服务标识及标记。

新时代证券版权所有并保留一切权利。

## 机构销售通讯录

北京	<b>郝颖 销售总监</b>
	固话：010-69004649
	邮箱：haoying1@xsdzq.cn
上海	<b>吕莅琪 销售总监</b>
	固话：021-68865595 转 258
	邮箱：lvyuqi@xsdzq.cn
广深	<b>吴林蔓 销售总监</b>
	固话：0755-82291898
	邮箱：wulinman@xsdzq.cn

## 联系我们

### 新时代证券股份有限公司 研究所

北京地区：北京市海淀区北三环西路99号院1号楼15层

邮编：100086

上海地区：上海市浦东新区浦东南路256号华夏银行大厦5楼

邮编：200120

广深地区：深圳市福田区福华一路88号中心商务大厦23楼2317室

邮编：518046

公司网址：<http://www.xsdzq.cn/>