

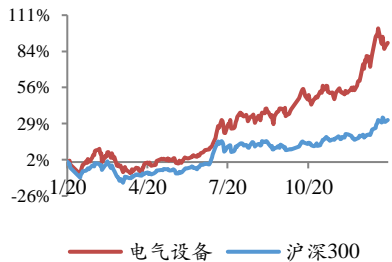
锂电正极高镍三元与磷酸铁锂两翼齐飞

—新能源锂电池系列报告之四

行业评级：增持

报告日期：2021-01-18

行业指数与沪深300走势比较



分析师：陈晓

执业证书号：S0010520050001

邮箱：chenxiao@hazq.com

联系人：别依田

执业证书号：S0010120080027

邮箱：bieyt@hazq.com

分析师：滕飞

执业证书号：S0010520080006

邮箱：tengfei@hazq.com

相关报告

- 《锂电池面向新能源车、储能、铅酸替代的万亿空间—新能源锂电池系列报告之一—总篇》2020-8-26
- 《回暖趋势已现，磷酸铁锂春天到—新能源锂电池系列报告之二—磷酸铁锂》2020-09-15
- 《从供需探讨磷酸铁锂变化发展—新能源锂电池系列报告之三—磷酸铁锂》2021-01-05

主要观点：

● 动力电池实现分级消费，高镍三元和铁锂将在未来占据主要份额。

复盘正极材料的发展历程，不同应用领域的需求决定正极技术发展趋势。磷酸铁锂凭借性价比和安全优势在储能和低续航乘用车中焕发活力，高镍三元凭借高能量密度优势在高续航乘用车中扩大份额。我们预计未来高镍三元和磷酸铁锂电池将改变目前中镍三元为主的局面，**预计到2025年高镍三元和磷酸铁锂电池合计占比将超过80%。**

● 三元高镍化大势所趋、应用提速，预计2022年产量翻倍。

目前国内三元正极材料已经形成多种材料共存的局面，中镍市占率保持平稳，高镍材料占比逐年增加。2020年国内高镍8系和NCA产品市场占比由2019年12.7%上升到23.1%。国内高镍出货量较高的企业主要为容百、巴莫、贝特瑞以及邦普。目前在全球市场销量最高的特斯拉采用的就是松下NCA和LG化学NCM811高镍电池，各大主流电池厂都有各自高镍或无钴电池的开发计划。**我们预计高镍三元材料产量2022年全球产量超过60万吨，实现翻倍增长。**

● 磷酸铁锂行业洗牌接近尾声，2021年迎来需求增长大年。

磷酸铁锂整体集中度呈提升趋势，行业洗牌接近尾声，行业头部企业趋于稳定。**2021年迎来磷酸铁锂需求增长大年，预计同比增长80%，以动力为代表的高端增量显著，需求结构优化。行业供需达到紧平衡，头部优质产能紧缺。但考虑到液相法扩产周期接近一年，固相法相对更短，预计产能紧张情况不会持续太久，德方纳米仍将维持龙头地位。**

● 投资建议

建议关注高镍三元容百科技、当升科技；磷酸铁锂德方纳米、湘潭电化（参股湖南裕能）、龙蟠科技（拟收购贝特瑞磷酸铁锂业务）。

● 风险提示

新能源汽车发展不及预期；行业竞争激烈，产品价格下降超出预期。

● 建议关注公司盈利预测与评级：

公司	EPS (元)			PE			评级
	2020E	2021E	2022E	2020E	2021E	2022E	
容百科技	0.44	0.94	1.33	120	56	39	
当升科技	0.85	1.31	1.53	71	46	39	买入
德方纳米	0.26	2.06	3.42	523	66	40	买入
湘潭电化	0.14	0.21	0.30	47	32	22	
龙蟠科技	0.59	0.85	1.19	54	38	27	

资料来源：wind 一致预期，华安证券研究所

*除当升科技、德方纳米外均来自于Wind 一致预期

正文目录

1 总论.....	5
2 正极材料对锂离子电池至关重要.....	9
2.1 正极材料在锂离子电池中差异化程度高，成本占比高.....	9
2.2 复盘：应用领域和相应需求决定正极技术发展趋势.....	12
2.3 展望：高镍三元的高能量密度路线和铁锂高性价比路线将共同发展.....	16
3 高镍三元应用逐步提速，未来需求有望放量.....	19
3.1 目前多种三元材料共存，高镍占比逐步提升.....	19
3.2 三元高镍化大势所趋、应用提速，预计 2022 年产量翻倍.....	22
4 磷酸铁锂行业洗牌后头部企业趋于稳定.....	26
4.1 固相法液相法各有优劣.....	26
4.2 2021 年供需紧平衡，看龙头份额提升.....	27
风险提示：.....	30

图表目录

图表 1 我国三元出货量情况 (万吨)	5
图表 2 我国磷酸铁锂出货量情况 (万吨)	5
图表 3 磷酸铁锂与高镍三元在不同带电量下正极材料的体积重量和成本对比	5
图表 4 国内不同类型动力电池占比测算	6
图表 5 2016-2020 年国内不同型号三元材料产量占比	6
图表 6 全球高镍三元正极材料产量测算	7
图表 7 磷酸铁锂需求测算表	8
图表 8 重点公司盈利预测及估值	8
图表 9 锂离子电池原理	9
图表 10 锂离子电池正极材料类型	10
图表 11 主流锂电正极材料性能对比	10
图表 12 三元材料性能对比	11
图表 13 三元电芯原材料占比拆分	11
图表 14 磷酸铁锂电芯原材料占比拆分	11
图表 15 我国正极材料出货量情况 (万吨)	12
图表 16 我国正极材料出货量占比	12
图表 17 我国钴酸锂正极材料出货量情况 (万吨)	13
图表 18 我国锰酸锂正极材料出货量情况 (万吨)	13
图表 19 我国三元出货量情况 (万吨)	13
图表 20 我国磷酸铁锂出货量情况 (万吨)	14
图表 21 我国动力电池装机情况 (GWh)	15
图表 22 我国动力电池装机占比	15
图表 23 2017-2021 年我国补贴政策对比	15
图表 24 高镍三元和磷酸铁锂电芯原材料成本极限测算	16
图表 25 磷酸铁锂与三元材料用量对比	16
图表 26 磷酸铁锂与三元电池能量密度对比	17
图表 27 磷酸铁锂与高镍三元在不同带电量下正极材料的体积重量和成本对比	18
图表 28: 国内不同类型动力电池占比测算	18
图表 29: 常规和高镍正极材料生产流程及区别	19
图表 30 主流三元正极材料的构成及特性、应用领域	20
图表 31 2019 (内环)、2020 (外环) 年国内三元材料型号占比	21
图表 32 2016-2020 年国内不同型号三元材料产量占比	21
图表 33 正极材料同行业可比公司经营情况比较	22
图表 34 2019 年国内高镍三元材料市场占比	23
图表 35: 各大动力电池厂商高镍低钴电池研发规划	24
图表 36: 全球高镍三元正极材料产量测算	25
图表 37 固相法与液相法磷酸铁锂性能对比	26
图表 38 高温固相法制备磷酸铁锂步骤	26
图表 39 液相法制备磷酸铁锂步骤	27
图表 40 磷酸铁锂集中度变化	28
图表 41 磷酸铁锂价格变化 (万元/吨)	28

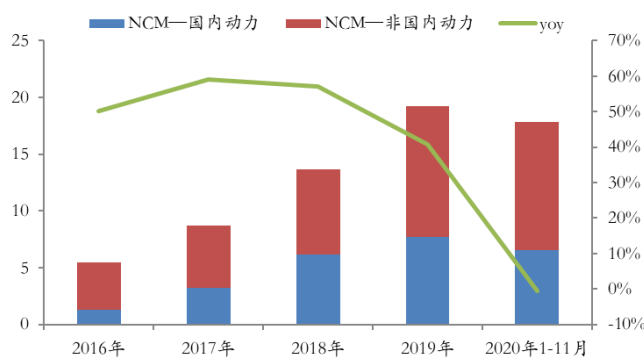
图表 42 磷酸铁锂格局变化.....	28
图表 43 磷酸铁锂需求测算表.....	29
图表 44 磷酸铁锂材料产能统计	30
图表 45 2020 年底磷酸铁锂产能格局	30

1 总论

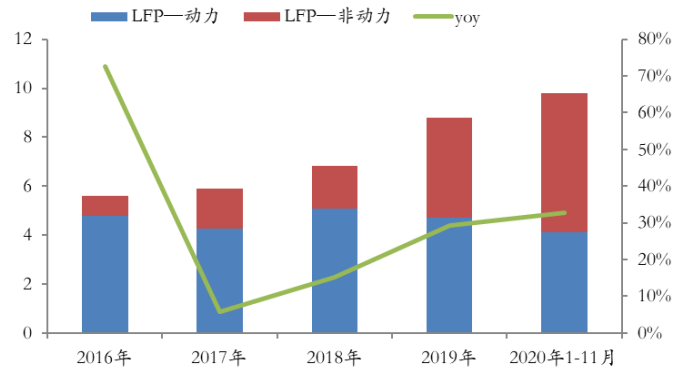
正极材料是锂离子电池的关键材料，差异化程度高，成本占比高，对性能至关重要。我们在本篇报告中通过对正极材料的对比分析以及历史复盘，着重探讨和展望了未来锂离子电池尤其是动力电池中高镍三元和磷酸铁锂的发展趋势。

复盘正极材料的发展历程，应用领域和相应需求决定了正极技术的发展趋势。2014-2019年间，我国正极材料出货量年均增速38%，主要增量由三元和磷酸铁锂贡献。三元主要应用在动力电池领域，2019年轻型动力带动了非动力的增量增长。磷酸铁锂初期以动力为主，但此前受到补贴制约动力发展几乎停滞，增量主要由非动力领域贡献。

图表 1 我国三元出货量情况 (万吨)



图表 2 我国磷酸铁锂出货量情况 (万吨)



资料来源: GGII, 真锂研究, 华安证券研究所测算

资料来源: GGII, 真锂研究, 华安证券研究所测算

新能源车在从政策驱动向市场化驱动的转型中，我国动力电池装机量稳步增长，三元和铁锂占比也持续变化。我们将动力电池的发展分为两个阶段 1) 2016-2019: 补贴向高能量密度倾斜，三元占比迅速提升。在此期间，三元材料在高能量密度方面显著占优，市占率从2016年22.9%的提高到2019年的61.5%。2) 2020-至今: 能量密度指标冻结，补贴退坡，磷酸铁锂凭借性价比优势开始回暖。同时随着磷酸铁锂的发展和“刀片”“CTP”等技术的出现，磷酸铁锂电池的能量密度已经有很大的提升，成本上的优势开始凸显。

磷酸铁锂将凭借其性价比和安全优势在储能和低续航乘用车中焕发活力，而高镍三元将凭借其高能量密度优势在高续航乘用车中扩大份额。在新能源车方面，高中低端乘用车对于各项指标的敏感度不一，高镍三元和磷酸铁锂将实现分级消费。高带电量情况下的成本降低效应会相对减弱。此外，里程焦虑是困扰新能源汽车发展最主要的问题，使用高能量密度的高镍三元电池能够很好的解决这一问题。

图表 3 磷酸铁锂与高镍三元在不同带电量下正极材料的体积重量和成本对比

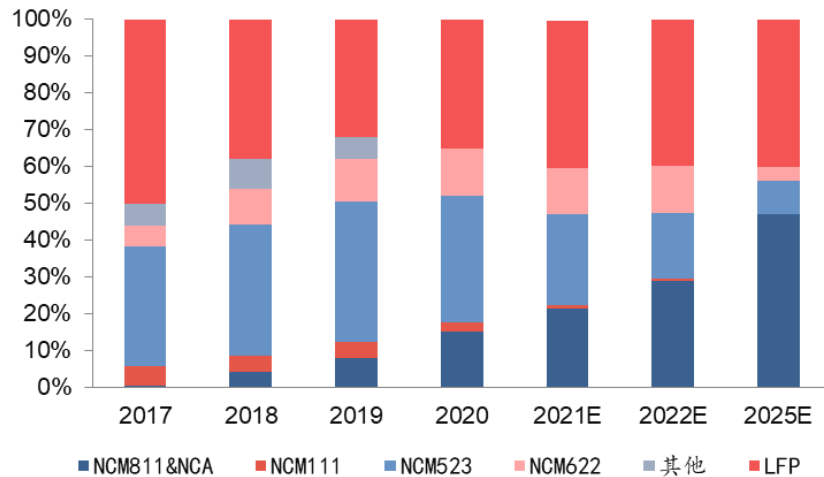
带电量 (kWh/辆)		50	60	70	80
体积 (L)	高镍三元	19.25	23.10	26.95	30.80
	LFP	41.03	49.23	57.44	65.64
	体积差距	21.78	26.13	30.49	34.84
重量 (kg)	高镍三元	75.08	90.09	105.11	120.12
	LFP	154.00	184.80	215.60	246.40
	重量差距	78.93	94.71	110.50	126.28

成本 (万元)	高镍三元	0.73	0.88	1.02	1.17
	LFP	0.05	0.06	0.07	0.08
	成本差异	0.68	0.82	0.96	1.09

资料来源：华安证券研究所测算

我们预计未来高镍三元和磷酸铁锂电池将分别凭借性能和价格优势占据国内动力电池市场的主要份额，改变目前中镍三元为主的局面，预计到 2025 年高镍三元和磷酸铁锂电池合计占比将超过 80%。

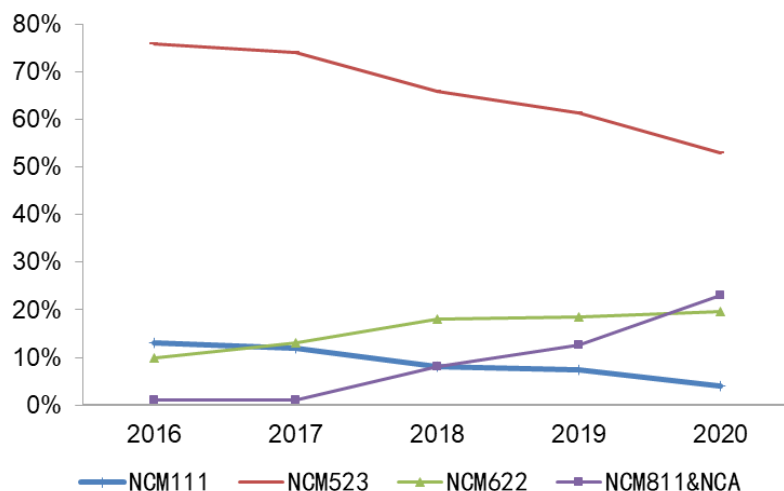
图表 4：国内不同类型动力电池占比测算



资料来源：GGII，鑫椏资讯，华安证券研究所测算

在未来动力电池的发展进程中，在保证安全性的基础上不断提升能量密度是必然的发展趋势，三元高镍化就是其中最主要的技术路线。目前国内三元正极材料已经形成多种材料共存的局面，中镍市占率保持平稳，高镍材料占比逐年增加。

图表 5 2016-2020 年国内不同型号三元材料产量占比



资料来源：鑫椏资讯，华安证券研究所

虽然中国占据着全球半数以上的三元材料产能，但在高镍市场方面国内三元材料企业还有提升空间。国内真正能够实现高镍三元材料批量出货的企业并不多，出货量较高的企业主要为容百、巴莫、贝特瑞以及邦普。

目前在全球市场销量最高的特斯拉采用的就是松下 NCA 和 LG 化学 NCM811 高镍电池，大部分欧洲一线车企也更青睐 811 电池，各大主流电池厂都有各自高镍或无钴电池的开发计划。LG 化学、三星 SDI、SKI 和松下等日韩电池巨头都在加快高镍低钴电池开发量产进程。在新能源车的大趋势下，动力电池三元正极材料产量快速提升，其中高镍三元材料 2022 年全球产量超过 60 万吨，实现翻倍增长。

图表 6: 全球高镍三元正极材料产量测算

	2016	2017	2018	2019	2020E	2021E	2022E
国内: 新能源汽车销量 (万辆)	58.5	81.1	122.7	120.4	130	180	248
动力电池装机量 (GWh)	28.0	36.4	57.0	62.4	66.0	94.0	132.0
三元动力电池装机量 (GWh)	6.5	16.0	30.7	38.4	43.0	57.0	79.0
三元材料产量 (万吨)	5.4	8.6	13.7	19.2	24.5	28.5	39.5
高镍产量占比 (%)	1%	1%	8%	12.7%	23.1%	35.5%	48.1%
高镍三元材料产量 (万吨)	0.1	0.1	1.1	2.4	5.7	10.1	19.0
海外: 新能源汽车销量 (万辆)	27.0	45.0	76.2	100.4	130	220	312
动力电池装机量 (GWh)	13.5	22.5	38.1	54.0	70	121	174
三元动力电池装机量 (GWh)	13.0	22.0	37.5	53.0	67	115	158
三元材料产量 (万吨)	6.5	11.0	18.8	26.5	33.5	57.5	79
高镍产量占比 (%)	16%	18%	21%	23.0%	28.0%	36.0%	53.0%
高镍三元材料产量 (万吨)	1.0	2.0	3.9	6.1	9.4	20.7	41.9
全球: 三元材料产量 (万吨)	11.9	19.6	32.4	45.7	58.0	86.0	118.5
高镍三元材料产量 (万吨)	1.1	2.1	5.0	8.5	15.0	30.8	60.9

资料来源: 中汽协, GGII, CIAPS, 华安证券研究所测算

磷酸铁锂整体集中度整体呈提升趋势，仅 2020 年 CR3 受下游需求及头部企业产能限制略有下滑。2019 年 CR3 为 54.1%，CR5 为 62.9%。到 2020 年 1-11 月，CR3 下降至 52.6%。一方面是由于磷酸铁锂 2020 年的增量主要由非动力贡献，所涉及的领域及下游客户较为分散，从而使得材料端格局也趋于分散；另外一方面是由于头部企业产能受限，行业需求向好的环境下小厂产量得以增加。行业洗牌接近尾声，行业头部企业趋于稳定，德方纳米为行业龙头。另外出货量较多的还有贝特瑞、湖南裕能、万润、比亚迪和国轩。

2021 年迎来磷酸铁锂需求增长大年，预计同比增长 80%，以动力为代表的高端增量显著，需求结构优化。我们预计 2020/2021/2022 年新能源车销量为 130/180/248 万辆，磷酸铁锂装机占比分别为 35%/40%/40%；海外新能源车销量分别为 130/220/312 万辆，2021/2022 年磷酸铁锂装机占比 5%/9%；对应的动力铁锂需求分别为 23/43/68GWh。预计 2020/2021/2022 年非动力需求分别为 29/50/83GWh，磷酸铁锂电池总需求为 52/93/151GWh，对应的材料需求为 12/22/35 万吨，同比增长 40%/79%/62%。

图表 7 磷酸铁锂需求测算表

	2019	2020E	2021E	2022E
国内新能源车销量 (万辆)	121	130	180	248
单车带电量 (kWh/辆)	50	51	52	53
动力电池装机 (GWh)	62	66	94	132
LFP 占比	34%	35%	40%	40%
国内 LFP 动力电池 (GWh)	21	23	37	53
海外新能源车销量 (万辆)	100	130	220	312
单车带电量 (kWh/辆)	54	54	55	56
动力电池装机 (GWh)	54	70	121	174
LFP 占比			5%	9%
海外 LFP 动力电池 (GWh)			6	16
动力电池合计 (GWh)	21	23	43	68
基站 (GWh)		9	12	15
储能 (GWh)		11	17	27
轻型动力 (两轮车等) (GWh)		1	5	12
其他铅酸替代领域 (GWh)		7	13	23
电动船舶 (GWh)		1	2	6
非动力合计 (GWh)	16	29	50	83
磷酸铁锂装机量合计	37	52	93	151
yoy		40%	79%	62%
LFP 单耗 (万吨/GWh)	0.234	0.234	0.234	0.234
LFP 需求 (万吨)	9	12	22	35

资料来源：华安证券研究所测算

从产能规划上看，2020 年底产能约 27.9 万吨，考虑到部分产能为新增产能需要爬坡，且考虑库存因素实际需求或大于预计的 22 万吨，预计 2021 年紧平衡，头部优质产能紧缺。但考虑到液相法扩产周期接近一年，固相法相对更短，预计产能紧张情况不会持续太久。德方纳米仍将维持龙头地位，2020 年底和目前在建产能均位于行业第一，2021 年市占率有望回升至 29% 以上；湖南裕能在获得宁德时代和比亚迪增资后计划将产能扩充至 10 万吨以上，位于行业第二。

投资建议

建议关注高镍三元容百科技、当升科技；磷酸铁锂德方纳米、湘潭电化（参股湖南裕能）、龙蟠科技（拟收购贝特瑞磷酸铁锂业务）。

图表 8 重点公司盈利预测及估值

代码	名称	收盘价 (元)	总股本 (亿股)	市值 (亿元)	EPS (元)				PE (倍)			
					2019	2020E	2021E	2022E	2019	2020E	2021E	2022E
688005	容百科技	52.34	4.43	232.02	0.21	0.44	0.94	1.33	249	120	56	39
300073	当升科技	60.35	4.54	273.76	(0.48)	0.85	1.31	1.53	(126)	71	46	39
300769	德方纳米	135.89	0.90	121.79	2.56	0.26	2.06	3.42	53.08	523	66	40
002125	湘潭电化	6.74	6.29	42.43	0.12	0.14	0.21	0.30	56.17	47	32	22
603906	龙蟠科技	31.77	3.44	109.41	0.42	0.59	0.85	1.19	75.64	54	38	27

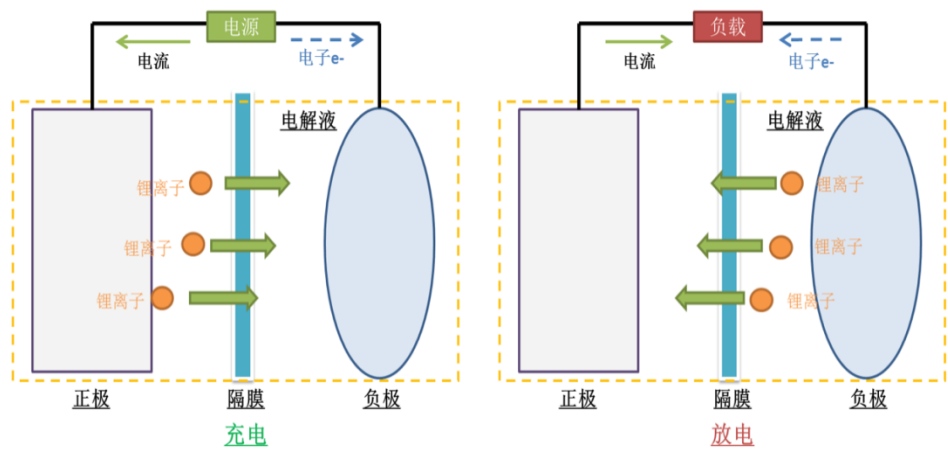
资料来源：除当升科技、德方纳米外均来自于 Wind 一致预期，华安证券研究所

2 正极材料对锂离子电池至关重要

2.1 正极材料在锂离子电池中差异化程度高，成本占比高

正极材料对于锂离子电池性能至关重要。锂离子电池的本质是利用锂离子参与的氧化还原反应实现电能和化学能的相互转换。在电池中，参与反应的活性材料为正极、负极以及电解液或电解质。锂电的评价指标包括能量密度、循环寿命、倍率性能、安全性能等。其中能量密度取决于正负极的相对电压和克容量，对于特定的材料体系，理论电压和理论容量都是一定的。正极材料的种类和性能直接关系到锂离子电池的电压和能量密度、循环寿命和倍率性能等。

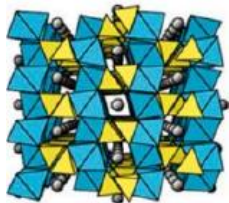
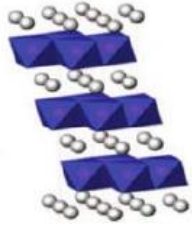
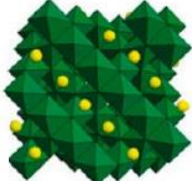
图表 9 锂离子电池原理



资料来源：锂电网，华安证券研究所

正极材料差异化程度高，种类多，目前以三元、磷酸铁锂、钴酸锂为主，往后发展或有镍酸锂、锰酸锂、磷酸锰铁锂等。锂离子电池正极材料可以根据结构的不同分为三类，以磷酸铁锂为代表的聚阴离子型材料，以钴酸锂和三元为代表的层状结构材料，以及以锰酸锂为代表的尖晶石结构材料。往后看，在性价比方面磷酸铁锂可通过掺锰制备磷酸锰铁锂来提高电压平台进而提高能量密度，而在高能量密度方面，除了三元高镍化外，镍锰酸锂、富锂锰基正极等高压材料也极具发展前景。

图表 10 锂离子电池正极材料类型

结构图	典型化学式	特点	目前代表材料及未来发展方向
 聚阴离子型材料	LiMPO_4 (M=Fe, Mn, Ni, V, Co 等)	热稳定性高, 安全性好; 一维通道, 导电率较差; 理论比容量 170mAh/g, 电压根据过渡金属 M 的不同有差异	代表材料磷酸铁锂 (LiFePO_4), 可通过掺 Mn 等提高电压从而提高能量密度
 层状结构材料	LiMO_2 (M=Co, Ni, Mn 等)	理论容量高, 约在 270mAh/g, 富锂可达 300mAh/g 以上 根据 M 的不同性质差异大, 还可进一步分为一元和多元层状材料	代表材料钴酸锂 (LiCoO_2)、三元 (NCM、NCA), 可开发基于镍酸锂 (LiNiO_2) 的正极材料 (掺 Mn 等) 富锂锰基正极材料
 尖晶石结构材料	LiM_2O_4 (M=Mn, Ni 等)	理论容量约 148mAh/g, 但电压平台高, 功率密度高 结构稳定性和循环稳定性较差	代表材料锰酸锂 (LMO, LiMn_2O_4), 另有镍锰酸锂 ($\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$, 或其他比例), 尚未规模化应用, 需解决高电压下界面副反应以及衰减等问题

资料来源: CNKI, 华安证券研究所

不同正极材料特性不同, 三元在高能量密度方面占优, 磷酸铁锂在性价比和安全方面占优。目前常见的正极材料主要有钴酸锂 (LCO)、锰酸锂 (LMO)、磷酸铁锂 (LFP) 和三元 (NCM)。钴酸锂是最先商业化的正极材料, 电压高、振实密度高、结构稳定、安全性好, 但成本高且克容量低。锰酸锂优点在于成本低、电压高, 但循环性能较差且克容量较低。三元材料根据镍钴锰的含量不同, 容量和成本有所差异, 整体能量密度高于磷酸铁锂和钴酸锂。磷酸铁锂成本低, 循环性能好, 安全性好, 但电压平台较低, 压实密度较低, 从而导致整体的能量密度较低。目前动力领域以三元和铁锂为主, 消费领域钴酸锂较多。

图表 11 主流锂电正极材料性能对比

	钴酸锂	锰酸锂	磷酸铁锂	镍钴锰酸锂
化学式	LiCoO_2	LiMn_2O_2	LiFePO_4	$\text{LiNi}_{1-x-y}\text{Co}_x\text{Mn}_y\text{O}_2$
结构	层状	尖晶石	橄榄石状	层状
安全性	一般	一般	好	一般
成本	高	低	低	较高
比容量 (mAh/g)	140-155	100-130	140-155	155-190
压实密度(g/cm ³)	3.6-4.2	2.9-3.2	2.1-2.5	3.7-3.9
电压(V)	3.6	3.7	3.2	3.6
循环寿命	一般	较差	好	较好

资料来源: 华安证券研究所整理

三元材料中，镍含量越高、钴含量越低，克容量越高，初始原材料成本越低。三元材料根据其中镍钴锰三种元素的占比不同可以分为 111、523、622 和 811，此外还有镍钴铝三元 NCA（常见配比为 8:1.5:0.5）。镍含量越高，材料的克容量越高，对应的电池模组能量密度也越高，但相应的工艺难度也越大，安全性挑战也越高。从成本角度看，三元材料中原材料成本占比接近 90%，在原材料中钴价格波动大，成本占比高。NCM811 相比于 NCM523 钴含量由 12.2% 降至 6.1%，每 kWh 的需求量由 212g 下降到 91g，材料上的成本优势显著。随着高镍三元技术持续精进，规模扩大，其成本优势和能量密度优势将愈发突出。

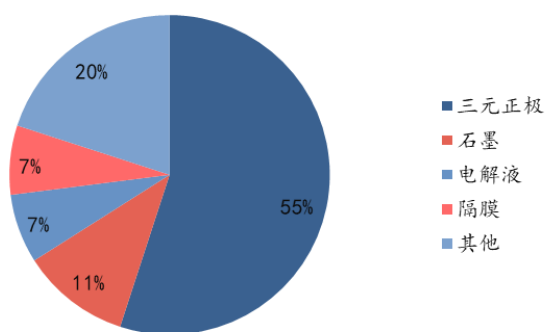
图表 12 三元材料性能对比

	NCM111	NCM523	NCM622	NCM811
克容量 (mAh/g)	145-155	160-165	165-170	180-190
电池模组能量密度 (Wh/kg)	150	165	180	200
每 kWh 用量 (kg)	1.85	1.74	1.68	1.5
Co 含量	20.4%	12.2%	12.2%	6.1%
每 kWh 的 Co 需求量 (g)	377	212	205	91

资料来源：华安证券研究所整理测算

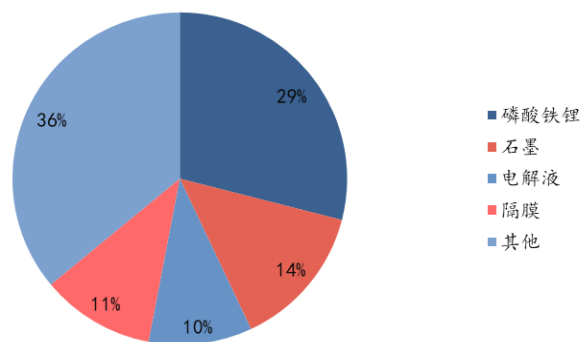
正极材料在锂离子电池中成本占比高，其选择对于锂离子电池总成本影响大。无论是性价比较高的磷酸铁锂电池还是高能量密度的三元电池，正极的成本占比都是四大材料中最高的。在磷酸铁锂电芯中，正极成本占比约 29%；而在三元电芯中，正极成本占比约 55%。正极材料的选择对于锂离子电池的总成本影响巨大。

图表 13 三元电芯原材料占比拆分



资料来源：华安证券研究所测算

图表 14 磷酸铁锂电芯原材料占比拆分

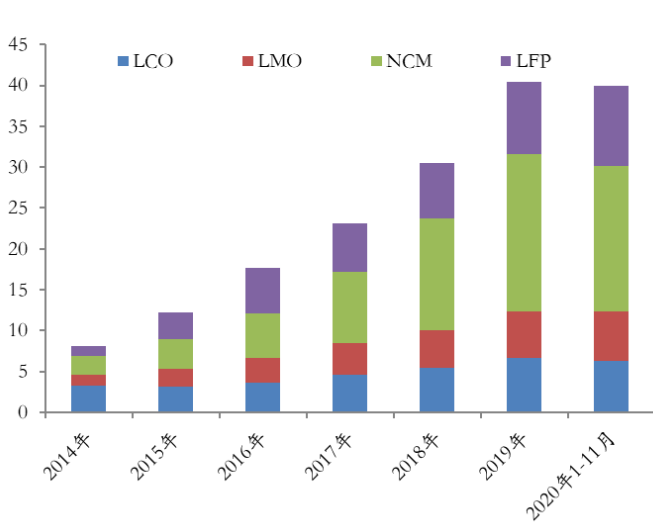


资料来源：华安证券研究所测算

2.2 复盘：应用领域和相应需求决定正极技术发展趋势

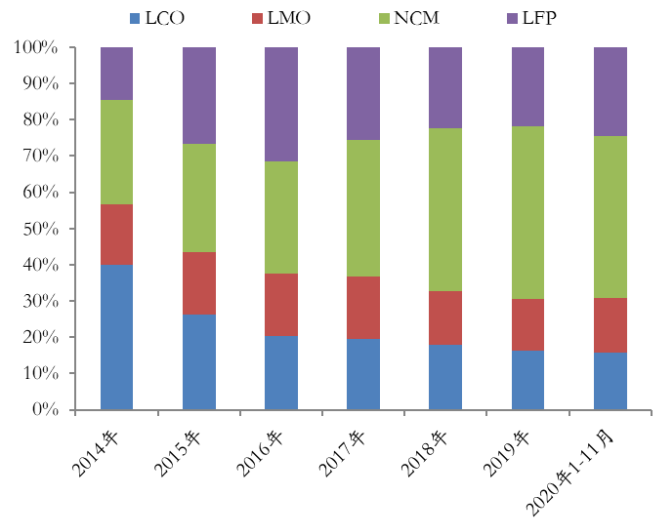
2014-2019 年正极材料出货量年均增速 38%，三元和磷酸铁锂贡献主要增量。从 2014 年的 8.1 万吨到 2019 年的 40.4 万吨，五年间增长了四倍，年均增速 38%，2020 年 1-11 月我国正极材料出货量接近 40 万吨。在量的增长之外，出货量结构上也有显著变化，其中磷酸铁锂和三元的占比持续提升，贡献了主要的增量。复盘整个正极材料的变化发现，不同材料特性对应了不同的应用领域，而应用领域发展的差异决定了材料的占比变化。

图表 15 我国正极材料出货量情况（万吨）



资料来源：GGII，真锂研究，华安证券研究所

图表 16 我国正极材料出货量占比



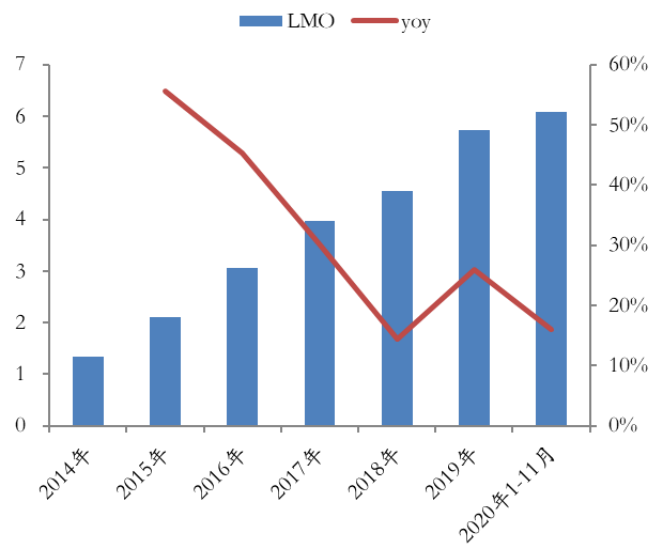
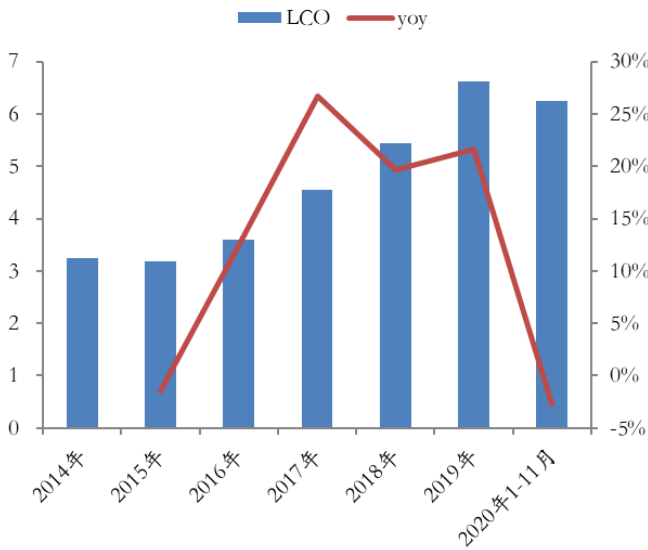
资料来源：GGII，真锂研究，华安证券研究所

钴酸锂：主要用于消费电子领域，和消费电子行业景气度相关度高。2014 年钴酸锂出货量 3.24 万吨，2019 年为 6.62 万吨，基本五年实现了翻倍，增速较缓慢；2020 年 1-11 月为 6.26 万吨，同比下降 2.7%。

锰酸锂：用于轻型动力等领域，增速逐步下降，2019 年受益于两轮车。锰酸锂由于成本低，在轻型动力等领域先行替代铅酸电池，在 2019 年增速尤为明显。2014 年锰酸锂出货量为 1.35 万吨，2019 年为 5.73 万吨，年均增速 33.5%但逐年下降；2020 年 1-11 月为 6.08 万吨，同比增长 16.1%。

图表 17 我国钴酸锂正极材料出货量情况 (万吨)

图表 18 我国锰酸锂正极材料出货量情况 (万吨)

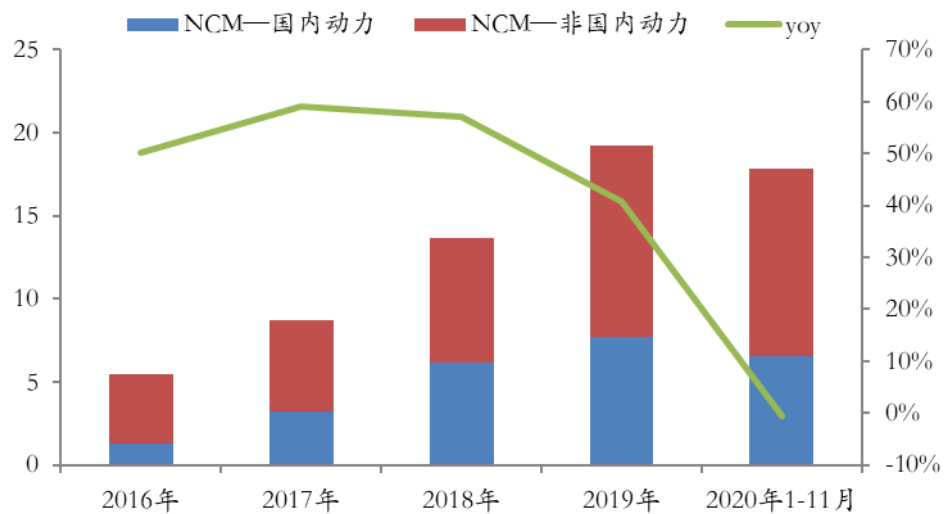


资料来源: GGII, 真锂研究, 华安证券研究所

资料来源: GGII, 真锂研究, 华安证券研究所

三元: 主要应用在动力电池领域, 2019 年轻型动力带动其他增量。三元材料的高能量密度优势使其在动力领域占据了重要地位, 动力电池的发展也带动了三元材料的放量。此外, 在以两轮车为代表的轻型动力领域, 三元材料也有所应用。2016 年三元材料出货量为 5.5 万吨, 预计其中仅约 1.3 万吨用于国内动力, 其余 4.2 万吨用于海外动力及其他应用领域; 2019 年出货量为 19.2 万吨, 预计其中 7.7 万吨用于国内动力, 其他及海外用量为 11.6 万吨; 三年整体复合增速为 52%。2020 年 1-11 月三元总出货量为 17.8 万吨, 同比微降 0.7%, 其中预计国内动力用量为 6.6 万吨, 其他及海外用量为 11.3 万吨。

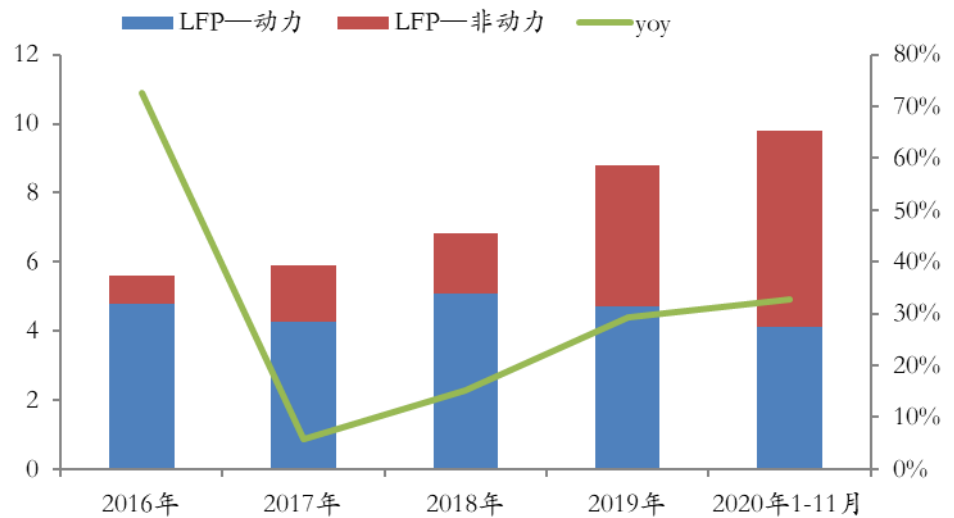
图表 19 我国三元出货量情况 (万吨)



资料来源: GGII, 真锂研究, 华安证券研究所测算

磷酸铁锂：初期以动力为主，此前非动力领域贡献主要增量。磷酸铁锂主要以国内动力领域为主，但过去受补贴标准制约发展几乎停滞；但随着磷酸铁锂性价比优势突出，在储能等非动力领域的应用快速发展，尤其在 2019 年开始爆发。2016 年磷酸铁锂出货量为 5.6 万吨，预计其中动力用量为 4.8 万吨，非动力用量为 0.8 万吨；2019 年磷酸铁锂出货量为 8.8 万吨，预计其中动力用量为 4.7 万吨，非动力用量为 4.1 万吨；三年整体复合增速 16%，非动力增速 73%。2020 年 1-11 月磷酸铁锂出货量为 9.8 万吨，同比增长 32.7%；预计其中动力用量为 4.1 万吨，非动力用量为 5.7 万吨。

图表 20 我国磷酸铁锂出货量情况（万吨）



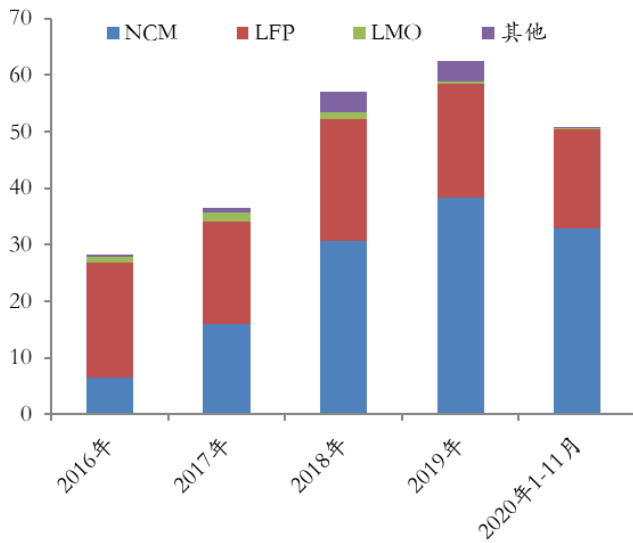
资料来源：GGII，真锂研究，华安证券研究所测算

新能源车在从政策驱动向市场化驱动的转型中，我国动力电池装机量稳步增长，三元和铁锂占比也持续变化。2016 年我国动力电池装机 28.2GWh，其中磷酸铁锂装机量 20.3GWh，三元装机量 6.5GWh；2019 年我国动力电池装机量为 62.4GWh，其中磷酸铁锂装机量 20.0GWh，三元装机量 38.4GWh；三年间，增量主要由三元提供，三元的占比稳步提升，但 2020 年 1-11 月磷酸铁锂装机占比有所回升。我们将动力电池的发展分为两个阶段：

2016-2019：补贴向高能量密度倾斜，三元占比迅速提升。2016 年 12 月，四部委调整新能源车补贴，首次将电池系统能量密度纳入考核标准，更高能量密度能够获得更高的补贴系数；到 2018 年，不同能量密度的补贴系数放大，政策进一步向高能量密度和高补贴系数倾斜。三元材料在高能量密度方面显著占优，成本上的劣势通过更高额的补贴可以补足，整体发展迅猛，市占率从 2016 年 22.9% 的提高到 2019 年的 61.5%。

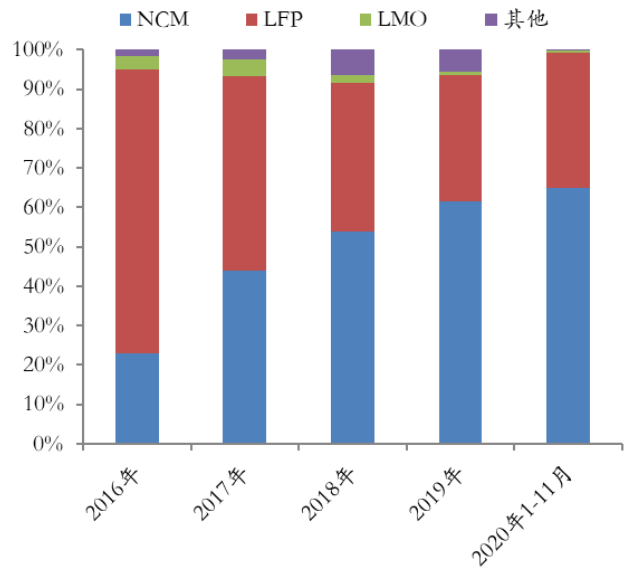
2020-至今：能量密度指标冻结，补贴退坡，磷酸铁锂凭借性价比优势开始回暖。2020 年和 2021 年的能量密度指标冻结，同时随着磷酸铁锂的发展和“刀片”“CTP”等技术的出现，磷酸铁锂电池的能量密度已经有很大的提升，补贴上和三元差异显著缩小，成本上的优势开始显现。补贴退坡，三元和铁锂逐步回归市场化发展。我们此前在系列报告二《回暖趋势已现，磷酸铁锂春天到》中详细测算了三元和铁锂版本车型的成本和补贴差异，由三元换成铁锂版本电池成本下降 0.69-1.35 万元，相当于下降 13-27%，考虑 2020 年的补贴差异后成本下降 0.46-0.56 万元，相当于下降 9-11%。

图表 21 我国动力电池装机情况 (GWh)



资料来源: GGII, 动力电池联盟, 华安证券研究所

图表 22 我国动力电池装机占比



资料来源: GGII, 动力电池联盟, 华安证券研究所

图表 23 2017-2021 年我国补贴政策对比

区间	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年 (非公共领域)	
纯电动乘用车 续航里程数 R (km) 与对应补贴金额 (万元/辆)	100 ≤ R < 150	2	0	0	0	
	150 ≤ R < 200	3.6	1.5	0	0	
	200 ≤ R < 250	3.6	2.4	0	0	
	250 ≤ R < 300	4.4	3.4	1.8	0	
	300 ≤ R < 400	4.4	4.5	1.8	1.62	1.3
R ≥ 400	4.4	5	2.5	2.25	1.8	
PHEV 乘用车 续航里程数 R (km) 与对应补贴金额 (万元/辆)	R ≥ 50	2.4	2.2	1	0.85	0.68
	W < 90	0	0	0	0	0
纯电动乘用车 能量密度 W (Wh/kg) 与对应补贴系数	90 ≤ W < 105	1	0	0	0	0
	105 ≤ W < 120	1	0.6	0	0	0
	120 ≤ W < 125	1.1	1	0	0	0
	125 ≤ W < 140	1.1	1	0.8	0.8	0.8
	140 ≤ W < 160	1.1	1.1	0.9	0.9	0.9
	W ≥ 160	1.1	1.2	1	1	1

资料来源: 工信部, 华安证券研究所

2.3 展望：高镍三元的高能量密度路线和铁锂高性价比路线将共同发展

在电芯层面，磷酸铁锂成本低廉的优势显著，并将持续存在。在锂电系列报告二《回暖趋势已现，磷酸铁锂春天到》中我们详细测算了磷酸铁锂从正极到电芯再到 PACK 层面的成本优势。和三元相比，磷酸铁锂在正极层面可以降本约 2/3；在考虑无钴且三元价格下降至 10 万/吨的极限测算下，磷酸铁锂的使用成本仍然显著优于三元，在正极和电芯层面有 50%和 20%以上的降本优势，并且由于不含钴镍等贵金属，磷酸铁锂价格波动远小于三元，利于成本管控。

图表 24 高镍三元和磷酸铁锂电芯原材料成本极限测算

	高镍三元	磷酸铁锂
正极	能量密度 (mAh/g)	190
	理论耗量(g/Wh)	1.46
	价格(万元/吨)	10
	使用成本 (元/Wh)	0.146
负极	能量密度 (mAh/g)	305
	理论耗量(g/Wh)	0.911
	价格(万元/吨)	3
	使用成本 (元/Wh)	0.027
电解液	用量 (g/Wh)	0.83
	价格(万元/吨)	3.7
	使用成本 (元/Wh)	0.031
隔膜	用量 (平/Wh)	0.015
	价格(元/平)	1.6
	使用成本 (元/Wh)	0.024
集流体 (元/Wh)	0.050	0.055
其他材料 (元/Wh)	0.040	0.045
总材料成本 (元/Wh)	0.318	0.247

资料来源：鑫椽数据，华安证券研究所测算

从材料层面看，无论是按体积还是按重量，高镍三元高能量密度的优势均十分显著。磷酸铁锂材料的克容量已经接近极限，并且由于磷酸铁锂材料自身的电导率较差，需做成纳米材料并且进行碳包覆，也限制了其压实密度的提升。而三元材料更高的克容量和电压平台对应了更低的正极材料单位用量，加上三元材料的压实密度更高，也对应了更小的体积。在三元材料中，高镍三元由于更高的能量密度，优势更加明显。

图表 25 磷酸铁锂与三元材料用量对比

	克容量 (mAh/g)	对应用量 (kg/kWh)	压实密度 (g/cm ³)	对应体积 (L/kWh)
NCM523	160	1.74	3.9	0.45
NCM622	165	1.68	3.9	0.43
NCM811	185	1.50	3.9	0.39
LFP	150	2.05	2.5	0.82

资料来源：华安证券研究所测算

电池层面，高镍三元高能量密度的优势也十分显著，长期也将领先于磷酸铁锂。从电芯层面看，三元由于其更高能量密度，对于电解液、隔膜、负极等其他材料的用量也会稍有减少，能量密度优势将会放大。从电池包以及结构层面看，磷酸铁锂由于其成熟稳定性，在“刀片”“CTP”等结构创新和成组效率上占据优势，但是随着三元尤其是高镍三元的技术发展成熟稳定，也有提升空间，差距会缩小。宁德时代时代的“CTP”技术可以将磷酸铁锂电池能量密度提升至 160Wh/kg 以上，用在三元上则可以提升至 200Wh/kg。

图表 26 磷酸铁锂与三元电池能量密度对比

电池种类	单体密度区间 (Wh/kg)	占比	平均单体能量密度 (Wh/kg)	平均系统能量密度 (Wh/kg)	平均成组系数
磷酸铁锂	160	2.19%	159	118	74%
	170	61.16%	171	130	16%
	180	35.87%	177	140	79%
	190	0.78%	187	140	75%
磷酸铁锂汇总		100.00%	174	133	77%
三元材料	160	6.18%	164	105	64%
	180	0.08%	182	140	77%
	200	11.68%	202	148	73%
	210	31.60%	210	149	71%
	220	3.83%	219	152	69%
	230	12.10%	231	163	70%
	240	8.49%	238	163	69%
	250	2.29%	248	169	68%
	260	22.78%	256	157	61%
	270	0.03%	269	191	71%
280	0.96%	280	171	61%	
三元材料汇总		100.00%	218	153	70%

资料来源：乘联会，华安证券研究所

磷酸铁锂将凭借其性价比和安全优势在储能和低续航乘用车中焕发活力，而高镍三元将凭借其高能量密度优势在高续航乘用车中扩大份额。在储能领域，对成本和安全性的追求优先于能量密度，目前以及将来都会是磷酸铁锂的主场。在新能源车方面，高中低端乘用车对于各项指标的敏感度不一，高镍三元和磷酸铁锂将实现分级消费。我们对比了不同带电量下的磷酸铁锂和高镍三元正极材料层面的体积、重量和成本。当带电量为 50kWh/辆时，使用磷酸铁锂替代高镍能够降低 0.68 万/辆的成本，但同时正极材料的空间要大 21.78L，重量要重 78.93kg。在较低带电量下，对空间和重量的容忍度相对较高，成本下降的优势十分明显。当带电量为 80kWh/辆时，使用磷酸铁锂替代高镍能够降低 1.09 万/辆的成本，但正极材料空间会大 34.84L，重量会增加 126.28kg；显著增加的空间和重量将使得车在其他的部分付出更多的成本以换取轻量化和更大的电池空间。综合看来，高带电量情况下的成本降低效应会相对减弱。此外，里程焦虑是困扰新能源汽车发展最主要的问题，使用高能量密度的高镍三元电池能够很好的解决这一问题。

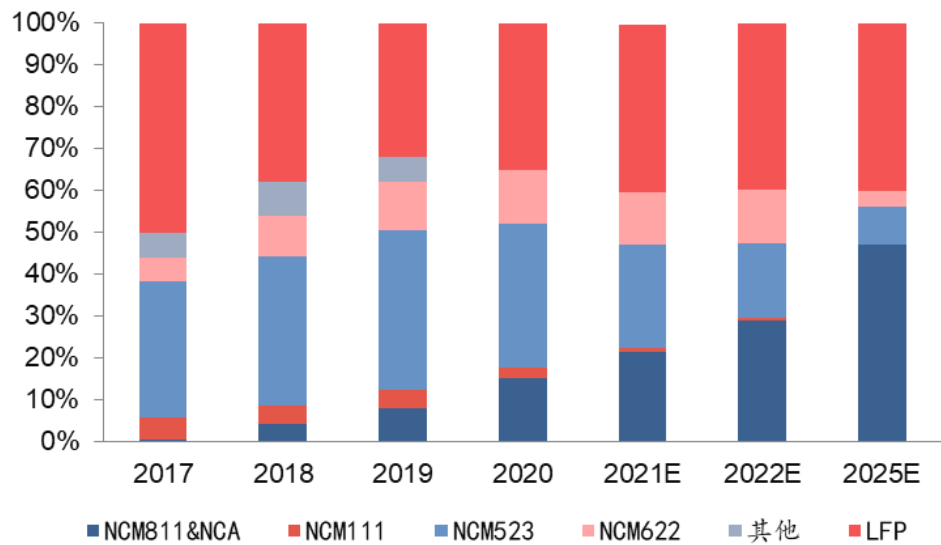
图表 27 磷酸铁锂与高镍三元在不同带电量下正极材料的体积重量和成本对比

带电量 (kWh/辆)		50	60	70	80
体积 (L)	高镍三元	19.25	23.10	26.95	30.80
	LFP	41.03	49.23	57.44	65.64
	体积差距	21.78	26.13	30.49	34.84
重量 (kg)	高镍三元	75.08	90.09	105.11	120.12
	LFP	154.00	184.80	215.60	246.40
	重量差距	78.93	94.71	110.50	126.28
成本 (万元)	高镍三元	0.73	0.88	1.02	1.17
	LFP	0.05	0.06	0.07	0.08
	成本差异	0.68	0.82	0.96	1.09

资料来源：华安证券研究所测算

我们预计未来高镍三元和磷酸铁锂电池将分别凭借性能和价格优势占据国内动力电池市场的主要份额，改变目前中镍三元为主的局面，预计到 2025 年高镍三元和磷酸铁锂电池合计占比将超过 80%。

图表 28：国内不同类型动力电池占比测算



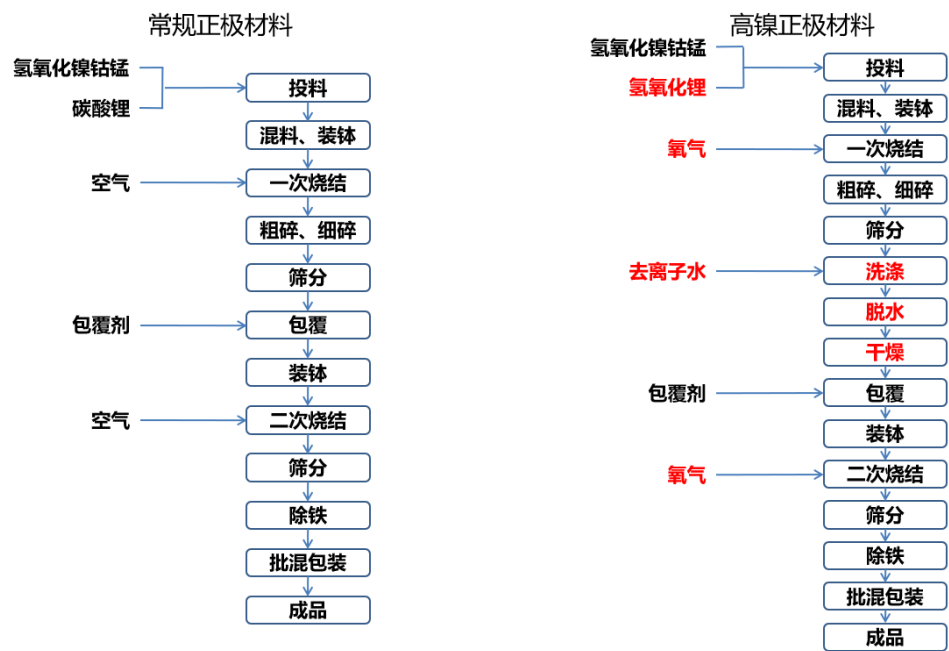
资料来源：GGII，鑫椏资讯，华安证券研究所测算

3 高镍三元应用逐步提速，未来需求有望放量

3.1 目前多种三元材料共存，高镍占比逐步提升

高镍三元材料在前驱体制备、正极材料烧结、生产环境和生产工艺方面要求相比常规正极材料要更为苛刻。高镍三元正极材料由于氧化性较强，需要掺杂包覆做产品改性才能使用，掺杂包覆元素的选择以及分布的均匀性，依赖生产厂商的技术工艺及生产设备。在原材料方面，对于常规三元正极材料，由于碳酸锂成本普遍低于氢氧化锂，大部分厂商均采用碳酸锂作为锂源材料。高镍三元材料需要更高的能量密度、更好的充放电性能，普遍采用氢氧化锂作为锂源材料。在生产设备方面，高镍三元材料尤其容易产生金属离子混排问题，因而需要在纯氧环境中生产，所以高镍产品的烧结需要氧气炉，而常规三元只需使用空气炉。在生产环境方面，高镍三元材料对于湿度要求更高，一般需要专用除湿、通风设备。在磁性物控制方面，高镍三元材料也有更高要求，往往需要对厂房进行特定改造。由于生产工艺及生产环境的要求显著提升，窑炉的多温区温度控制精度、气氛烧结对设备的密闭性要求均显著高于 NCM523 等常规产品，高品质、高一致性的高镍正极材料量产难度较大，产品整体合格率较低。

图表 29：常规和高镍正极材料生产流程及区别



资料来源：动力电池月刊，华安证券研究所

在未来动力电池的发展进程中，在保证安全性的基础上不断提升能量密度是必然的发展趋势，三元高镍化就是其中最主要的技术路线。三元材料中三种元素的不同配置将带来不同的性能，常见配比有镍钴锰 NCM111、523、622、811 等。镍含量上升能够提高材料容量但会降低循环性能和稳定性，钴含量上升可以抑制相变并提高倍率性能，锰含量上升有利于提高结构稳定性，但会降低容量。另有镍钴铝 NCA，常见配比为 8:1.5:0.5，以铝代替锰，是将镍钴锰酸锂通过离子掺杂和表面包覆进行改性，离子掺杂可以增强材料的稳定性，提高材料的循环性能。镍含量越高，材料的克容量越高，对应的电池模组能量密度也越高，但相应的工艺难度也越大，安全性

挑战也越高。因此找到三种材料的比例关系以达到综合性能最优化，是三元材料研发的重点。

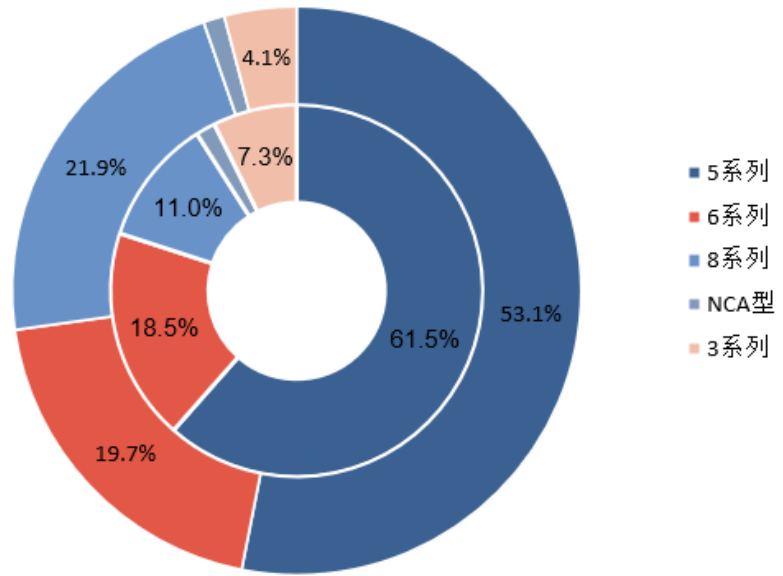
图表 30 主流三元正极材料的构成及特性、应用领域

序号	主流三元正极材料分类	能量密度	主要特点	市场份额
1	中镍（以 NCM523 等 5 系为主）	实际比容量 150-190mAh/g，已产业化 单体电芯能量密度 140-220Wh/kg	中镍产品凭借其较高的性价比、制作工艺较成熟、能够满足大部分锂离子电池设计需要等优势，成为当前国内应用范围最广、市场占有率最高的三元正极材料。	目前主流产品，2020 年产量占比 53.1%
2	中高镍（以 NCM622、等 6 系为主）	实际比容量 160-190mAh/g，已产业化 单体电芯能量密度 160-240Wh/kg	中高镍产品由于其镍含量更高，具有相比中镍产品更高的比容量，无需高镍产品严苛的生产工艺，具有更高性价比和市场潜力，预计未来中高镍产品的市场份额将持续增长。	2020 年产量占比 19.7%，预计呈上升趋势
3	高镍（以 NCM811 等 8 系为主）	实际比容量 190-220mAh/g，已产业化 单体电芯能量密度 180-250Wh/kg	高镍产品相对于其他三元正极材料具有显著的比容量优势，用于生产高能量密度的动力电池，通常应用于具备长续航能力的高端新能源汽车市场。随着新能源汽车行业的深入发展，其市场份额有望获得进一步提升。	2020 年产量占比 23.1%，预计呈上升趋势

资料来源：振华新材招股书，华安证券研究所

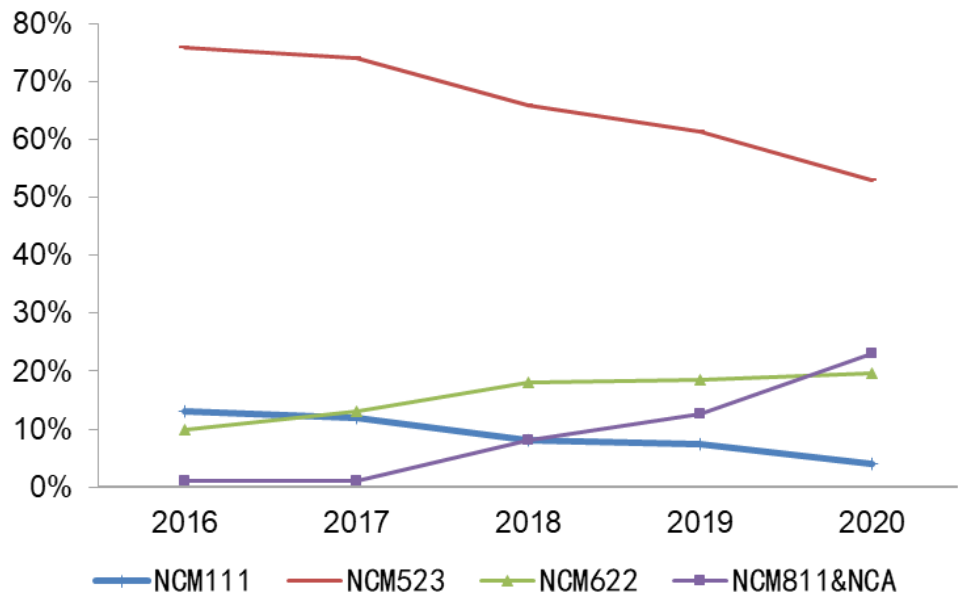
目前国内三元正极材料已经形成多种材料共存的局面，中镍市占率保持平稳，高镍材料占比逐年增加。当前行业主流的三元正极材料可以分为中镍（以 NCM523 等 5 系为主）、中高镍（以 NCM613、NCM622 等 6 系为主）和高镍（以 NCM811 等 8 系为主），能量密度随着镍含量的提高而提升。2020 年三元材料市场仍以 5 系及以下三元材料产品为主，占比 53.1%，同比减少 8.4pcts；高镍 8 系和 NCA 产品市场占比由 2019 年 12.7% 上升到 23.1%，提升 10.4pcts；6 系产品占比 19.7%，同比上升 1.2pcts。

图表 31 2019（内环）、2020（外环）年国内三元材料型号占比



资料来源：鑫椏资讯，华安证券研究所

图表 32 2016-2020 年国内不同型号三元材料产量占比



资料来源：鑫椏资讯，华安证券研究所

3.2 三元高镍化大势所趋、应用提速，预计 2022 年产量翻倍

虽然中国占据着全球半数以上的三元材料产能，但在高镍市场方面国内三元材料企业还有提升空间。2019 年国内共生产高镍三元材料 2.5 万吨左右，仅占全球高镍三元材料总产量的四分之一左右，以住友、ECOPRO 等企业为首的日韩企业依旧占据着全球高镍三元材料市场的绝大部分市场份额。受疫情影响，欧美多家车厂选择关停工厂，松下、LG、三星等企业也相继关停了其位于欧美地区的电池厂。丰田、松下等企业也开始考虑或者关停日本本土的工厂，在一定程度上抑制海外市场对于日韩企业高镍三元材料的需求。

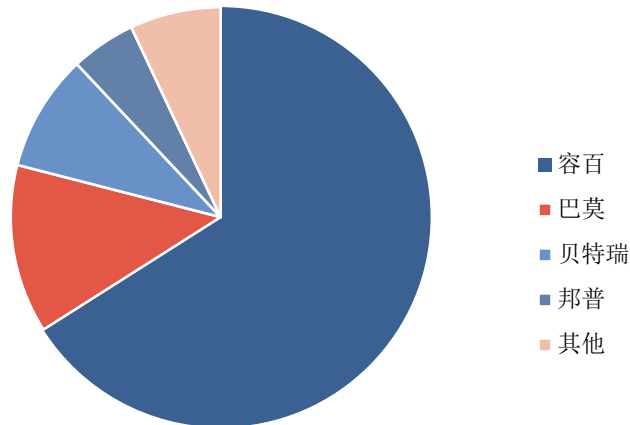
图表 33 正极材料同行业可比公司经营情况比较

项目	主要正极材料产品	三元材料主要类型	三元材料下游客户
容百科技	三元材料	NCM811、NCM622	宁德时代、比亚迪、比克电池、天津力神、亿纬锂能等
振华新材	三元材料、钴酸锂	NCM523、NCM622、NCM811	宁德时代、孚能科技、ATL、天津力神等
长远锂科	三元材料、钴酸锂	NCM523、NCM622、NCM811	宁德时代、比亚迪、亿纬锂能、欣旺达等
当升科技	三元材料、钴酸锂、锰酸锂	NCM523、NCM622、NCM811	SKI、LG 化学、索尼、卡耐、天津力神、天津捷威等
厦钨新能	钴酸锂、三元材料、锰酸锂	NCM622、NCM523	比亚迪、中航锂电、松下等
杉杉能源	三元材料、钴酸锂	NCM523、NCM622、NCM811	比亚迪、天津力神等
巴莫科技	三元材料、钴酸锂、锰酸锂	NCM622、NCM811、NCA	宁德时代、天津力神、LG 化学等

资料来源：中国化学与物理电源行业协会，华安证券研究所

国内真正能够实现高镍三元材料批量出货的企业并不多，出货量较高的企业主要为容百、巴莫、贝特瑞以及邦普。其中容百高镍产量占比 70%左右，处于高镍三元行业龙头地位，巴莫、贝特瑞与邦普则处于行业第二梯队，当升科技、长远锂科、杉杉股份、振华新材等企业距离 TOP4 都有一定的差距，处于行业第三梯队。就当前国内高镍三元材料的供货格局来看，2020 年国内第一、二梯队的高镍三元材料有望继续扩大其出货规模，从而跻身全球一流高镍三元材料生产商地位，而对于第三梯队的企业而言，如何正确的把握客户需求，生产出差异化的产品，将成为未来公司发展的重要目标。

图表 34 2019 年国内高镍三元材料市场占比



资料来源：鑫椏资讯，华安证券研究所

高性能 5 系、6 系三元材料仍然无法突破自身材料属性带来的能量密度瓶颈，更长续航里程的车型依旧需要搭载高镍电池作为其动力来源，高镍低钴的长期趋势不会改变。高镍正极材料的优势在于克容量较高，从各国动力电池技术路径规划来看，动力电池电芯能量密度普遍将达到 300Wh/kg 以上，在现有技术体系中，高镍三元是最可行的商业化方案，三元正极高镍化趋势明朗。目前，NCM811 动力电池产品相较 NCM523 产品能量密度可提升 25%，后续高镍正极产品性能的进一步优化可使得能量密度优势提升 30%以上。能量密度提升意味着同等重量的电池可以提供更多的带电量，实现轻量化的同时显著提升续航里程。高镍三元正极材料的新一代产品预计将具有更加广阔的应用与更加快速的增长。

目前在全球市场销量最高的特斯拉采用的就是松下 NCA 和 LG 化学 NCM811 高镍电池，大部分欧洲一线车企也更青睐 811 电池，各大主流电池厂都有各自高镍或无钴电池的开发计划。宁德 811 电池早已量产装车蔚来 ES6、广汽 AionS、吉利几何 A，2020 年重点发展三元 811 与高电压 523+CTP，2023 年发展无钴电池，将克容量上限提高到 300mAh/g，电压达到 4.7V。蜂巢能源是国内最先公开宣布研发出无钴材料及电池产品的企业，2019 年 7 月首次发布四元及无钴材料电池，2020 年 5 月公司发布了两款无钴电芯 115Ah 和 L6 无钴长电芯，可支持电动汽车行驶 800 公里以上，使用寿命超过 15 年 120 万公里。目前蜂巢能源无钴电池已经装车路试，搭载的量产车型有望在 2021 年推向市场。

LG 化学、三星 SDI、SKI 和松下等日韩电池巨头都在加快高镍低钴电池开发量产进程。LG 化学和通用汽车将在密歇根州生产 NCMA 电池，双方计划在 2022 年前完成 NCMA 电池的开发，并为通用的新车配备 NCMA 电池。该型电池有望将钴含量降低 70%，同时新增 90%的镍含量。三星 SDI 开发的第五代 Gen5 电池为高镍 NCA 三元方形电池，将于 2021 年在其匈牙利工厂批量生产，能量密度超过 600Wh/L。可以将电动汽车续航里程提升到 600 公里以上，该电池主要优势在于镍含量超过 80%的同时，每千瓦时的成本降低了 20%。SKI 已准备好批量生产 NCM 9/0.5/0.5 电池，并将向 2023 年发布的福特 F-150 电动卡车提供该高镍电池，有望提供 700km 的续航里程和更短的充电时间。松下计划在五年内将其供应给特斯拉电池的能量密度提高 20%，并

计划在 2022 年至 2023 年之间交付无钴电池。目前，松下已将 NCA 阴极钴含量削减至 5% 以下并计划分阶段对电池进行改进。

图表 35: 各大动力电池厂商高镍低钴电池研发规划

高镍电池研发历程	
宁德时代	2018 年量产 622 电池, 2019 年量产 811 电池, 2020 年重点发展三元 811 与高电压 523+CTP, 2023 年重点发展无钴电池。
蜂巢能源	2018 年无钴电芯立项, 2020 年发布两款无钴电芯, 2021 年推向市场, 2022 年实现基于四元材料的电芯 SOP。
LG 化学	2018 年 811 电池应用于现代 Kona EV, 2020 年推出 712 电池, 2021 年完成 NCMA 研发, 将向通用汽车供应包含 90% 镍的 NCMA 电池
松下	2017 年推出了“2170”NCA 电池, 2021 年前将新的 2170 电池在阴极中的钴百分比为 2.8% 降低到 1.4%, 2022~2023 年期间实现零钴电池商用化。
三星 SDI	2017 年开始研发 811 电池, 2018 年发布 811 电池, 2021 年计划生产镍含量超过 80% 的方形 NCA—“Gen5”电池。
SKI	2017 年开始研发 811 电池, 2018 年量产 811 电池, 2020 年已商业化了其研制的全球首个镍含量为 90%、钴含量为 5%、锰含量为 5% 的 NCM9 电池, 将在 2023 年向福特 F-150 电动卡车提供该高镍电池。

资料来源: 电池网, 高工锂电, 华安证券研究所

在新能源车的大趋势下, 动力电池三元正极材料产量快速提升, 其中高镍三元材料 2022 年全球产量超过 60 万吨, 实现翻倍增长。测算主要基于对 2020 年下半年和 2021、2022 年国内新能源汽车逐步恢复增长, 海外新能源汽车销量在欧洲市场带动下渗透率加速提升, 新能源汽车单车带电量稳中有升以及高镍三元材料在车用电池市场应用占比逐年提高。测算假设要件:

(1) 2020/2021/2022 年国内新能源汽车销量增长率分别为 8%/38%/38%; 海外新能源汽车销量增长率为 29%/69%/42%。

(2) 2020/2021/2022 年国内新能源汽车三元电池装机占比为 65%/61%/60%; 海外新能源汽车三元电池装机占比为 96%/95%/91%。

(3) 2020/2021/2022 年国内高镍占三元材料产量比例为 23%/36%/48%; 海外高镍占三元材料产量比例为 28%/36%/53%。

图表 36: 全球高镍三元正极材料产量测算

	2016	2017	2018	2019	2020E	2021E	2022E
国内: 新能源汽车销量 (万辆)	58.5	81.1	122.7	120.4	130	180	248
动力电池装机量 (GWh)	28.0	36.4	57.0	62.4	66.0	94.0	132.0
三元动力电池装机量 (GWh)	6.5	16.0	30.7	38.4	43.0	57.0	79.0
三元材料产量 (万吨)	5.4	8.6	13.7	19.2	24.5	28.5	39.5
高镍产量占比 (%)	1%	1%	8%	12.7%	23.1%	35.5%	48.1%
高镍三元材料产量 (万吨)	0.1	0.1	1.1	2.4	5.7	10.1	19.0
海外: 新能源汽车销量 (万辆)	27.0	45.0	76.2	100.4	130	220	312
动力电池装机量 (GWh)	13.5	22.5	38.1	54.0	70	121	174
三元动力电池装机量 (GWh)	13.0	22.0	37.5	53.0	67	115	158
三元材料产量 (万吨)	6.5	11.0	18.8	26.5	33.5	57.5	79
高镍产量占比 (%)	16%	18%	21%	23.0%	28.0%	36.0%	53.0%
高镍三元材料产量 (万吨)	1.0	2.0	3.9	6.1	9.4	20.7	41.9
全球: 三元材料产量 (万吨)	11.9	19.6	32.4	45.7	58.0	86.0	118.5
高镍三元材料产量 (万吨)	1.1	2.1	5.0	8.5	15.0	30.8	60.9

资料来源: 中汽协, GGII, CIAPS, 华安证券研究所测算

4 磷酸铁锂行业洗牌后头部企业趋于稳定

4.1 固相法液相法各有优劣

磷酸铁锂的规模化的生产工艺可以分为固相法与液相法两类。固相法与液相法各有优劣。固相法的主要优势在于工艺步骤简单，且产品压实密度较高；但烧结温度较高，能耗较高，且由于原材料是固态研磨混合，产品的均匀性和一致性相对较差。而液相法在溶液中进行原材料分子级别的混合，产品均匀一致性好，批次稳定性好；但工艺过程较复杂，较难控制。国内磷酸铁锂生产厂商中，固相法的代表为贝特瑞、湖南裕能；液相法的代表为德方纳米。

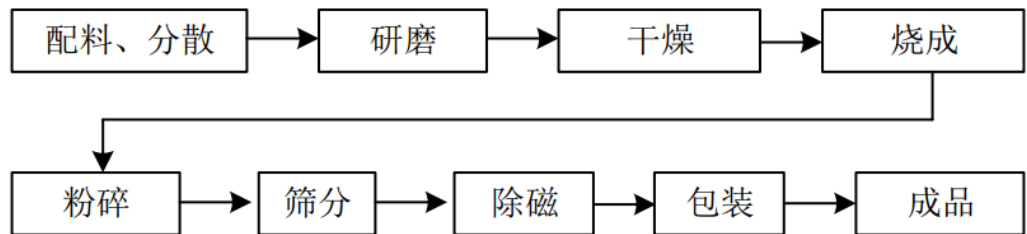
图表 37 固相法与液相法磷酸铁锂性能对比

	固相法	液相法
D50 (μm)	4~8	0.6~1.8
极片压实密度 (g/cm ³)	≥2.3	~2.4
比表面积 (m ² /g)	6~10	8.5~11.5
碳含量 (%)	1.3~1.7	1.0~1.5
比容量 (mAh/g)	≥145	≥150
循环寿命	2000 圈 ≥90%	5000 圈 ≥84%

资料来源：贝特瑞官方网站、德方纳米官方网站、华安证券研究所

固相法可以分为碳热还原法与高温固相法两类。其基本步骤为：首先将锂源、磷源、铁源以一定比例球磨混合，在较低温度下预烧结，而后粉碎、添加碳源后，再次在较高温度下烧结，最后粉碎、过筛，即得到纳米磷酸铁锂产品。两种方法最大的区别是碳热还原法使用的铁源是三价铁，借助碳的还原作用，高温条件下三价铁还原为二价铁，并与锂源、磷源发生反应。而高温固相法使用的铁源本身即为二价铁，高温条件下可以直接反应生成磷酸铁锂。

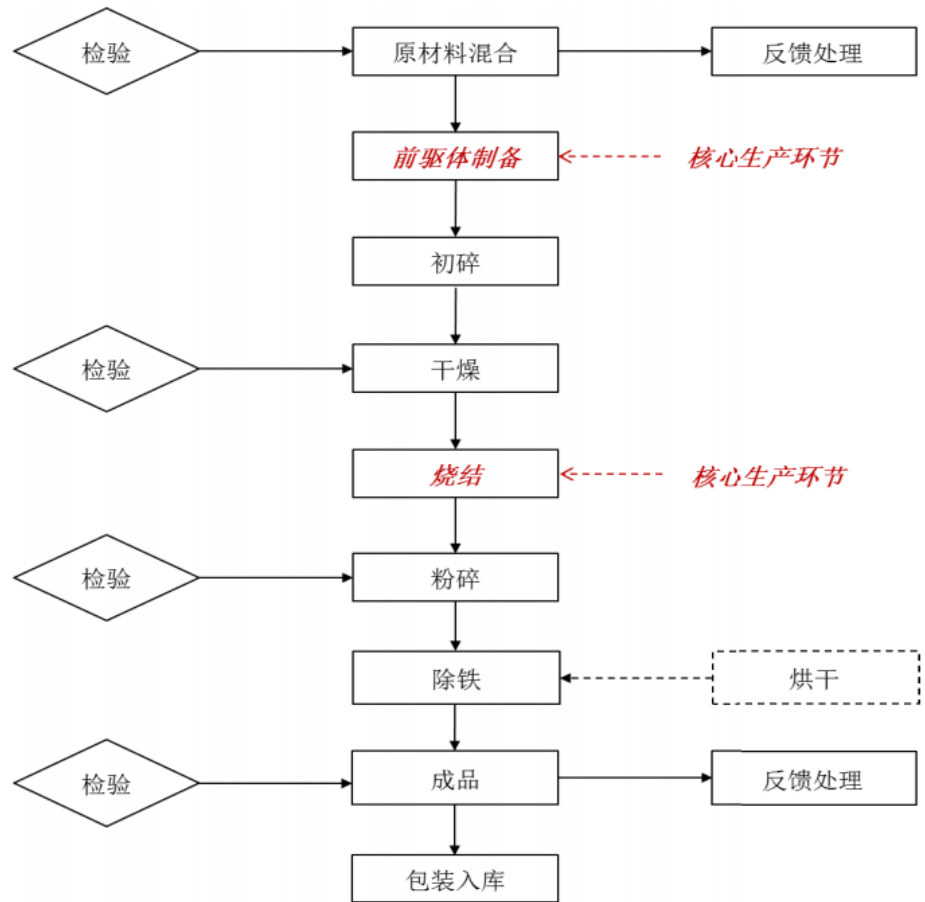
图表 38 高温固相法制备磷酸铁锂步骤



资料来源：贝特瑞公告，华安证券研究所

液相法规模化生产存在一定技术壁垒。传统液相法为共沉淀法、水热法、溶胶凝胶法等，其本身存在危险系数大、生产效率低等问题，因此逐渐被弃用。而德方纳米改进了传统的液相制备方法，形成了拥有自主知识产权的自热蒸发液相合成法。其主要步骤为：将锂源、铁源、磷源与络合剂按照一定比例溶解在溶剂中，利用其反应热使反应自发进行，将溶剂蒸干反应即停止，形成前驱体。添加碳源、球磨、干燥后，高温烧结、粉碎、筛分，即得到纳米磷酸铁锂终产物。德方纳米利用液相法具有的原料来源广泛优势，利用外购铁块与硝酸自制硝酸铁，有效降低了合成成本。

图表 39 液相法制备磷酸铁锂步骤

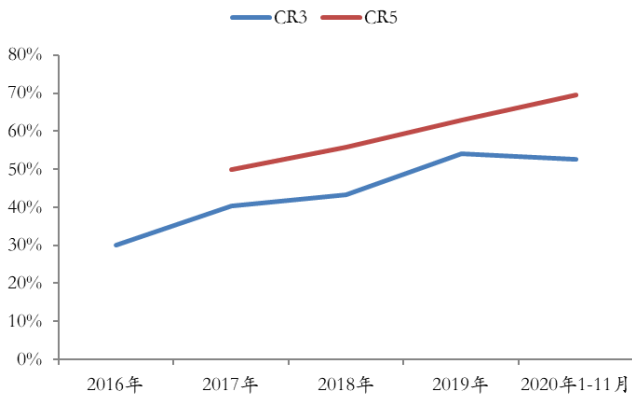


资料来源：德方纳米招股说明书，华安证券研究所

4.2 2021 年供需紧平衡，看龙头份额提升

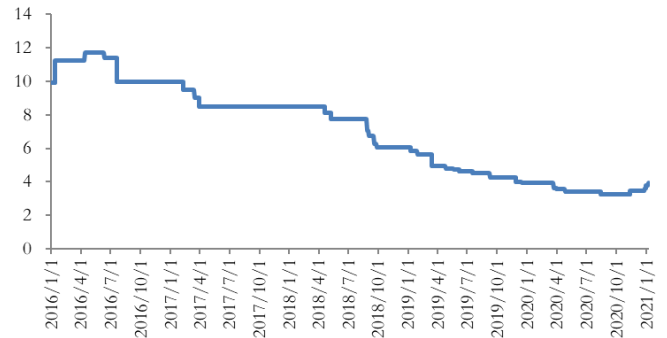
磷酸铁锂整体集中度呈提升趋势，仅 2020 年 CR3 受下游需求多元化及头部企业产能限制略有下滑。2017 年和 2018 年，磷酸铁锂行业增速为 5.7% 和 15.2%，相较于 2016 年 72.5% 的增速快速下滑，行业进入了洗牌期，期间伴随着价格的持续下跌，具备竞争力的企业开始突围，集中度提升，到 2019 年 CR3 为 54.1%，CR5 为 62.9%。到 2020 年 1-11 月，CR3 下降至 52.6%。一方面是由于磷酸铁锂 2020 年的增量主要由非动力贡献，所涉及的领域及下游客户较为分散，从而使得材料端格局也趋于分散；另外一方面是由于头部企业产能受限，行业需求向好的环境下小厂产量得以增加。

图表 40 磷酸铁锂集中度变化



资料来源: wind, 华安证券研究所

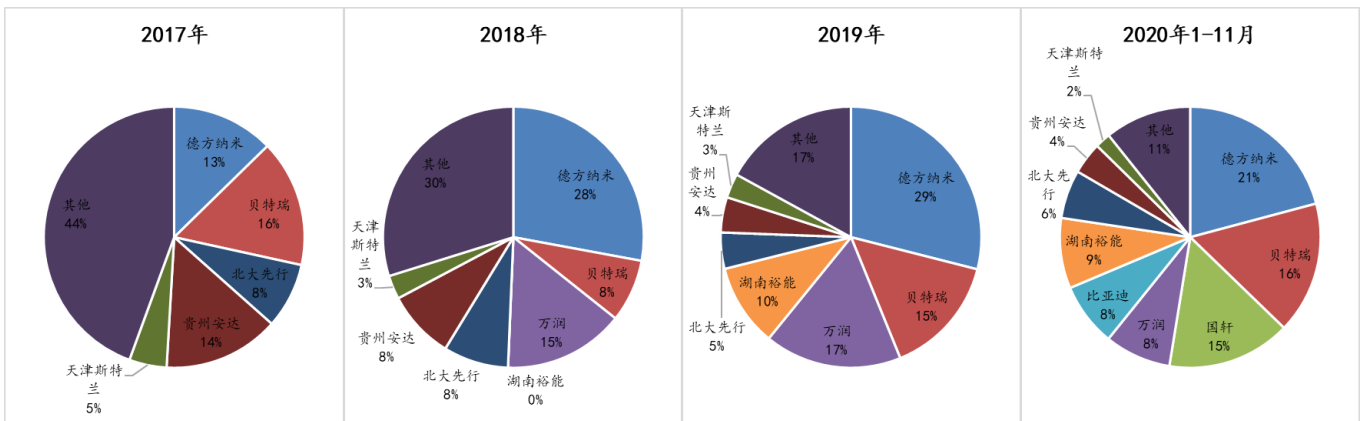
图表 41 磷酸铁锂价格变化 (万元/吨)



资料来源: wind, 华安证券研究所

行业洗牌接近尾声，行业头部企业趋于稳定，德方纳米为行业龙头。德方纳米凭借其独特的液相法优势和与大客户宁德时代绑定，从2018年开始成为行业第一，2019年市占率29%，2020年1-11月受限于产能，市占率略有下滑。贝特瑞出货量为行业第二，公司2020年12月26日公告拟将相关业务转让给龙蟠科技。湖南裕能为上市公司湘潭电化的参股公司，于2020年12月26日公告获得了宁德时代、比亚迪等战略投资者的6.48亿元增资。另外出货量较多的还有万润、比亚迪和国轩。行业洗牌接近尾声，头部企业基本稳定。

图表 42 磷酸铁锂格局变化



资料来源: GGII, 真锂研究, 华安证券研究所

2021年迎来磷酸铁锂需求增长大年，预计同比增长80%，以动力为代表的高端增量显著，需求结构优化。我们预计2020/2021/2022年新能源车销量为130/180/248万辆，磷酸铁锂装机占比分别为35%/40%/40%；海外新能源车销量分别为130/220/312万辆，2021/2022年磷酸铁锂装机占比5%/9%；对应的动力铁锂需求分别为23/43/68GWh。预计2020/2021/2022年非动力需求分别为29/50/83GWh，磷酸铁锂电池总需求为52/93/151GWh，对应的材料需求为12/22/35万吨，同比增长40%/79%/62%。

图表 43 磷酸铁锂需求测算表

	2019	2020E	2021E	2022E
国内新能源车销量 (万辆)	121	130	180	248
单车带电量 (kWh/辆)	50	51	52	53
动力电池装机 (GWh)	62	66	94	132
LFP 占比	34%	35%	40%	40%
国内 LFP 动力电池 (GWh)	21	23	37	53
海外新能源车销量 (万辆)	100	130	220	312
单车带电量 (kWh/辆)	54	54	55	56
动力电池装机 (GWh)	54	70	121	174
LFP 占比			5%	9%
海外 LFP 动力电池 (GWh)			6	16
动力电池合计 (GWh)	21	23	43	68
基站 (GWh)		9	12	15
储能 (GWh)		11	17	27
轻型动力 (两轮车等) (GWh)		1	5	12
其他铅酸替代领域 (GWh)		7	13	23
电动船舶 (GWh)		1	2	6
非动力合计 (GWh)	16	29	50	83
磷酸铁锂装机量合计	37	52	93	151
yoy		40%	79%	62%
LFP 单耗 (万吨/GWh)	0.234	0.234	0.234	0.234
LFP 需求 (万吨)	9	12	22	35

资料来源：华安证券研究所测算

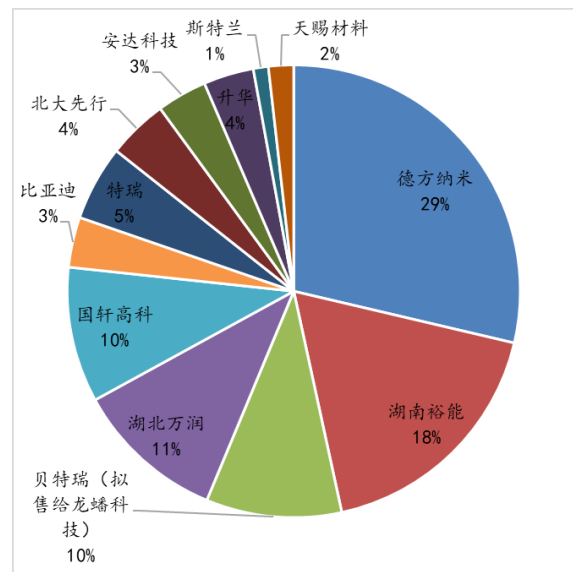
从产能规划上看，预计 2021 年磷酸铁锂材料紧平衡，头部企业市占率将提升。根据不完全统计，2020 年底磷酸铁锂产能将达到 27.9 万吨，其中主要增量来自于德方纳米和湖南裕能。预计 2021 年 22 万吨的需求，考虑到补库存的情况实际需求可能更高，再考虑到 27.9 万吨中包含部分新增产能需要爬坡时间，目前看磷酸铁锂材料环节供需紧平衡。考虑到液相法扩产周期接近一年，固相法相对更短，预计产能紧张情况不会持续太久。从产能规划格局上看，行业集中度将显著提升，其中德方纳米仍维持龙头地位，2020 年底和目前在建产能均位于行业第一，2021 年市占率有望回升至 29% 以上；湖南裕能在获得宁德时代和比亚迪增资后计划将产能扩充至 10 万吨以上，位于行业第二。

图表 44 磷酸铁锂材料产能统计

2020年底		备注
德方纳米	8	定增4万吨在建，完成后产能为12万吨
湖南裕能	5	未来两年扩充至10万吨以上
贝特瑞（拟售给龙蟠科技）	2.7	龙蟠科技有扩产计划
湖北万润	3	
国轩高科	2.7	1.4万吨在建
比亚迪	1	
特瑞	1.5	
北大先行	1.2	
安达科技	1	
升华	1	
斯特兰	0.3	
天赐材料	0.5	
合计	27.9	

资料来源：真锂研究，公司公告，华安证券研究所整理

图表 45 2020 年底磷酸铁锂产能格局



资料来源：真锂研究，公司公告，华安证券研究所整理

风险提示：

新能源汽车发展不及预期。若新能源汽车发展增速放缓不及预期，产业政策临时性变化，补贴退坡幅度和执行时间预期若发生变化，对新能源汽车产销量造成冲击，直接影响行业发展。

行业竞争激烈，产品价格下降超出预期。若行业竞争激烈，可能出现产品价格下降超出预期情况，降低相关公司盈利水平。

分析师与联系人简介

华安证券新能源与汽车研究组：覆盖电新与汽车行业

陈晓：华安证券新能源与汽车首席分析师，十年汽车行业从业经验，经历整车厂及零部件供应商，德国大众、大众中国、泰科电子。

滕飞：四年产业设计和券商行业研究经验，法国 KEDGE 高商金融硕士，电气工程与金融专业复合背景，覆盖锂电产业链。

别依田：上海交通大学锂电博士，获国家奖学金并在美国劳伦斯伯克利国家实验室学习工作，六年锂电研究经验，覆盖锂电产业链。

宋伟健：五年汽车行业研究经验，上海财经大学硕士，研究领域覆盖乘用车、商用车、汽车零部件，涵盖新能源车及传统车。

盛炜：三年买方行业研究经验，墨尔本大学金融硕士，研究领域覆盖风电光伏板块。

重要声明

分析师声明

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，以勤勉的执业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告，本报告所采用的数据和信息均来自市场公开信息，本人对这些信息的准确性或完整性不做任何保证，也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。报告中的信息和意见仅供参考。本人过去不曾与、现在不与、未来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收任何形式的补偿，分析结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

免责声明

华安证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。本报告中的信息均来源于合规渠道，华安证券研究所力求准确、可靠，但对这些信息的准确性及完整性均不做任何保证，据此投资，责任自负。本报告不构成个人投资建议，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况。华安证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

本报告仅向特定客户传送，未经华安证券研究所书面授权，本研究报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。如欲引用或转载本文内容，务必联络华安证券研究所并获得许可，并需注明出处为华安证券研究所，且不得对本文进行有悖原意的引用和删改。如未经本公司授权，私自转载或者转发本报告，所引起的一切后果及法律责任由私自转载或转发者承担。本公司并保留追究其法律责任的权利。

投资评级说明

以本报告发布之日起 6 个月内，证券（或行业指数）相对于同期沪深 300 指数的涨跌幅为标准，定义如下：

行业评级体系

- 增持—未来 6 个月的投资收益率领先沪深 300 指数 5%以上；
- 中性—未来 6 个月的投资收益率与沪深 300 指数的变动幅度相差-5%至 5%；
- 减持—未来 6 个月的投资收益率落后沪深 300 指数 5%以上；

公司评级体系

- 买入—未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 15%以上；
- 增持—未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 5%至 15%；
- 中性—未来 6-12 个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至 5%；
- 减持—未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 5%至 15%；
- 卖出—未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 15%以上；
- 无评级—因无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使无法给出明确的投资评级。市场基准指数为沪深 300 指数。