

## 格局重构，龙头崛起

推荐 (维持)

2017年7月24日

## 重点公司

重点公司	评级
创新股份	增持
国轩高科	增持
亿纬锂能	增持
科达利	增持
当升科技	增持
天齐锂业	增持

## 相关报告

《产业拐点迎爆发，周期底部破  
新芽》2017-03-01

《正本清源革除积弊，主流龙头  
运势中兴》2016-08-27

《整顿毕，产业健康再加速；迎  
放量，需求爆发寻成长》  
2016-07-06

分析师：苏晨

suchen@xyzq.com.cn

S0190516080004

分析师：曾韬

zengtao@xyzq.com.cn

S0190516090001

## 投资要点

- **全球趋势不可逆转，合纵连横龙头结盟：**上汽与宁德时代成立合资公司，标志着动力电池行业将从春秋时代百家争鸣快速进入后战国时代，逐渐形成强强联合、寡头割据的新格局；继江淮大众合资之后，北汽与戴姆勒合资启动奔驰电动车国产化计划，将推动海外（尤其是欧洲）传统车企加紧在华布局，全球化浪潮已不可逆转，合资与自主的较量将在电动车领域再次上演，国内核心零部件供应商迎来历史性发展机遇。
- **主流厂商全力降本，行业洗牌龙头突围：**短期来看成本下降尚未被市场完全预期，通过采取全产业链分摊降本压力以及规模化生产等“增效”措施，中游环节盈利能力好于市场预期；中期看，随着国产三元高比能电池渗透率不断提升，未来几年内电池有望复制“摩尔定律”，成本快速下降；长期来看，在未来高镍与 NCA 时代，技术领先、规模优势的龙头将脱颖而出。
- **三重途径降低成本，两方法提高比能量：**三重途径为 1) 改进工艺，全面削减材料成本 2) 扩大规模效应与提升良率；3) 梯次利用、采用模块化设计与纵向一体化。两方面包括物理方法：采用大容量电芯&提升 PACK 成组效率，提升 30% 比能量。化学方法：应用高比能量新材料，包括高镍 NCM 材料与 NCA 等正极材料、硅碳负极、薄型化隔膜与新型电解液 LiFSI，其中高比能正极材料与硅碳负极是重点突破方向。
- **他山之石可以攻玉，放眼海外上下求索：**特斯拉电芯端，松下独供的圆柱电芯凭借工艺与良率优势实现成本严格控制；成组端，通过单车爆款实现 BMS+PACK 定制成本极大摊薄、同时实现电池、系统、整车一体化覆盖以全面评估更改利弊。通用 bolt 电芯端采用 LG 独供软包电池，通过自主打造研发团队与设备本土化实现降成本。宝马 i3 采用三星 SDI 独供方形电池，未来可通过规模效应、良率提升以及电池材料供应链向中国转移实现降成本。
- **投资建议：**电动汽车全球化趋势明确，动力电池行业龙头主导趋势明确，全球电动汽车爆发式放量以及产能向中国转移趋势将带来中游核心零部件巨大成长性机会，我们推荐主流供应链核心零部件龙头：创新股份、国轩高科、亿纬锂能、科达利等，以及上游资源品如赣锋锂业、天齐锂业等。
- **风险提示：**动力电池降成本力度不及预期；电池大幅降成本的时间点延后。

## 目 录

1、全球趋势不可逆转，合纵连横龙头结盟	- 5 -
2、降成本势在必行，看龙头各显神通	- 7 -
2.1、短期因素：补贴退坡敦促电池降本	- 8 -
2.2、长期因素：实现“油电平价”仍需大幅降本	- 9 -
2.3、政策目标：中国计划 2020 年电池成本降至 1 元/WH	- 9 -
2.4、产业目标：国际巨头全力降本	- 11 -
3、降成本路径之一：产能释放突破瓶颈，材料成本有望下降	- 11 -
3.1、锂盐供给端逐渐释放，价格将步入长期下降通道	- 12 -
3.1.1 锂盐：碳酸锂等待产能释放，氢氧化锂持续吃紧	- 12 -
3.1.2 钴盐：供给面临缺口，涨价或将持续但影响有限	- 13 -
3.2、规模效应带来成本进一步下降	- 14 -
3.2.1 电芯规模化生产与良率提升	- 14 -
3.2.2 爆款车型实现 PACK 与 BMS 定制成本摊薄	- 15 -
3.3、其他路径：梯次利用、模块化设计与纵向一体化	- 16 -
3.3.1 梯次利用：机遇与挑战并存	- 16 -
3.3.2 模块化设计：电池发挥规模效应的前提	- 18 -
3.3.3 纵向一体化：降低交易成本	- 19 -
4、降成本路径之二：工艺改进见成效，比能量缓步提高	- 19 -
4.1、物理方法：工艺改进仍有空间	- 20 -
4.1.1 电芯环节：轻量化+大容量	- 20 -
4.1.2 PACK 环节：提升成组效率	- 24 -
4.2、化学方法：提升正极材料性能最为关键	- 26 -
4.2.1 正极材料：高镍 NCM 材料与 NCA 材料	- 27 -
4.2.2 负极材料：硅碳负极	- 28 -
4.2.3 隔膜：薄型化隔膜	- 29 -
4.2.4 电解液：新型电解液 LiFSI	- 30 -
5、他山之石可以攻玉，放眼海外上下求索	- 31 -
5.1、开启圆柱三元大众化路线的先锋：特斯拉系列车型	- 34 -
5.2、率先实现软包三元电芯成本迅速下降：通用 bolt	- 37 -
5.3、方形三元主流：宝马 i3	- 39 -
6、潜在降本空间广阔，技术突破仍需等待	- 41 -
6.1、快充电池：成本是目前最大制约	- 41 -
6.2、新型锂电体系：大幅突破现有比能量极限	- 42 -
7、投资建议：降成本有途可寻，看中期龙头突围	- 43 -
7.1、短期：降成本有途可寻，盈利能力好于预期	- 43 -
7.1.1 电池端价格展望	- 44 -
7.1.2 电池成本降价空间展望	- 44 -
7.1.3 动力电池业务毛利率降幅测算	- 47 -
7.2、中期：高比能时代即将来临，龙头抢先卡位志存高远	- 49 -
7.3、标的梳理	- 50 -
7.3.1 隔膜龙头：创新股份	- 50 -
7.3.2 动力电池龙头：国轩高科	- 51 -
7.3.3 动力电池龙头：亿纬锂能	- 51 -
7.3.4 上游龙头：天齐锂业	- 52 -
7.3.5 高镍正极材料龙头：当升科技	- 53 -
7.3.6 结构件龙头 CATL/BYD 供应链：科达利	- 54 -

图 1、全球动力电池价格快速下降（不同机构测算） .....	- 6 -
图 2、国内动力电池价格快速下降（单位：元/Wh） .....	- 6 -
图 3、2016 年动力电池成本构成（18650 圆柱） .....	- 6 -
图 4、电动汽车行业发展趋势 .....	- 7 -
图 5、2017 年一季度动力电池价格下滑明显 .....	- 9 -
图 6、实现油电平价所需的电池包价格估计 .....	- 9 -
图 7、美国动力电池发展目标，系统能量密度至 250Wh/kg，成本降至 125 美元/kWh .....	- 10 -
图 8、大众计划 2020 年电池成本降至 93 美元/Wh .....	- 11 -
图 9、特斯拉的降成本计划比美国能源局更为激进 .....	- 11 -
图 10、动力电池价格与良率（yield）及产能利用率（utilization）的关系 ....	- 15 -
图 11、特斯拉 Model 3 将迅速放（单位：万台） .....	- 16 -
图 12、国内动力电池出货量 .....	- 17 -
图 13、电动客车退役电池可用于储能市场 .....	- 18 -
图 14、电动乘用车退役电池可用于低速车与电动自行车 .....	- 18 -
图 15、PHEV 和 EV 模组 .....	- 18 -
图 16、软包的模组 .....	- 18 -
图 17、比亚迪打通上下游实现低于同行业的电池销售价格水平 .....	- 19 -
图 18、圆柱主流路线正从 18650 向 20700 与 21700 等大单体切换 .....	- 21 -
图 19、软包电芯结构图 .....	- 23 -
图 20、方形电芯与圆柱电芯结构图对比 .....	- 24 -
图 21、大众的电池降成本计划 .....	- 25 -
图 22、大众 MEB 纯电动平台 .....	- 25 -
图 23、我国 PACK 市场格局 .....	- 26 -
图 24、比克的 18650 电池能量密度提升规划 .....	- 27 -
图 25、比克能量密度达 248Wh/kg 的 NCA 电池已实现量产 .....	- 27 -
图 26、硅碳负极材料结构图 .....	- 29 -
图 27、2016 年全球动力电池产能分布 .....	- 31 -
图 28、2016 年动力电池分区域成本测算 .....	- 34 -
图 29、2016 年动力电池分区域售价测算 .....	- 34 -
图 30、特斯拉车型更迭历程 .....	- 36 -
图 31、特斯拉打造的超级工厂 1.0 有望实现电池成本降低 35% .....	- 36 -
图 32、Model S 电池盒系统，含 16 个模块 .....	- 37 -
图 33、Model S 电池包内部结构，含 444 节单体电池 .....	- 37 -
图 34、通用 Bolt 的电芯成本预测 .....	- 38 -
图 35、通用电动汽车电池包演化 .....	- 38 -
图 36、通用 Bolt 采用软包电芯 .....	- 39 -
图 37、Bolt 电池包位于车身底盘，属于典型的滑板式 .....	- 39 -
图 38、三星 SDI 未来技术路线 .....	- 40 -
图 39、宝马 i3 电池模组 .....	- 41 -
图 40、宝马 i3 电池包由 8 个模组 pack 而成 .....	- 41 -
图 41、全球全固态电池企业研发的分布图 .....	- 43 -
图 42、磷酸铁锂单位能量价格迅速下调 .....	- 44 -
图 43、动力型 18650 2000mAh（三元）价格 .....	- 44 -
图 44、碳酸锂价格走势 .....	- 46 -
图 45、磷酸铁锂与三元正极材料价格出现分化 .....	- 46 -
图 46、六氟磷酸锂价格走势 .....	- 46 -
图 47、动力型电解液价格走势 .....	- 46 -

图 48、负极材料价格走势 .....	- 47 -
图 49、隔膜价格走势 .....	- 47 -
图 50、2016 年动力电池成本构成（18650 圆柱） .....	- 48 -
图 51、CATL 技术路线图 .....	- 50 -

表 1、新能源乘用车补贴计划（单位：万元） .....	- 8 -
表 2、各国动力电池技术目标 .....	- 10 -
表 3、中国动力电池发展技术路线图 .....	- 10 -
表 4、锂盐占各路线电池成本测算 .....	- 12 -
表 5、钴盐占各路线电池成本测算 .....	- 12 -
表 6、中国锂供求预测（万吨碳酸锂当量） .....	- 13 -
表 7、全球氢氧化锂供求平衡情况（单位：吨） .....	- 13 -
表 8、全球钴供求平衡情况（单位：万吨） .....	- 14 -
表 9、梯次利用电池组与铅酸电池组对比 .....	- 17 -
表 10、电芯封装技术路线对比 .....	- 20 -
表 11、特斯拉预计采用 20700 能量密度增加 3-4%，同时成本下降 5-10% ...	- 21 -
表 12、正极材料特点对比一览 .....	- 26 -
表 13、电池能量密度提升幅度大于正极材料比容量提高幅度 .....	- 28 -
表 14、理想的正极材料以及目前的商业化水平 .....	- 28 -
表 15、隔膜主要技术路线对比 .....	- 30 -
表 16、隔膜龙头技术情况 .....	- 30 -
表 17、新型电解液性能对比 .....	- 30 -
表 18、2016 年国际一线车企主要车型技术路线及电芯供应商 .....	- 32 -
表 19、一线车型分动力类型零部件供应商 .....	- 33 -
表 20、特斯拉电池成本快速下降 .....	- 36 -
表 21、快充电池与其他技术路线电池对比 .....	- 41 -
表 22、主流快充电池企业技术路线对比 .....	- 42 -
表 23、各环节 2017 年成本下降幅度预测 .....	- 47 -
表 24、磷酸铁锂电池毛利率变动敏感性分析测算 .....	- 48 -
表 25、三元电池毛利率变动敏感性分析测算 .....	- 48 -

## 1、全球趋势不可逆转，合纵连横龙头结盟

根据我们之前的全球电动汽车深度报告分析，电动车全球化已不可逆转，两大趋势需要高度重视，其一是继北汽与国轩携手深度合作之后，上汽与宁德时代成立合资公司，标志着动力电池行业将从春秋时代百家争鸣快速进入后战国时代，逐渐形成强强联合、寡头割据的新格局；其二是继江淮大众合资之后，北汽与戴姆勒合资启动奔驰电动车国产化计划，此举将推动海外（尤其是欧洲）传统车企加紧电动汽车在华布局，合资与自主的较量将在电动车领域再次上演，国内核心零部件供应商迎来历史性发展机遇。

当前时点，市场对动力电池价格下降及销售放量存在较大的担忧，我们维持短期不悲观，长期依然乐观的态度，理由是：今年电池环节进入行业快速洗牌期，短期来看成本下降尚未被市场完全预期，通过采取全产业链分摊降本压力以及规模化生产等“增效”措施，中游环节盈利能力将好于市场预期；中期看，随着国产三元高比能电池渗透率不断提升，未来几年内电池有望复制“摩尔定律”，成本快速下降；长期来看，在未来高镍与 NCA 时代，技术领先、成本与规模优势突出的龙头将脱颖而出。

一切爆发都有片刻的宁静，一切进步都有冗长的回声。我们试图通过对动力电池降本潜在途径进行全方位梳理，描绘未来电池降本增效的发展轨迹。

三重途径全面降成本：

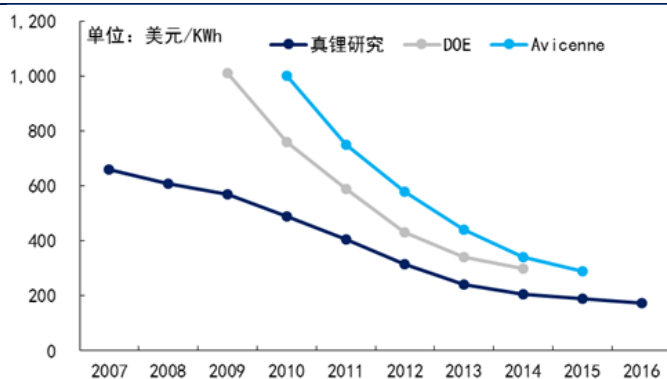
- 改进工艺，降低材料成本
- 扩大规模效应与提升良率，降低生产成本
- 其他：梯次利用与模块化设计降低生命周期成本

双重途径提升比能量：

- 物理方法：采用大容量电芯&提升 PACK 成组效率
- 化学方法：应用高镍正极材料与硅碳负极

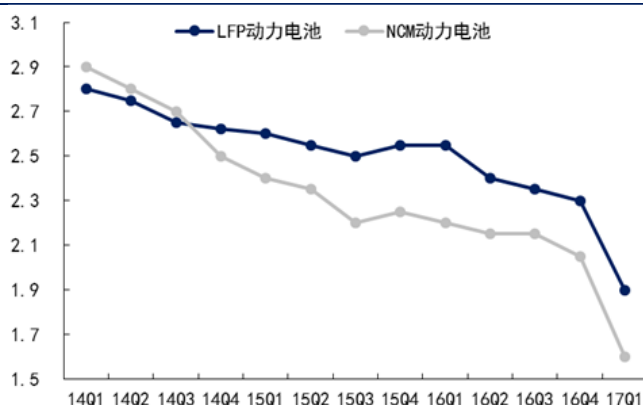
回顾过去十年，动力电池价格经历大幅的下降，日韩电池龙头价格已从 2010 年的 600-800 美元/KWh 降至目前 150-200 美元/kWh，国内龙头厂商在 2016 年底也降至 300 美元/kWh 左右，目前已进入到 200-250 美元/kWh。

图 1、全球动力电池价格快速下降（不同机构测算）



资料来源：真锂研究、兴业证券研究所

图 2、国内动力电池价格快速下降（单位：元/Wh）

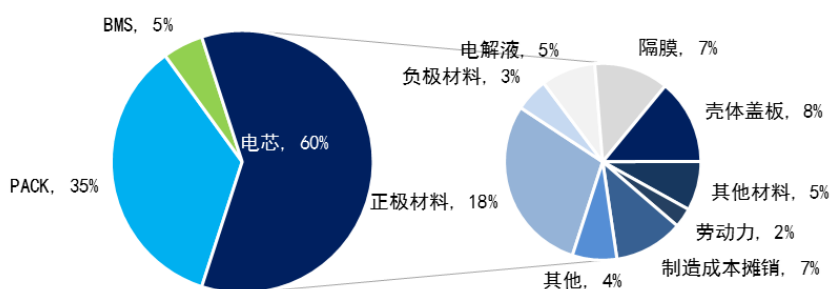


资料来源：GGII、兴业证券研究所

**动力电池降成本已进入攻坚区域。**目前电芯成本占到电池成本 6 成，其中制造成本摊销占比只有 7%，亦即通过规模生产实现的降成本空间非常有限。而材料成本占 45%-48%，如何用最低成本的材料做到最具性价比的能量密度水平将成为接下来攻坚的重点。另一块具有降本潜力的是目前占成本 35% 的 pack 环节，轻量化与做大单体体积是潜在方向。

影响降成本的其他重要因素还包括性能（电池在极端高或极端低的温度下的表现）、充电倍率（能否实现快充的关键）、循环次数（影响电池使用寿命）以及更为关键的安全性。使用更低成本的材料与工艺必然影响在其他因素上的提升，而采用提升比能量的方式做低单位能量成本，面临的问题可能是充电倍率不可避免的下降与安全性能的下降。

图 3、2016 年动力电池成本构成（18650 圆柱）



资料来源：兴业证券研究所

**三元路线仍是最佳选择**，目前锂电池基本体系已经较为成熟，几大主流方向三元路线、磷酸铁锂、锰酸锂与钛酸锂已经确定，各条路线可以改进的方向与存在的缺陷都较为明确。三元路线的优势在于极限比能量密度高，单体可达 350wh/kg，其他无一例外达不到要求，因此三元将是未来几年主流乘用车商业化应用的首选，但其也有明显缺陷，如安全性的相对不足以及材料成本较贵（钴）。磷酸铁锂由于安全性优势，近几年被广泛应用于客车领域，劣势则是其改进空间不大，比能

量较低。锰酸锂的优势在于成本，劣势是比能量已达极限，因此只能用于特定应用领域的专用车型。钛酸锂优势在于能够实现快充（5min 充满），但成本达到其他路线的数倍，因此只能应用于续航里程相对不敏感的客车等领域。

附前景展望逻辑图。

图 4、电动汽车行业发展趋势



资料来源：兴业证券研究所

## 2、降成本势在必行，看龙头各显神通

**短期与中期两方面因素驱动下，动力电池降成本刻不容缓：**

- 短期：补贴退坡敦促全产业链降成本，动力电池环节首当其冲，率先实现成本下降的企业将在下一轮退坡中占得先机
- 中期：实现“油电平价”需电池价格降至 1 元/WH 以下，目前国内 1.6 元/WH 左右价格仍有较大下降空间。

### 2020 年长期规划明确，龙头企业全力降本：

- 日本、美国与中国均提出到 2020 年实现电池性能的大幅提升与成本的大幅下降，中国目标为 1 元/WH；
- 产业界龙头目标更为激进，特斯拉、通用与大众纷纷宣布降成本计划，2020 年目标最低低至 93 美元/KWH。

### 2.1、短期因素：补贴退坡敦促电池降本

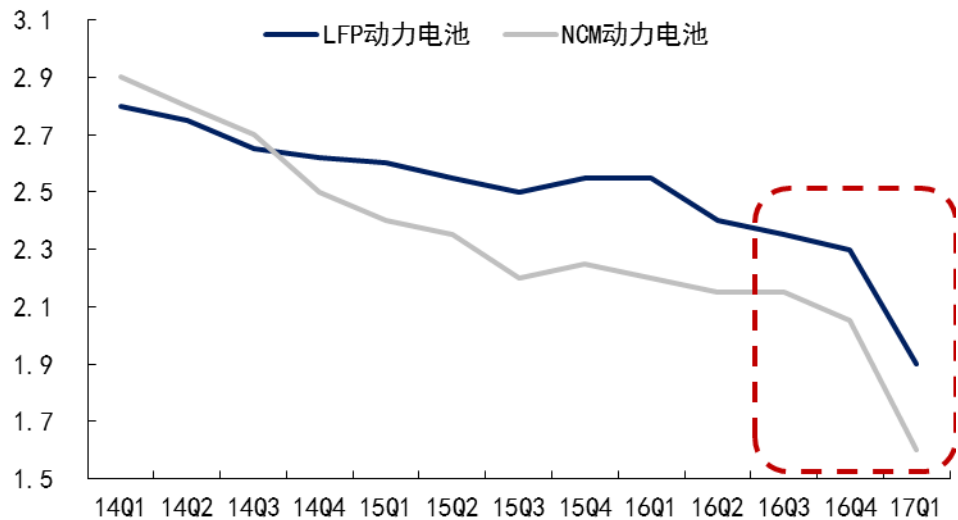
补贴退坡敦促全产业降成本，动力电池首当其冲。2016 年 12 月 30 日，新版补贴政策正式落地，乘用车、专用车补贴退坡 20%，客车退坡 30%-50%。此外国补与地方补贴配比普遍由此前 1:1 下调至 1:0.5，整体补贴退坡幅度较大。补贴下调使得动力电池环节首先受到冲击，一季度销售价格下滑明显，对毛利率造成一定冲击，电池企业短期内压缩成本的意愿十分强烈。此外，新一轮补贴退坡将在 2019 年到来，率先实现降成本的电池企业将在一年半后的再次退坡中占得先机。

表 1、新能源乘用车补贴计划（单位：万元）

车型类别	里程数 (Km)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019E	2020E
纯电动乘用车	2013-2015 年 (80≤R<150)	3.5	3.325	3.15					
	2016-2020 年 (100≤R<150)				2.5	2	2	1.5	1.5
	150≤R<250	5	4.75	4.5	4.5	3.6	3.6	2.7	2.7
	R≥250	6	5.7	5.4	5.5	4.4	4.4	3.3	3.3
插电混动（含增程式）	R≥50	3.5	3.325	3.15	3	2.4	2.4	1.8	1.8
燃料电池乘用车	-	20	19	18	20	20	20	20	20

资料来源：工信部、兴业证券研究所

图 5、2017 年一季度动力电池价格下滑明显



资料来源：GGII、兴业证券研究所

## 2.2、长期因素：实现“油电平价”仍需大幅降本

根据测算，动力电池价格在 100 美元/KWh 附近时，电动汽车与燃油车的竞争焦点就将转变为其他制造成本方面，即实现油电平价，进而电动汽车才能脱离补贴与燃油车竞争。目前日韩电池龙头价格已从 10 年前的 1000 美元/KWh 以上降至 250-300 美元/kWh，距离这一目标越来越近，但进一步降本的难度变得更大。

图 6、实现油电平价所需的电池包价格估计



资料来源：SNE Research、兴业证券研究所

## 2.3、政策目标：中国计划 2020 年电池成本降至 1 元/WH

结合各国颁布的动力电池技术路线来看，到 2020 年将实现电池性能的大幅提升与成本大幅下降。各国拟定的系统比能量目标值普遍集中在 200-250kg/wh 之间，中国颁布的《促进汽车动力电池产业发展行动方案》提出到 2020 年电池单体比能量

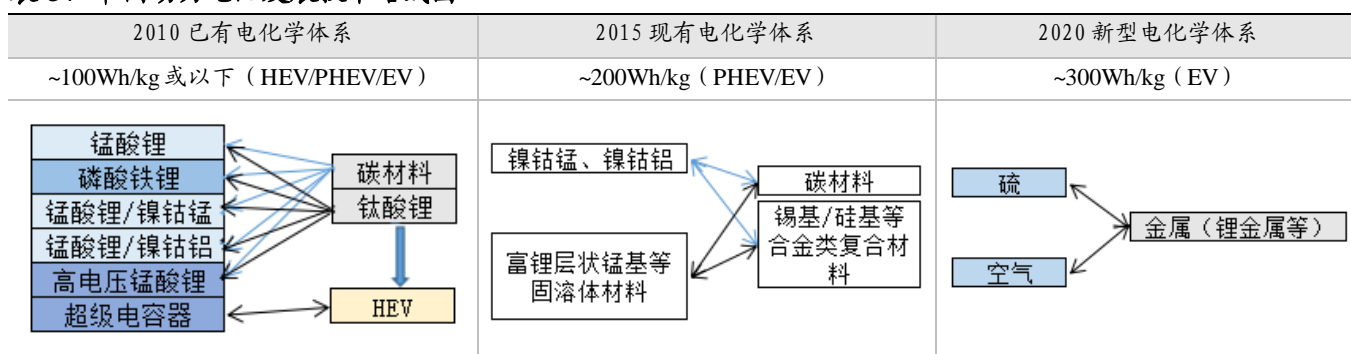
超过 300Wh/kg, 系统比能量达到 260Wh/kg, 成本降至 1 元/Wh 以下, 大致相当于 150 美元/kwh。日本在 100 美元/kwh, 美国要求是 90-125 美元/kwh, 欧洲是 120 美元/kwh, 与油电平价目标的 100 美元/WH 均十分接近, 亦即各国政策要求到 2020 年左右电动汽车要实现和燃油车相近的性价比水平。

表 2、各国动力电池技术目标

国家/地域	日本		美国	欧洲	中国
动力类型	PHEV	EV	EV	EV	EV
电池能量密度 (Wh/kg)	200	250	235	200~300	200
体积密度 (Wh/L)	240	300	500	300~5	-
比功率 (W/kg)	2500	1500	2000	-	2000
功率密度 (W/L)	3000	1800	1000	-	-
度电成本 (日元)	20000	15000	13500	20000	26000
使用寿命	10~15	10~15	15	10	10~15
循环次数	4000~6000	1000~1500	1000	3000	2000~3000

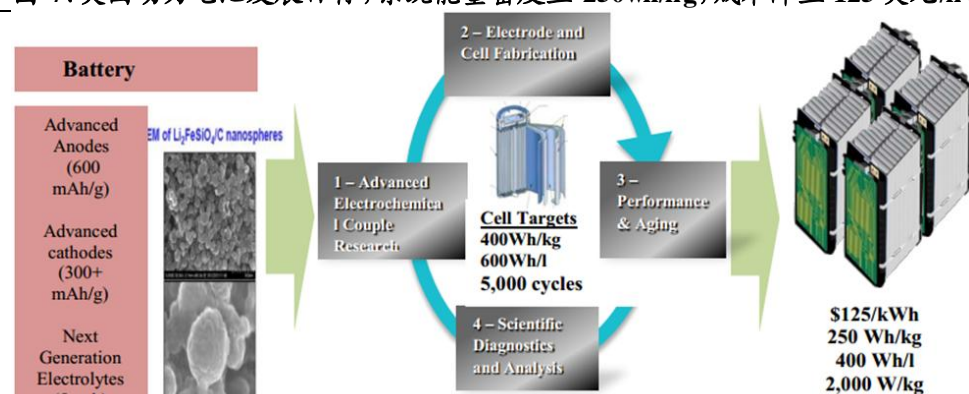
资料来源：兴业证券研究所

表 3、中国动力电池发展技术路线图



资料来源：兴业证券研究所

图 7、美国动力电池发展目标, 系统能量密度至 250wh/kg, 成本降至 125 美元/kwh



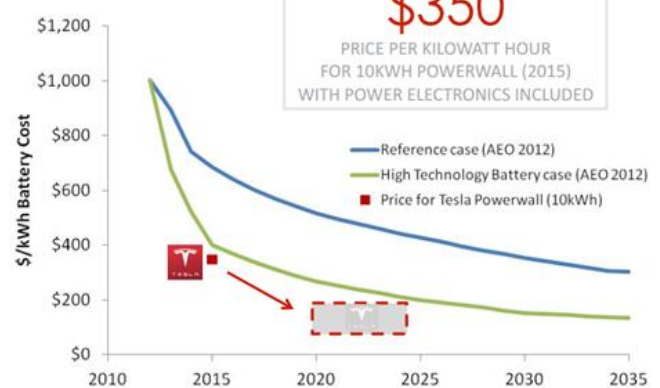
资料来源：兴业证券研究所

## 2.4、产业目标：国际巨头全力降本

从产业界角度来看，各家巨头不遗余力专注降本。特斯拉提出其超级工厂投产将使得电池成本降低 35%，从一开始的“成本低于 190 美元/千瓦时”直降至“不足 125 美元/千瓦时”。大众计划将其电池采购成本由 2016 年的 180 美元/KWH 压缩 48% 至 2020 年的 93 美元/KWH，其中制造与模组成本压缩一半，材料成本压缩 40%。

图 8、大众计划 2020 年电池成本降至 93 美元/Wh

图 9、特斯拉的降成本计划比美国能源局更为激进



资料来源：大众、兴业证券研究所

资料来源：特斯拉、AEO、兴业证券研究所

## 3、降成本路径之一：产能释放突破瓶颈，材料成本有望下降

近几年动力电池激增需求推动上游原材料价格暴涨，而长期来看，绝大部分原材料并不稀缺，当原材料价格恢复理性后，下游能够削减一定的成本。而即便原材料价格依旧保持坚挺，部分高价材料占电池成本比重也在逐渐变小，预计不会对整体降成本造成太大影响。同时，动力电池行业的生产模式与商业模式依然可以继续优化，商业成本仍有一定的下降空间。

### 未来动力电池产业商业成本将从三方面着手下降：

- 原材料成本端：价格相对动力电池需求弹性较大的碳酸锂、氢氧化锂等锂盐供需达到再平衡后价格将步入长期下降通道；钴盐尽管未来存在供给缺口，但预计涨价带来的影响有限。
- 工艺改进与规模经济：动力电池产量进一步提升，规模效应与良率提升，同时整车端爆款车型出现带来单车电池研发、设计（如 BMS）等成本下降；
- 其他路径：梯次利用、模块化设计与纵向一体化。

### 3.1、锂盐供给端逐渐释放，价格将步入长期下降通道

目前正极材料成本占到电芯 25%-30%，而正极材料主要由碳酸锂和各种对应的前驱体材料构成，高镍 NCM（NCM811）与 NCA 正极则多由氢氧化锂替代碳酸锂。前驱体中，钴价对于 NCM 材料的价格影响较大。

**锂盐占电池价格比例在 4.5%-8.5%之间，钴盐在 3%以内。** 锂盐方面，我们选取各条电池主流技术路线的主流车型，对于氢氧化锂/碳酸锂成本占电池价格比例进行测算，结果在 4.5%-8.5%之间，NCM 与 NCA 路线锂盐占比较高，NCA 路线达到 8.44%，而磷酸铁锂与锰酸锂占比较低。钴盐方面，NCM111 路线所含钴元素比例最大，按目前 40 万元/吨钴价测算，占电池售价比例为 2.84%，其余路线钴含量皆达不到这一水平，因此判断钴盐占电池价格比例在 3%以内，目前量产的主流 NCM523 与 NCM622 占比在 1.5%左右。

**表 4、锂盐占各路线电池成本测算**

	特斯拉 Model 3		通用 volt	比亚迪 e6	日产 Leaf
正极材料	NCA	正极材料	三元 NCM	磷酸铁锂	锰酸锂
电池容量 (kWh)	44	电池容量 (kWh)	16	60	24
对氢氧化锂需求 (kg)	30.2	对碳酸锂需求 (kg)	13.3	35.4	13.4
电池价格 (元/Wh)	1.3	电池价格 (元/Wh)	1.6	1.7	1.45
电池包售价 (万元)	4.55	电池包售价	2.56	10.2	3.48
氢氧化锂价格 (元/kg)	160	碳酸锂价格 (元/kg)	130	130	130
包含的氢氧化锂成本 (万元)	0.38	包含的碳酸锂成本 (万元)	0.17	0.46	0.17
氢氧化锂占电池价格比重	8.44%	碳酸锂占电池价格比重	6.75%	4.51%	5%

资料来源：兴业证券研究所

**表 5、钴盐占各路线电池成本测算**

正极材料体系	LFP	NCM111	NCM523	NCM811
分子式	LiFePO <sub>4</sub>	LiNi <sub>1/3</sub> Co <sub>1/3</sub> Mn <sub>1/3</sub> O <sub>2</sub>	LiNi <sub>0.5</sub> Co <sub>0.2</sub> Mn <sub>0.3</sub> O <sub>2</sub>	LiNi <sub>0.8</sub> Co <sub>0.1</sub> Mn <sub>0.1</sub> O <sub>2</sub>
典型能量密度 (Wh/kg)	160	180	200	240
每 KWH 消耗钴 (KG)	0	0.379	0.215	0.081
电池价格 (元/Wh)	1.7	1.6	1.6	1.4
钴价格 (万元/吨)	40	40	40	40
钴盐占比	0%	2.84%	1.61%	0.69%

资料来源：兴业证券研究所

#### 3.1.1 锂盐：碳酸锂等待产能释放，氢氧化锂持续吃紧

预计碳酸锂未来几年内将保持供需平衡，长期来看价格处于高位回落通道中。氢

氧化锂直到 2020 年仍将维持紧缺状态，2020 年以后可能存在供应过剩风险，产能释放速度取决于原料供应，特别是锂辉石的供应量。氢氧化锂产能紧缺将成为制约高能量密度电池成本下降的主要因素。氢氧化锂可通过碳酸锂转产得到，代价在 2 万元/吨的水平，因此与碳酸锂价差将保持相应的平衡态势。

**锂盐价格对于电池成本影响有限。**假设未来碳酸锂/氢氧化锂价格下跌 20%，电池价格将下降 0.9%-1.7%，下降幅度较为有限。而即便需求端超预期增长，导致锂盐价格保持坚挺，由于其占电池成本比重较小，预计不会给降成本造成太大障碍。

表 6、中国锂供求预测（万吨碳酸锂当量）

	2015	2016	2017E	2018E	2019E	2020E
消费	7.87	9.24	10.63	12.22	14.06	16.17
产量	6.14	8.62	9.43	11.52	13.36	14.77
净进口	0.8	0.7	0.7	0.8	0.9	0.9
供需平衡	0.4	0.08	-0.5	0.1	0.2	-0.5
碳酸锂价格	4.77	14.7	12 月 13 日	12	11	10
消费增速	20%	17%	15%	15%	15%	15%
产量增速	-1%	41%	9%	22%	16%	11%

资料来源：锂行业协会、兴业证券研究所

表 7、全球氢氧化锂供求平衡情况（单位：吨）

	2015	2016E	2017E	2018E	2019E	2020E
中国产量	23,500	25,000	33,000	44,000	54,000	60,000
中国以外	20,000	22,000	26,000	30,000	34,000	50,000
世界产量	43,500	47,000	59,000	74,000	88,000	110,000
世界消费量	43,500	47,000	61,100	76,375	95,469	114,563
供需平衡	-	-	-2,100	-2,375	-7,469	-4,563
中国产量增速	42%	6%	32%	33%	23%	11%
中国以外产量增速	18%	10%	18%	15%	13%	47%
世界产量增速	30%	8%	26%	25%	19%	25%
世界消费量增速	30%	8%	30%	25%	25%	20%

资料来源：锂行业协会、兴业证券研究所

### 3.1.2 钴盐：供给面临缺口，涨价或将持续但影响有限

**供需缺口将使钴价维持高位。**钴盐供应缺口 2017 年持续扩大：2017 年缺口将达到 4300 吨的量，预计将持续至 2019 年。目前 3C 电子产品依然是钴下游最重要的领域，3C 电子出货量若下降则对钴价造成较大压力。整体来看，供需缺口将使钴价在未来几年维持在高位水平。

**预计钴价上涨对三元电池影响有限。**虽然目前高镍三元材料市场份额逐步提高，

但绝大部分厂商已进入从 532 向 622 转移的阶段，未来过渡到 811 后，单位用钴量将明显减少。根据前述测算，高镍 NCM811 路线中钴盐占售价比不到 1%，因此未来高镍三元时代到来后，钴价上涨将不会对降成本起到太大影响。

表 8、全球钴供求平衡情况（单位：万吨）

	2014	2015E	2016E	2017E	2018E	2019E	2020E
钴供给	9.18	9.8	9.85	10.21	11.31	12.79	14.39
钴需求	8.56	9.15	9.89	10.64	11.73	12.91	14.63
供需平衡	0.62	0.65	-0.04	-0.43	-0.42	-0.12	-0.24

资料来源：兴业证券研究所

### 3.2、规模效应带来成本进一步下降

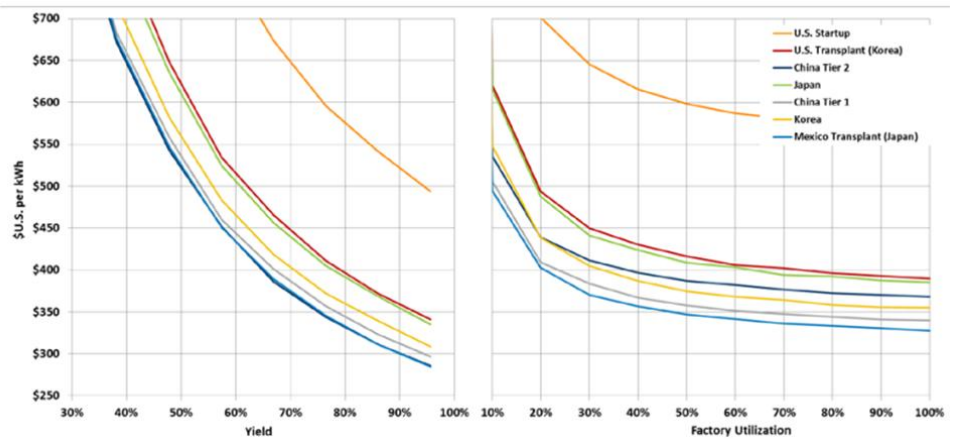
我们认为相较有限的压缩原材料成本，通过扩大产能实现规模效应降成本更为切实可行，这也是国内企业近期集中堆砌释放产能的关键因素之一。规模效应不仅包括电芯环节产能利用率与良率提升带来的电芯成本下降，也包括整车端单车出货提升带来的研发投入、设计成本以及 PACK 和 BMS 等环节下降。

#### 3.2.1 电芯规模化生产与良率提升

经对比分析，电池售价与良率几乎呈线性关系，随着良率提升，电池价格直线下降。目前我国自动化程度较好的高端产能良率在 90%，劳动密集型的低端产能良率在 80%，随着行业逐渐淘汰低端过剩产能与高端产能良率进一步提升，未来成本会有小幅下降空间，大约对应良率每提升 1%，成本同幅度下降 1% 左右，提升至 95% 对应 5% 成本降幅空间。

电池售价与产能利用率（下称  $U_t$ ）的关系分为几个阶段，产能利用率小于 20% 时，电池价格随着  $U_t$  提升快速下降，而之后相对平缓， $U_t$  在 50% 时对应价格在 350 美元/KWH，90% 对应 330 美元/KWH。考虑到 15/16 年  $U_t$  已经达到相对的高点，这一块未来的空间比较有限。我们认为不必过度担忧产能过剩导致  $U_t$  下降，原因在于未来几年的产业高景气度使得  $U_t$  保持在 50% 以上问题不大，而 50%-100% 区间内售价相对于  $U_t$  的敏感性已经不强。

图 10、动力电池价格与良率（yield）及产能利用率（utilization）的关系



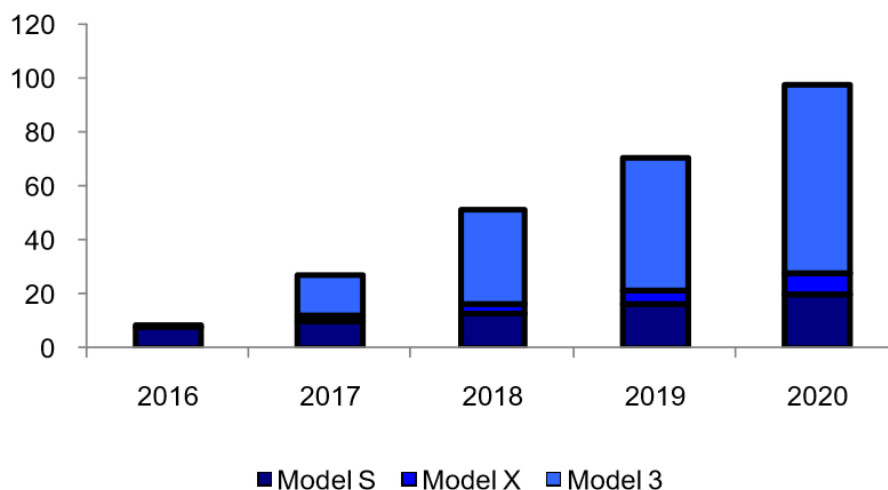
资料来源：CEMAC、兴业证券研究所

### 3.2.2 爆款车型实现 PACK 与 BMS 定制成本摊薄

电池组中的 PACK 与 BMS 环节需根据不同车型需要进行针对性研发，具备较强的定制化属性，难以像电芯环节一样通过规模化量产来实现成本下降。要降低 PACK 与 BMS 环节的成本，切实可行的路径是打造爆款车型，从而摊薄附加在每辆车的研发与定制成本。

**Model 3 成为爆款是特斯拉降低单车成本实现盈利的先决条件。**以特斯拉 Model 3 为例，由于 Model 3 电池组选用高比能量的 NCA 正极材料，并采用 20700 单体电芯，整体散热性能较差，其安全性能需要在 PACK 与 BMS 环节加以保障。为此，特斯拉采用尖端 BMS 技术，自主研发单体电荷平衡系统，并通过严格的锂电池检测实验检测每一颗单体电芯的一致性，在 PACK 环节采用复杂的多级串并联工艺并使用更为昂贵的液体冷凝系统达到实时的温度监控，而这部分昂贵的前期研发与设计成本已经反映在特斯拉财报的亏损中。Model 3 能够以 3.5 万美元的平民价格发售，其核心原因在于 40 万级别的订单量大大摊薄电池组的定制化成本，从而实现电池成本的迅速下降。

图 11、特斯拉 Model 3 将迅速放 (单位: 万台)



资料来源: Seeking alpha、兴业证券研究所

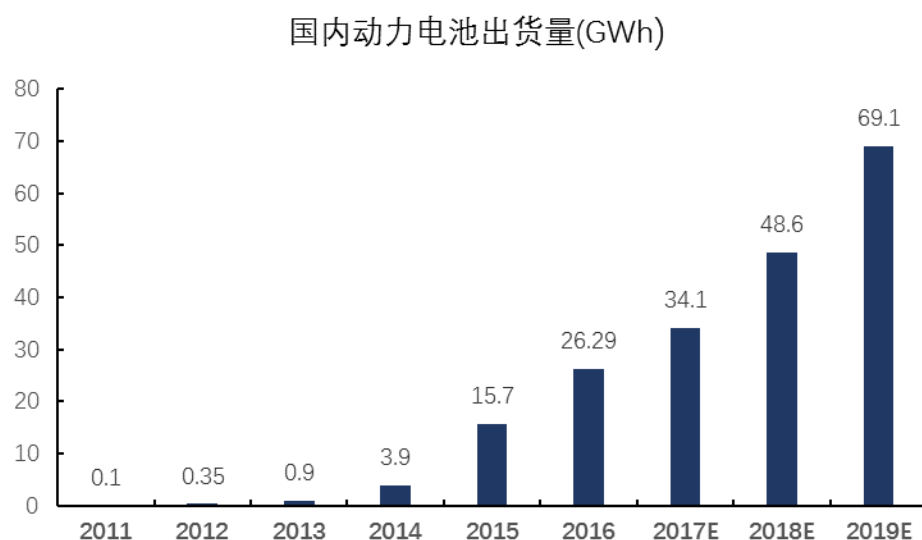
### 3.3、其他路径: 梯次利用、模块化设计与纵向一体化

现有的动力电池行业的商业模式依然有很多值得优化之处, 比如在即将到来的退役电池潮中, 退役电池合理的梯次利用将大大增强电池的经济效益, 又比如各大车企力推的模块化设计将是电池实现规模效应的前提, 再如企业通过打通上下游形成类似于比亚迪的商业闭环, 这些举措均能实现电池成本的进一步下降。

#### 3.3.1 梯次利用: 机遇与挑战并存

**动力电池退役潮将在今明两年爆发。**2014 年为我国动力电池放量元年, 出货量达 3.9GWh, 早期的这批电池一般在 3~5 年左右即将达到设计的寿命终止条件, 部分一致性不好或使用工况较恶劣的, 甚至达不到 3 年的使用寿命。以此推算, 我国将在今年迎来动力电池退役的放量潮, 此后逐年快速递增, 预计到 2019 年, 最晚不会超过 2020 年, 会有超过 10GWh 的退役动力电池规模。

图 12、国内动力电池出货量及预测



资料来源：GGII、兴业证券研究所

一般而言，动力电池容量低于初始容量的 80% 时，动力电池不再适合在电动汽车上使用。而 80% 以下还有很大利用空间，国家也支持和鼓励梯次利用。但是目前在理论研究和示范工程方面较多，在商业化推广方面还处在初期的探索阶段。商业化的方式有两种：一是梯次利用，如应用于储能与低速电动工具；二是资源化，提取废电池中的镍、钴等金属，但是利用率不高、浪费较大。

**储能与低速电动工具市场是梯次利用的两个主要面向市场。**

**1) 储能市场：**据测算，储能电池市场化应用的目标成本为 180 美元/kwh，约合 1.2 元/wh，使用新型动力锂电池无法达到成本要求，投资回报率偏低，这也是制约储能产品大规模应用的最大障碍。梯次利用的动力电池能够较好地权衡成本与性能因素，如电动大巴退役的动力电池由于能量密度较低，比较适合作为储能基站使用。

**2) 低速电动工具市场：**低速车与电动自行车主要采用铅酸电池，相比锂电池，铅酸电池更为便宜（0.6 元/WH），但问题在于污染大。如果采用梯次利用的动力电池，可以在价格、行驶里程(能量密度)、和寿命之间达到一个较好的平衡，从而更快速的推动锂电池在低速车与电动自行车市场的应用。

表 9、梯次利用电池组与铅酸电池组对比

电池类型	梯次利用电池组	铅酸电池组	动力锂电池组
单位价格（元/WH）	<0.8	0.6	1.6
循环寿命（衰减至 80%）	>500 次	300 次	>1000 次
能量密度（WH/KG）	90	35	130
智能保护板	有	无	有

质保年限	3 年	1-2 年	3 年
------	-----	-------	-----

资料来源：第一电动网、兴业证券研究所

图 13、电动客车退役电池可用于储能市场



资料来源：爱卡汽车、兴业证券研究所

图 14、退役电池可用于低速车与电动自行车



资料来源：爱卡汽车、兴业证券研究所

### 3.3.2 模块化设计：电池发挥规模效应的前提

模块化就是在相同的基本架构上进行定制化组合，使得设计、生产车辆就像搭积木一样简单、快捷。这一概念的运用将极大地节省研发成本、验证周期及生产成本。模块化设计在传统车领域已经非常成熟，随着新能源汽车产销的逐渐扩大，这一模式也将被植入。以大众为例，其宣布旗下所有新能源车型将采用统一的电池单元，这一计划将节省 66% 的成本。

未来电池企业的供应将以模组为最小单元。目前动力电池行业存在的一大问题是尚未模块化，包括尺寸在内的诸多标准尚未统一，圆柱、方形与软包路线未有真正意义的主流出现并且各体系内标准也参差不齐。未来随着行业集中度提升，电池将通过主流企业制定标准，进行标准化生产。通过对电池单体的串联、并联或串并联混合的方式，确保电池模块统一尺寸，并综合考虑电池本体的机械特性、热特性以及安全特性。在安装设计不变的情况下，根据不同的续航里程和动力要求，提供不同电池容量，以满足不同的需求。这种模块化应用，在单体、模组端都可实现大规模自动化生产，大幅降低生产成本。

图 35、PHEV 和 EV 模组

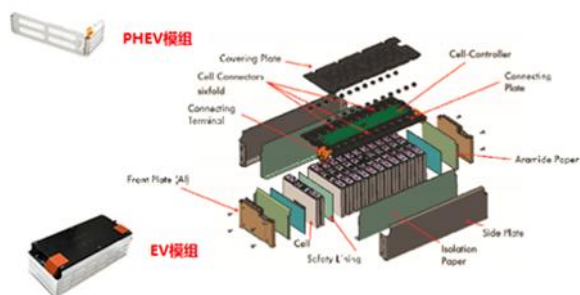
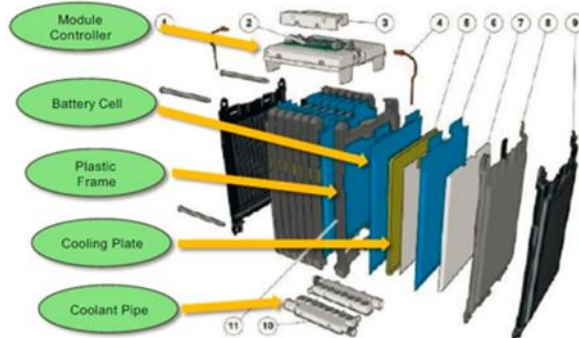


图 16、软包的模组



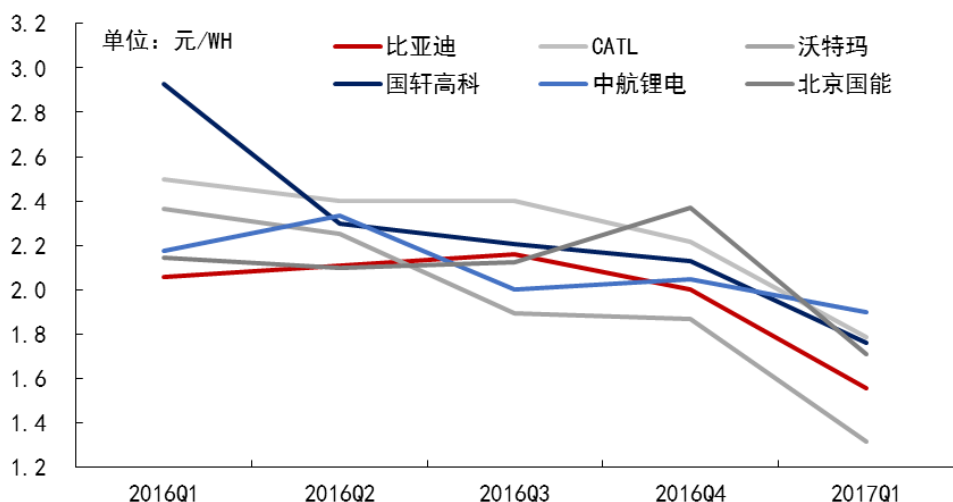
资料来源：第一电动网、兴业证券研究所

资料来源：第一电动网、兴业证券研究所

### 3.3.3 纵向一体化：降低交易成本

纵向一体化也能够实现交易成本的下降。如比亚迪所采取的从上游矿石、电池材料、到 PACK、BMS、电芯到下游整车的一体化路线，实现了成本的有效下降。特斯拉选择自建电池超级工厂也有类似考虑。对于动力电池企业来说，切入电池材料等上游环节，特别是成本下降有较大空间的隔膜、电解液等环节是成本控制的较好路径，如国轩与星源材质合作的隔膜产线。

图 17、比亚迪打通上下游实现低于同行业的电池销售价格水平



资料来源：GGII、兴业证券研究所

## 4、降成本路径之二：工艺改进见成效，比能量缓步提高

我们认为动力电池能够持续降成本的关键因素在于其类似于半导体，存在电池“摩尔定律”，以比能量的持续提高来实现单位 Wh 成本的不断下降。目前来看动力电池系统能量密度提升空间主要来自高镍三元 NCM 与 NCA 的普及应用。未来动力电池比能量将主要从电池的物理性能与化学性能两方面着手提高，物理性能方面主要从材料轻量化、相互之间的搭配衔接突破，化学性能则主要通过新型材料的试用以实现电池电化学性能的最佳状态。

### 物理方法：工艺改进仍有空间

#### ➤ 电芯环节：

圆柱路线目前成本最低，主要通过 18650 向 20700 与 21700 等大容量单体切换实现进一步降本；

软包路线成本最高,主要通过规模化生产降成本以及改进工艺提升能量密度;

方形路线主要通过大容量与铝壳轻量化实现降成本,潜在降本空间在三类封装路线中最大。

#### ➤ PACK 环节:

目前的重点突破环节,主要通过提升成组效率提升系统比能量,产业目标为由目前 65% 水平提升至 85%, 对应 30% 比能量提升空间。

#### 化学方法: 提升正极材料性能最为关键

- 正极材料: 高镍 NCM 材料与 NCA 材料, 高比能量的正极材料能够大大减少负极、隔膜与电解液等材料的用量;
- 负极材料: 硅碳负极替代切换;
- 隔膜: 薄型化隔膜;
- 电解液: 新型电解液 LiFSI。

### 4.1、物理方法: 工艺改进仍有空间

#### 4.1.1 电芯环节: 轻量化+大容量

电芯封装方式按软包、方形与圆柱分, 成本也有所区别。其中, 圆柱最低, 软包最高。主流大厂中 CATL 与比亚迪走方形路线, 力神、比克走圆柱路线, 国轩高科同时走方形与圆柱路线, 同时 CATL 也在积极拓展软包路线。

**表 10、电芯封装技术路线对比**

	方形	圆柱	软包
代表厂家	三星 SDI、比亚迪、CATL、国轩高科、亿纬锂能	SONY、LG、力神、沃特玛、比克	孚能、万向、中信国安
成本	居中	较低	较高
优势	对电芯的保护优于软包	规格统一, 有如 18650、21700 等统一规格型号	材料较轻、安全性好、循环性能好
缺点	型号太多	较重, 比能量较低	一致性差
主要应用路线	磷酸铁锂	磷酸铁锂、三元	三元

资料来源: 兴业证券研究所

#### 圆柱路线: 大容量电芯

圆形锂电池是指圆柱型锂电池, 最早的圆柱形锂电池是由日本 SONY 公司于 1992 年发明的 18650 锂电池, 因为 18650 圆柱型锂电池的历史相当悠久, 所以市场的

普及率非常高，圆柱型锂电池采用相当成熟的卷绕工艺，自动化程度高，产品传品质稳定，成本相对较低。

圆柱的优点包括 1) 结构成熟，产业化程度高，且只有卷绕这一条技术路线，不用纠结其他方法；2) 设备自动化程度高，一致性高；3) 结构稳定，可以支持高能量密度材料使用；4) 应用范围广，产品消耗渠道丰富，整体成本有优势。同时，其缺点也包括：1) 高温升、充电倍率是普遍诟病；2) 循环次数上限在 1000 多次，使用寿命较短，应用场景局限在中低端。

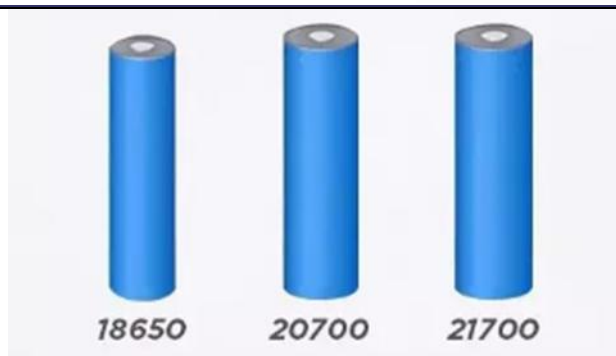
**降成本方向：做大单体电芯。**特斯拉已经 Model 3 中用 20700 替代 18650 电芯，20700 电池增加的尺寸大概为 10%，而体积和能量储存确是 18650 的 1.33 倍。根据特斯拉的估计，在达到与 18650 同样的良率和产能后，20700 能带来能量密度增加 3-4%，同时实现成本下降 5-10%。

**表 11、特斯拉预计采用 20700 能量密度增加 3-4%，同时成本下降 5-10%**

	3.4Ah 18650 Cylindrical, 7GWh, 2018 US plant		4.5Ah 20700 Cylindrical, 7GWh, 2018 US plant	
Component	\$	\$/kWh	\$	\$/kWh
Cathode	0.63	52	0.83	51
Materials	1.25	104	1.64	101
Depreciation	0.34	28	0.42	26
Labor	0.08	6.6	0.09	5.6
Utility	0.05	4.1	0.05	3.1
Manuf ovhd	0.07	5.8	0.08	4.9
Yield losses	0.07	5.8	0.09	5.6
R&D	0.10	8.3	0.10	6.2
SGA	0.11	9.1	0.11	6.8
Cell cost	2.07	171	2.58	159
Profit, 8%	0.17	14	0.21	13
Price	2.24	185	2.79	172

资料来源：特斯拉、兴业证券研究所

**图 18、圆柱主流路线正从 18650 向 20700 与 21700 等大单体切换**



资料来源：兴业证券研究所

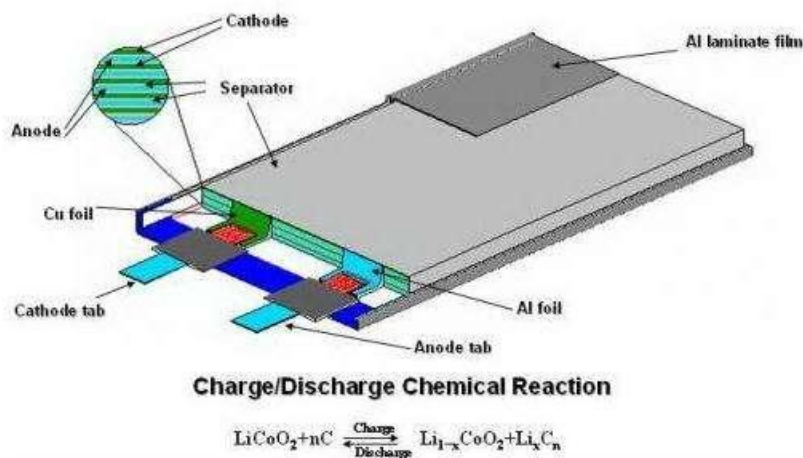
### 软包路线：规模化生产

软包电池，又称聚合物锂电池，是使用高分子胶态或固态电解质的类方型电池，它们的制作工艺相似度很高，多用于手机、平板等高端 3C 产品上，因为高分子电解质全凭人工合成，所以成本较高，目前应用到动力电池上，还没有成本优势。软包锂电池所用的关键材料—正极材料、负极材料及隔膜—与传统的钢壳、铝壳锂电池之间的区别不大，最大的不同之处在于软包装材料（铝塑复合膜）。

**软包电池的优势主要在于安全性能好。**软包电池的优点：1）安全性：在结构上采用铝塑膜包装，发生安全问题时，软包电池一般会鼓气裂开，而不像钢壳或铝壳电芯那样发生爆炸；2）重量轻，软包电池重量较同等容量的钢壳锂电池轻 40%，较铝壳锂电池轻 20%；3）内阻小，软包电池的内阻较锂电池小，可以极大的降低电池的自耗电；4）循环性能好，软包电池的循环寿命更长，100 次循环衰减比铝壳少 4%~7%；5）设计灵活，外形可变任意形状，可以更薄，可根据客户的需求定制，开发新的电芯型号。

软包电池的不足之处是一致性较差，成本较高，容易发生漏液。未来成本下降主要通过规模化生产解决，漏液则可以通过提升铝塑膜质量来解决。

图 19、软包电芯结构图



资料来源：兴业证券研究所

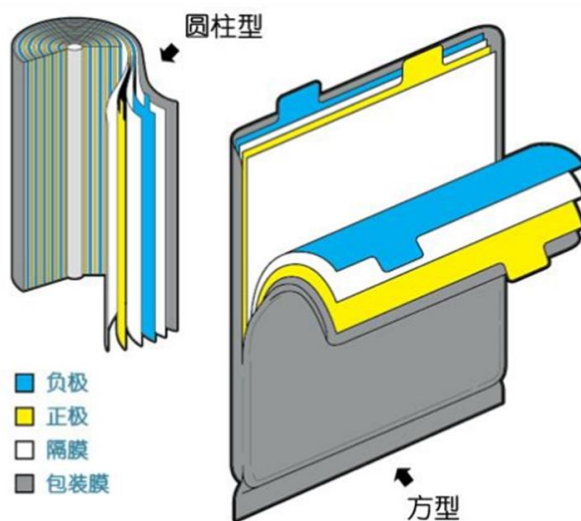
### 方形路线：大尺寸与铝壳轻量化

方形锂电池通常是指铝壳或钢壳方形电池，由于结构较为简单、能量密度较高，在国内普及率很高。方形硬壳电池壳体多为铝合金、不锈钢等材料，内部采用卷绕式或叠片式工艺，对电芯的保护作用优于铝塑膜电池（即软包），电芯安全性相对圆柱型电池也有了较大改善。

**铝壳轻量化与统一规格是未来发展重点。**锂电池铝壳在钢壳基础上发展而来，与钢壳相比，轻重量和安全性以及由此而来的性能优点，使铝壳成为锂电池外壳的主流。锂电池铝壳目前还在向高硬度和轻重量的技术方向发展，间接提升比能量。此外，由于方形锂电池可以根据产品的尺寸进行定制化生产，所以市场上有成千上万种型号，而正因为型号太多，工艺很难统一，未来成本下降还需要方形路线实现型号上的统一。

**方形路线在通过增大尺寸降成本的空间大于圆柱路线。**美国卡内基梅隆大学的一项研究分析了圆柱形电池和方形电池的成本情况，发现在目前的技术水平下，圆柱形进一步降低成本的空间很小，通过提升圆柱形电池的尺寸和增加电极厚度的方式来降低成本已经收效甚微，而方形电池则有很大的潜力去降低锂离子电池的成本，因此未来电芯封装环节成本快速下降的机会很可能会出现在方形领域。

图 20、方形电芯与圆柱电芯结构图对比



资料来源：兴业证券研究所

#### 4.1.2 PACK 环节：提升成组效率

电池 PACK 系统利用机械结构将众多单个电芯通过串并联的连接起来，并考虑系统机械强度、热管理、BMS 匹配等问题。PACK 是衔接整车、电池、BMS 的纽带，而 BMS 则是动力电池组的核心技术，是电池 PACK 厂的核心竞争力，也是整车企业最为关注的环节。

**PACK 环节的成组效率是提升系统比能量的关键。**同样 150Wh/kg 级别的电芯，65%与 85%成组效率下系统比能量分别为 97.5Wh/kg 与 127.5Wh/kg，前者是目前国内的平均水平，而后者是工信部拟定到 2020 年的目标。成组效率从 65%提至 85%对应 30%以上的系统比能量提升与较大幅度的成本下降，在各条路径中显得尤为关键。PACK 环节成组效率提升主要有以下方法：

1) 提升集成效率。通过去除赘余组件以及关联组件的集成来最大限度地减少组件数量来提高集成效率。2) 减重，采用轻量化的材料和设计。3) 电池包与底盘一体化。PACK 体系经历了第一代的 T 字或者工字型，再到第二代的土字型和田字形，目前已经来到第三代的一体化平台，国际一线的特斯拉与大众已经在这么做。一体化平台的好处是把部分电池包的承重转移到底盘上，从而实现轻量化。

**大众的 MEB 平台是其电池组未来实现成本大幅下降的关键。**以大众为例，大众的针对电动车专属研发的 MEB (MEB Electric toolkit) 平台是以大众目前的 MQB 平台为基础，适用于电动车的全新的模块化平台。MEB 平台的构架是由底部的电池组而展开，打造更长的轴距和更短的前后悬，营造出更大的内部空间，从 A 到 C 级全系列乘用车或轻型商用车都可基于该平台打造。电池组 PACK 与 BMS 设计也根据平台打造，根据不同车型仅需要做一定的修缮与升级，设计与研发成本

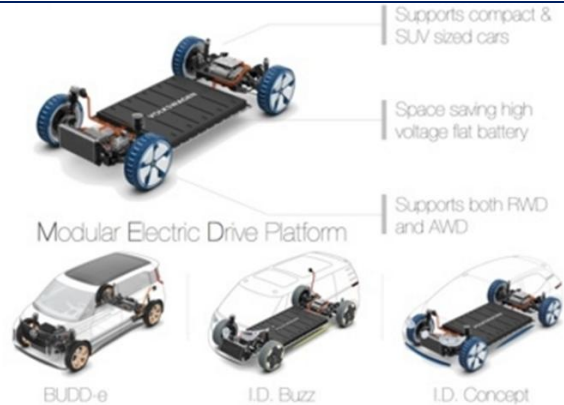
被最大化的摊薄。

图 21、大众的电池降成本计划



资料来源：大众、兴业证券研究所

图 22、大众 MEB 纯电动平台



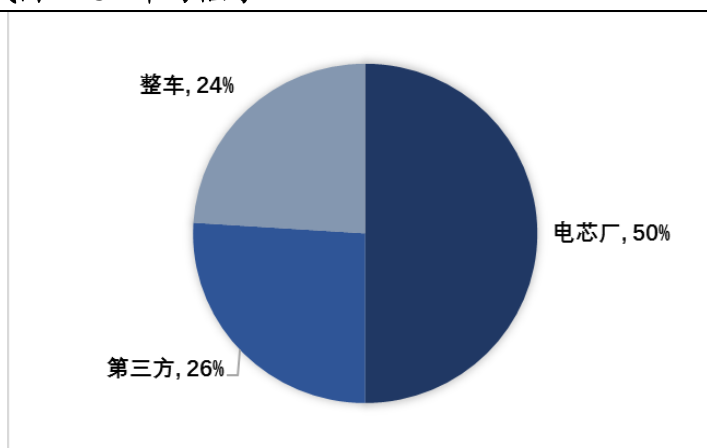
资料来源：大众、兴业证券研究所

### 未来国内车企自主搭建 PACK 产线或由电池企业深度集成是趋势

目前国内的 PACK 产业是整车厂、电池厂、独立第三方三足鼎立，且 PACK 企业之间水平差距很大，不少 PACK 企业的技术水平都还仅仅停留在简单的电芯串并联上，无法实现结合整车设计来进行 PACK 设计和组装，真正能达到下游整车厂商需求的优质 PACK 厂商屈指可数。

未来 PACK 将以整车企业主导。我国电动汽车市场未来一定是以乘用车为主要驱动，而乘用车电池 PACK 远比商用车复杂，需要大量研发投入。电池企业技术储备主要集中于电池本身的研究，在 PACK 体系的关键环节如 BMS、热管理等不具备较强实力。因此，未来的格局将是整车企业主导，第三方 PACK 企业凭借专业能力也能得到一定空间，但仍然需要依附于整车企业或产业联盟。

图 43、我国 PACK 市场格局



资料来源：兴业证券研究所

#### 4.2、化学方法：提升正极材料性能最为关键

我们认为，相比物理改进，动力电池的关键性突破仍然大概率要从提升电池电热化学性能着手，通过新型的电池材料以及相互间的搭配、工艺的改进实现能量密度的进一步提升。而本土企业在未来几年内研发与产业化的路径也非常清晰，就是三元高镍 NCM 电池与 NCA 电池。

表 12、正极材料特点对比一览

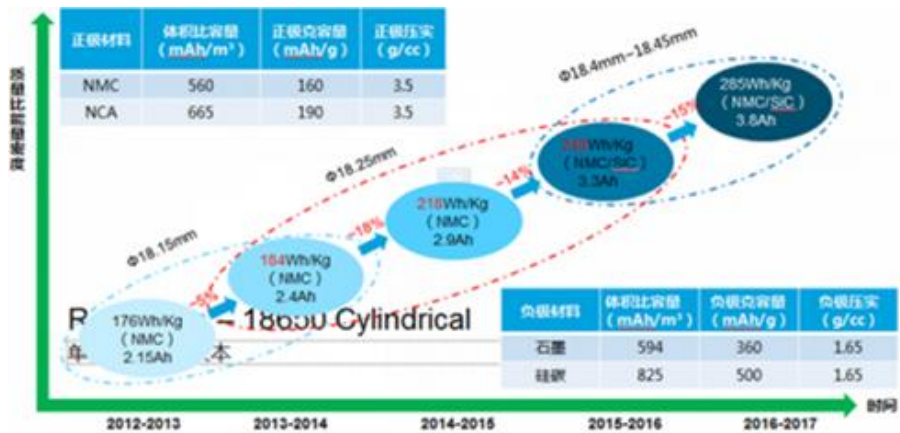
产品类型	应用现状	技术指标	发展方向	优点	缺点
磷酸铁锂	广泛应用于动力电池与储能电池	实际容量 140mAh/g	提高能量密度	循环性好、成本低	能量密度低，批次稳定性差
钴镍锰酸锂 NCM（三元材料）	在小型低功率电池和大功率动力电池上都有应用	实际容量约为 160-180mAh/g	提高使用安全性	能量密度高	安全性与稳定性不足
锰酸锂	批量应用于中低端锂离子电池	实际容量 140mAh/g	层状结构的三价锰氧化物 $\text{LiMn}_2\text{O}_4$	锰资源丰富、价格便宜，而且安全性较高、易制备	高温循环性差，能量密度低
镍酸锂	目前应用不广	理论能量密度达 276mAh/g	提高稳定性	氧化镍锂的价格便宜	制作难度大，且安全性和稳定性不佳
钴酸锂	应用非常成熟，适用于小电池	容量约为 140mAh/g	降低成本，提高循环次数	能量密度较高，	价格高，抗过充电性较差，使用寿命较短

资料来源：公开资料整理，兴业证券研究所

本土三元龙头企业正在加速实现高比能三元电池量产。以本土高比能电池的代表企业比克电池为例，其 16 年三元出货量 0.9GWh，在本土企业中位列第 2，仅次于 CATL，其商业规划具备一定代表性。根据其规划，比克的 NCM 与 NCA 电池量产计划齐头并进，目前能量密度达 248WH/KG 的 NCA 电池已实现量产，而下一代 285WH/KG 的 NCA 电池将于年内量产。就能量密度来看，已经达到特斯拉

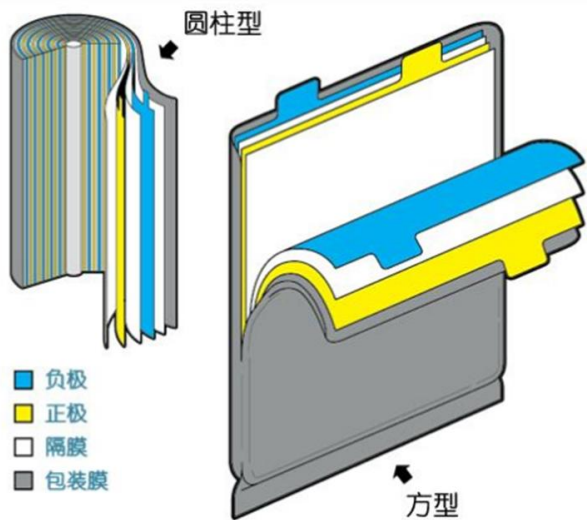
与松下水准。

图 54、比克的 18650 电池能量密度提升规划



资料来源：比克电池、兴业证券研究所

图 65、比克能量密度达 248WH/KG 的 NCA 电池已实现量产



资料来源：比克电池、兴业证券研究所

#### 4.2.1 正极材料：高镍 NCM 材料与 NCA 材料

正极材料是电池能量的短板，提高正极材料比容量是提高电池能量密度的最佳方式，未来高比容量的 NCA 和高镍 NCM 是大势所趋。正极材料的比容量一般为 100-200mAh/g，而石墨负极材料的比容量高达 400mAh/g，所以电池中负极和电解液等一般采用冗余配置，电池的最终能量密度由正极材料决定。采用高容量的正极材料，能够带来负极、隔膜、电解液用量的大幅减少，电池最终能量密度的提升幅度远大于正极材料比容量提高的幅度。所以采用高容量的正极材料对于减轻电池重量，提高电动车的续航性能具有重要意义。

表 13、电池能量密度提升幅度大于正极材料比容量提高幅度

	磷酸铁锂	钴酸锂	NCM532	NCM622	NCM622	NCA
比容量 (mAh/g)	135	140	163	169	169	200
能量密度 (Wh/kg)	136	215	209	182	223	265
电芯厂家	CATL	松下	亿纬锂能	CATL	亿纬锂能	松下
规格	方形 80AH	18650 2.6AH	18650 2.6AH	方形 42AH	18650 2.9AH	18650 3.1AH
重量	1.88kg	45g	46g	0.86kg	48g	45g
比容量提高比例	0%	4%	21%	25%	25%	48%
能量密度提高比例	0%	59%	55%	35%	65%	96%

资料来源：亿纬锂能官网、宁德新能源官网、水木清华研究所、兴业证券研究所

本土正极材料龙头企业正在加速实现高镍三元正极材料量产。目前国内 NCM 111 和 NCM 523 型三元正极材料产品相对成熟，而 622NCM 于 2016 年开始逐步在部分动力电池企业中推广，未来将逐步拓展至 811NCM 以及 NCA 材料。以材料龙头杉杉股份为例，公司现有三元材料以 NCM532、NCM523 和 NCM622 为主，目前正在积极推进高镍三元产线，在建产能包括宁乡二期 1 万吨 NCM 622 产能，预计 2017 年年底投产，以及宁夏 5000 吨 NCM 811 产能，预计 2018 年投产。

表 14、理想的正极材料以及目前的商业化水平

晶体结构	化合物	具体容量 (mAh/g) (理论/实验室/商业化电池)	体积容量 (mAh/cm <sup>3</sup> ) (理论/商业化电池)	平均电压 (V)	发展水平
层状	LiTiS <sub>2</sub>	225/210	697	1.9	商业化
	LiCoO <sub>2</sub>	274/148/145	1363/550	3.8	商业化
	LiNiO <sub>2</sub>	275/150	1280	3.8	研究
	LiMnO <sub>2</sub>	285/140	1148	3.3	研究
	LiNi <sub>0.33</sub> Mn <sub>0.33</sub> Co <sub>0.33</sub> O <sub>2</sub>	280/160/170	1333/600	3.7	商业化
	LiNi <sub>0.8</sub> Co <sub>0.15</sub> Al <sub>0.05</sub> O <sub>2</sub>	279/199/200	1284/700	3.7	商业化
	Li <sub>2</sub> MnO <sub>3</sub>	458/180	1708	3.8	研究
尖晶石	LiMn <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	148/120	596	4.1	商业化
	LiCo <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	142/84	704	4	研究
橄榄石	LiFePO <sub>4</sub>	170/165	589	3.4	商业化
	LiMnPO <sub>4</sub>	171/168	567	3.8	研究
	LiCoPO <sub>4</sub>	167/125	510	4.2	研究
Tavorite	LiFeSO <sub>4</sub> F	151/120	487	3.7	研究
	LiVPO <sub>4</sub> F	156/129	484	4.2	研究

资料来源：、兴业证券研究所

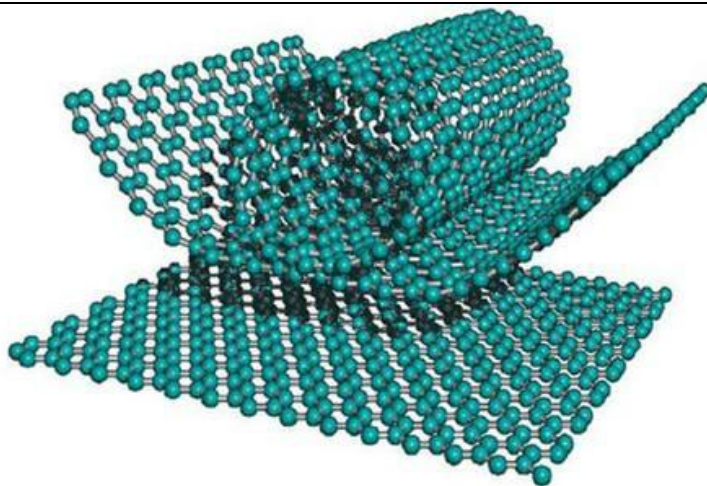
#### 4.2.2 负极材料：硅碳负极

硅负极的理论能量密度超其 10 倍，高达 4200mAh/g，通过在石墨材料加入硅来提

升电池能量密度已是业界公认的方向之一，但其也有技术难点，主要在于在充放电过程中会引起硅体积膨胀 100%~300%。据报道特斯拉将在 Model3 中采用了电池新材料，“特斯拉采用的松下 18650 电池此次在传统石墨负极材料中加入了 10% 的硅，其能量密度至少在 550mAh/g 以上”。

本土进展方面，国内前几大负极材料生产厂商陆续对硅碳负极材料进行布局，深圳贝特瑞和江西紫宸已率先推出多款硅碳负极材料产品，上海杉杉正处于硅碳负极材料产业化进程中，星城石墨已将硅碳新型负极材料作为未来产品研发方向。贝特瑞研发的 S1000 型号硅碳负极材料的比容量更是高达 1050mAh/g，尽管离硅的理论比容量 4200 mAh/g 仍有较大差距，但已经是人造石墨负极材料比容量的 3 倍，性能大幅度地提高。

图 76、硅碳负极材料结构图



资料来源：兴业证券研究所

#### 4.2.3 隔膜：薄型化隔膜

隔膜工艺主要分干法与湿法两类。隔膜的性能决定了电池的界面结构、内阻等，直接影响电池的容量、循环以及安全性能等特性，性能优异的隔膜对提高电池的综合性能具有重要的作用。隔膜技术路线主要分为干法与湿法两种，干法成本较低但不适合大功率电池，湿法更薄能够满足大功率的要求，但是成本较贵。最早的主流是干法；2015 年三元产量上升后湿法使用较多，预计 2020 年干湿法占比 50%，分别应用于中低端与高端领域。

国产隔膜距离海外一线龙头仍有差距。日本的旭化成是隔膜行业的龙头，市占率在 50% 以上。过去 1-2 年，中国还有不少企业进入市场，但无法对龙头地位构成撼动。旭化成干法现在可量产出货的是 12 微米，湿法还是 6-7 微米。由于原料、技术、工艺与制备设备的差距，目前国产隔膜一致性较差，且厚度无法达到要求，

干法 20-40 微米仍为主流。

**未来发展：薄型化隔膜。**随着动力电池比能量快速提升，16 微米、12 微米甚至 8 微米的隔膜开始应用，而湿法工艺制成的隔膜能够达到要求。而干法隔膜随着工艺的逐步改进近几年也能够应用于低比能量的三元电池中。

**表 15、隔膜主要技术路线对比**

	干法	湿法
工艺	工序少，固定资产投入小，但较难控制温度等指标	工序多但工艺简单
性状	可做三层膜，可防止热惯性，具备优势	只能做单层膜
原料	使用流动性好、分子量低的聚乙烯与聚丙烯	不流动、分子量高的聚乙烯、聚丙烯
优势	成本低，污染小，孔更均匀	适合大功率电池，安全性足
劣势	不适合做大功率、高容量电池	成本较高

资料来源：兴业证券研究所

**表 16、隔膜龙头技术情况**

厂商名称	技术来源	结构组成	加工工艺
日本旭化成	自主研发	单层 PE	湿法
日本东燃化学	自主研发	单层 PE	干法，湿法
日本住友化学	自主研发	单层 PE	湿法
日本宇部	购买美国 CELGARD 单拉技术	单层 PP、单层 PE、多层 PP/PE/PP	干法
韩国 SK	自主研发	单层 PE	湿法
美国 CELGARD	自主拥有干法单拉，受中国科学院化学所干法双拉技术转让	单层 PP、单层 PE、多层 PP/PE/PP	干法双拉，干法单拉
美国 ENKEK	自主研发	单层 PE	湿法

资料来源：兴业证券研究所

#### 4.2.4 电解液：新型电解液 LiFSI

电解质中添加 LiFSI 后，可提高离子导电率及电池充放电特性。比如，反复充放电 300 次后，1.2MLiPF<sub>6</sub> 的情况下放电容量保持率会降至约 60%，而在 1.0MLiPF<sub>6</sub> 中添加 0.2MLiFSI 后，保持率可超过 80%。目前 LiFSI 已经被行业中大部分企业进行过性能测试，特别是行业排名靠前的企业，如松下、LG、三星、索尼，以及日本的主流电解液生产商，如宇部化学、中央硝子等，同时其年使用量也处于趋势性上上升阶段。

**表 17、新型电解液性能对比**

材料名称	优点	缺点
双草酸硼酸锂 (LiBOB)	良好的电化学稳定性和热稳定性，能与特定溶剂反应形成稳定的 SEI 膜，可以经过多次循环能量不衰减，对水相不敏感，制备所用的原料价廉易得，制备方法相对简单，不会腐蚀正极集流体铝箔	溶解性不好，在部分低介电常数的溶剂中几乎不溶解，在碳酸酯类有机溶剂中的溶解性及电导率都低于 LiPF <sub>6</sub> ，导致电池的大电流放电性能不好

二氟草酸硼酸锂 (LiODFB)	具有成膜功能,可作为添加剂使用;有低 SEI 膜阻抗;对不同正极和石墨负极有良好的相容性,能够提高电池的高低温放电性能及电池循环性能,结合了 LiBOB 与 LiBF <sub>4</sub> 的优点可在较宽的温度范围内保持较高的电导率,有利于拓宽锂离子电池的应用范围	初始放电容量偏低,合成工艺繁琐,实际商用较少
双(氟磺酰)亚胺锂 (LiFSI)	较高的热稳定性,电化学稳定性和电导率;高温下稳定,且不产生腐蚀性气体(HF),能抑制膨胀,延长电池寿命;遇水不水解;4.2V 下使用, LiFSI-碳酸酯电解液并不会侵蚀 AL 集电体;毒性小,环境友好	对正极集流体铝箔有一定的腐蚀作用;生产工艺复杂,壁垒较高;价格昂贵
双(三氟甲基磺酰)亚胺锂 (LiTFSI)	热稳定性高,安全,具有高的离子传导性但仍低于 LiPF <sub>6</sub>	对正极集流体铝箔有一定的腐蚀作用,制备成本高
4,5 二氟-2-(三氟甲基)咪唑并吡嗪 (LiTDPI)	热稳定性高,高电压(5.1V)下仍可保持电化学稳定,室温电导率较高,离子迁移率甚至高于商用 LiPF <sub>6</sub> ,电池容量保持率高	不详

资料来源:兴业证券研究所

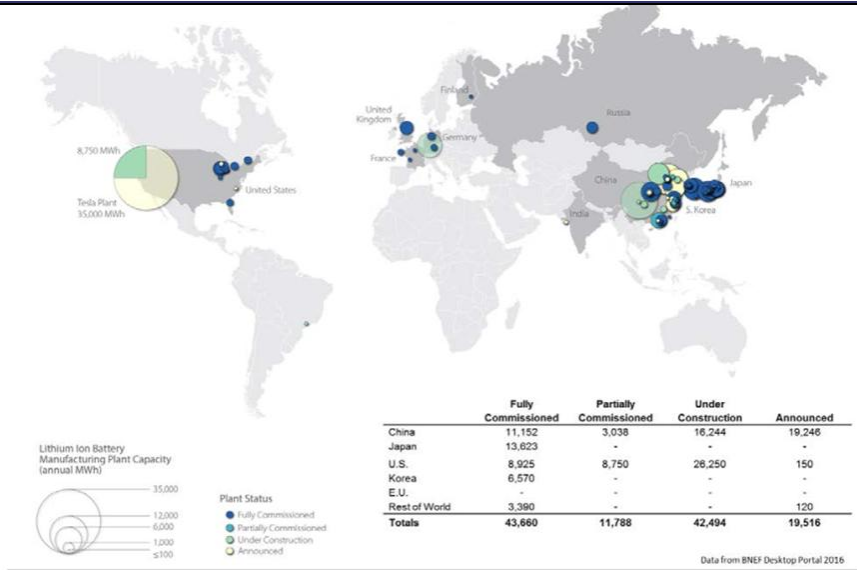
## 5、他山之石可以攻玉，放眼海外上下求索

我们认为，动力电池从电池材料、电芯的生产、电池模组化再到电池 PACK，整条产业化路径并不是相互割裂的，而是有机的整体。未来要实现成本下降，不论是通过生产模式与商业模式上的改进还是通过物理与化学手段提升电池能量密度，都并非由某几个环节单向突破能够达成，而是基于全局角度设计达到最终优化。例如，高比能量正极材料的使用需要相应负极、电解液与隔膜的升级配合，同时需要 PACK 成组系统中的 BMS 的升级，同时配合性能更好的温控系统。比能量的提升是以成本上升为代价的，对应到单位 Wh 的成本是否下降则需要不断地调试与优化，这方面海外已经走在前列。因此本章聚焦海外实现成熟商业化的车型与对应的电池技改降本之路，以窥未来国产高比能时代的降成本前景。

### 全球动力电池产业集中在东亚

目前，动力电池产能 90%以上集中在日本、韩国与中国等东亚国家，松下、LG、三星、比亚迪、CATL 等企业供应了全球绝大部分的锂电池。日本早在上世纪 90 年代就大力投入锂电池研究，韩国与 21 世纪初跟进，而中国虽然进入时间较为滞后，但巨额补贴资金的投入也带来了巨大的收效。

**图 87、2016 年全球动力电池产能分布**



资料来源：兴业证券研究所

### 日韩企业在技术上具备优势

国际一线车企主要车型的电芯供应几乎由日韩电池企业包办。2016 年销量排行前 20 车型中，对应的电池供应商有日本的松下和 AESC，韩国的 LG 化学、三星 SDI 和 SKI，北美电动汽车电池的供应商基本被日本和韩国垄断。本土暂时由于政策因素使得日韩巨头未能大规模进入，但是仍然不能掩饰本土企业在技术储备上相较日韩巨头的劣势。

表 18、2016 年国际一线车企主要车型技术路线及电芯供应商

正极材料	动力类型	配套车型	电池供应商
三元 NCM	EV	丰田 Scion iQ/RAV 4	松下
		大众 E-up/E-Golf	松下
	PHEV	福特 Fusion/C-MAX	松下
		丰田 Prius	松下
	HEV	大众捷达	松下
		福特蒙迪欧	松下
		本田思域	Blue energy
		宝马 7 Active	JCS
改性 NCM	EV	戴姆勒 Benz S400 Blue	JCS
	PHEV	宝马 i3	SDI
三元 NCA	EV	宝马 i8	SDI
	PHEV	特斯拉 Model S	松下
LFP	EV	丰田 Prius	PEVE
	EV	通用 spark	A123
	PHEV	菲斯科 Karma	A123
	HEV	本田雅阁	Blue energy

LMO	EV	宝马 avita	A123
		日产 Leaf	AESC
		雷诺 Kangoo/Fulence	AESC
		三菱 iMiEV/OUTlander	LEJ
	HEV	日产 Almera Tino	日立车辆能源
		通用君威/君越	日立车辆能源
		日产风雅	ASEC
改性 LMO	EV	福特福克斯	LGC
		雷诺 Twizy/ZOE	LGC
	PHEV	通用 Volt	LGC
		沃尔沃 V60	LGC
	HEV	现代 Avante	LGC
LMO+LTO	EV	大众 Golf	东芝
		三菱 Mnicab-MiEV	东芝
		本田 Fit	东芝

资料来源：佐思汽车研究部、兴业证券研究所

表 19、一线车型分动力类型零部件供应商

	PHEV		BEV			Notes
丰田		松下	松下			NCM111 依然是主流，523 将是未来方向
日产				LG 化学		NCM523+LMO>523>622>811
雷诺	LG 化学		LG 化学			LMO+523
本田	BEC		松下			LMO+523>纯 523
三菱	LEJ		LEJ	东芝		主要是磷酸铁锂
铃木						
通用	LG 化学		LG 化学			LMO+NCM>622>811
福特	松下		LG 化学			523>622>811
大众	三星 SDI	LG	松下	三星 SDI	LG 化学	几乎所有组合都有
奥迪	三星 SDI	LG	松下			523》NCA
宝马	三星 SDI	ATL	三星 SDI	ATL		SDI:NCA base>NCA+622,ATL;高镍三元
戴姆勒	三星 SDI	LG	LG 化学	比亚迪	松下	SDI:主要是 NCM
现代	SK 创新	LG	LG 化学	SK 创新		111>523
克莱斯勒	LG 化学		三星 SDI			SDI:523>NCA LGC:622>811
沃尔沃	LG 化学		LG 化学			622>811

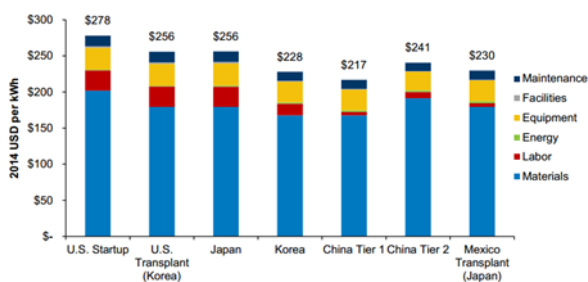
资料来源：兴业证券研究所

### 本土企业在成本方面具备优势，未来中国将成世界电池工厂

然而，单就成本而言，中国在主要的产地已经展现出优势，在包括四大材料在内的主要电池材料供应环节均涌现一批规模化的企业，具备价格优势同时具备一定

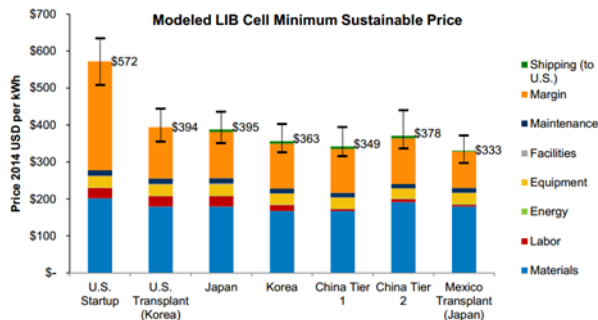
技术能力。根据 CEMAC 的测算，由于在劳动力成本与材料成本上的优势，截止 2015 年底，中国动力电池不论在成本还是在售价上均已处于全球最低水平。考虑到今年以来本土电池掀起的新一轮降价潮（20%降幅），成本已经成为中国动力电池的核心优势所在。未来动力电池产能持续向中国转移是大趋势，而中国也将成为世界的动力电池工厂，培育出一批具备国际竞争力的动力电池龙头企业。

图 28、2016 年动力电池分区域成本测算



资料来源：CEMAC、兴业证券研究所

图 29、2016 年动力电池分区域售价测算



资料来源：CEMAC、兴业证券研究所

### 本土模仿吸收海外成熟技术是必由之路

我们认为国内动力电池企业在成本上较日韩巨头有优势，但在技术储备上处于劣势。国内企业未来的降成本提技术之路必然是在对于国外的模仿基础上实现超越，模仿的对象不应局限在电芯级别，而是目前已在全球畅销车型中实现商业化的主流电池包及其采取的技术路线。我们对三款最为主流的车型电池组进行剖析，而这三款电池也正好对应三家日韩巨头电池企业，松下、LG 与三星；以及三种主要的封装形式，圆柱、软包与方形路线。

- 特斯拉 Model 3 电池组：松下 20700 圆柱 NCA 电芯+BMS+液冷
- 通用 Bolt 电池组：LG 软包三元电芯+
- 宝马 i3 电池组：三星 SDI 方形三元电芯+。

### 5.1、开启圆柱三元大众化路线的先锋：特斯拉系列车型

#### 电芯端：松下独供电芯，特斯拉负责 PACK

松下只为特斯拉提供电芯。2019 年以前投资 2000 亿日元到电池单体的生产线上（超级工厂），由特斯拉负责土地、建筑、pack。电芯价格下降，跟特斯拉议定，未来三年公司预计整个 pack 价格要下降 30%。公司的 NCA 里面增加添加剂，改进了安全性，所以特斯拉才会使用。

松下认为主要降低成本的路径是 1) 优化 Cell 和 Pack 的生产工艺, 以及通过产能扩张获取经济效益 2) 通过与客户工厂接近来降低包装, 物流, 报关, 库存等运营成本 3) 提升良率, 降低运营费用。

从行业的角度来讲, 现在没有统一标准, 因为 18650 的只有松下在做。为特斯拉供应圆柱形电池, 特斯拉也在分享技术, 公司希望圆柱形电池能得到更多推广, 不过还是要看装在整车上什么位置。

### 成组电池端：设计闭环+规模化降成本

特斯拉的电池成本主要分为三个阶段, 目前电池成本占比接近 60%, 未来投资 50 亿美金的超级电池工厂投产, 成本有望下降 30% 以上。

**阶段 1: 2013 年以前:** 18650 电芯价格较低仅为 \$2, 但是 BMS 和 PACK 成本较高, 电池成本占比为 57%。此前松下一直为特斯拉的电池独家供应商, 提供的电池为 18650 的 NCA 电池, 单个电芯为 3.1Ah, 能量为 11.47Wh, 单价为 \$2 左右, 预计该价格为松下抢占市场而有意放低的价格。以 85kwh 的 Model S 为例, 采用 7263 颗电芯, 电池成本为 \$15246, 特斯拉公告的 BMS 和 PACK 成本为 \$20000, 总电池成本为 \$35246, 2013 年特斯拉年报显示其毛利为 22.5%, 车子售价为 \$79900, 其成本为  $\$79900 \times (1-22.5\%) = \$61923$ , 电池成本占比为  $\$35246 / \$61923 = 57\%$ 。

**阶段 2: 2013 年至特斯拉的超级电池工厂 Gigafactory 投产前:** 受商业因素的影响, 电芯单体价格大幅上升为 \$3.5, 得益于 BMS 和 PACK 成本下降, 电池成本占比为 59%。2013 年 10 月 30 号特斯拉与松下签订了高达 70 亿美元合同, 此时 18650NCA 电芯的价格上涨到了 \$3.5, 涨幅高达 75%, 同样 85kwh 的 7263 颗电芯成本为  $7263 \times 3.5 = \$26680$ , 但是特斯拉单独出售的电池包价格和年报显示的毛利却没有太大的变化, 估测 BMS+PACK 成本已经大幅降低为 \$10000, 因为 BMS 和 PACK 主要成本为设计费, 本身的电子元器件和制造成本很低, 整个电池包的成本为  $\$26680 + \$10000 = \$36680$ , 成本占比为  $\$36680 / \$61923 = 59\%$ 。

**阶段 3: 为超级电池工厂建成之后 (2017~):** 电池成本下降 30% 以上。预计 20700 单体价格为 \$3.3, 折合 0.14 美元/w。由于 Model 3 电芯数量较少且容量较少, 预计 Model 3 BMS+PACK 成本为 \$2880 左右, 综合电池包成本为 \$6960, 电池包成本占比 29%。

**特斯拉实现圆柱路线大幅降本的秘诀在于设计闭环。**我们在前述分析中提到圆柱路线的电池包降成本空间已经非常有限, Tesla 能够实现圆柱路线大幅度成本下降是一个例外。Tesla 的电池、系统、整车一体化, 全产业链覆盖, 可以做到设计的

闭环，这与其它企业有根本性的区别，Tesla 可以全面评估更改的利弊，而这是国内 18650 电池厂目前所不具备的。

图 30、特斯拉车型更迭历程



资料来源：特斯拉、兴业证券研究所

图 31、特斯拉打造的超级工厂 1.0 有望实现电池成本降低 35%



资料来源：特斯拉、兴业证券研究所

表 20、特斯拉电池成本快速下降

	阶段一	阶段二	阶段三
	2013 年以前	2013-2017 年	2017 年后
应用	Roadster	Model S	Model 3
电芯	钴酸锂 18650	镍钴铝 18650	镍钴铝 20700
电芯单体价格（美元）	2	3.5	3.3
电芯单体能量（w）	9.7	11.2	22.8

单价 (w/美元)	0.21	0.31	0.14
电池容量 (kwh)	53	85	44
电芯个数	5463	7263	2880
电池成本 (美元)	15246	26680	6368
BMS+PACK 成本 (美元)	20000	10000	2698
电池包总成本 (美元)	35246	36680	9066
整车总成本	61923	61923	31500
电池成本占比	57%	59%	29%

数据来源: Bloomberg、兴业证券研究所

图 32、Model S 电池盒系统, 含 16 个模块

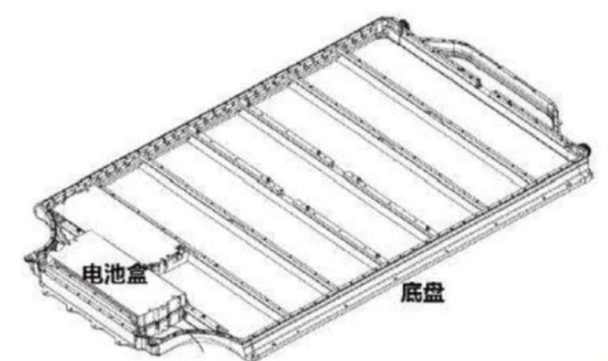
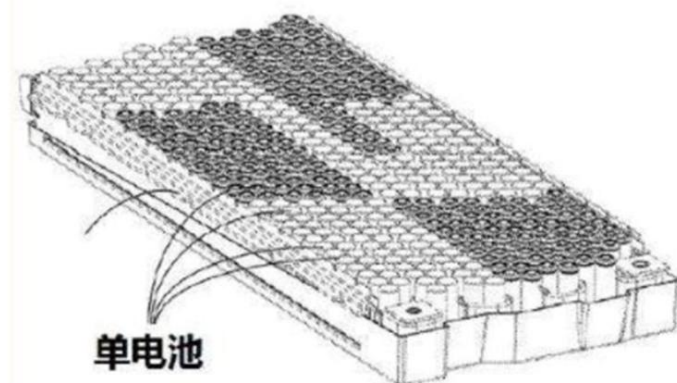


图 33、Model S 电池包内部结构, 含 444 节单体电池



资料来源: 新材料、兴业证券研究所

资料来源: 新材料、兴业证券研究所

## 5.2、率先实现软包三元电芯成本迅速下降: 通用 bolt

### 电芯端: LG 独供软包电芯

通用汽车在 2015 年曾经披露过 Bolt 电动车采用 LG Chem 的电池, 电芯 cell 的价格为 145 美元/kWh 左右。在年度全球商业会议上, 通用汽车进一步对外展示了 Bolt 的电池电芯 cell 的成本预测。其中 2016 年的成本为 145 美元/kWh, 这个数值持续到 2019 年, 2020 年会下降到 120 美元/kWh。到 2022 年, 该数值继续下降到 100 美元/kWh。合理推算得到通用 bolt 电池组成本在 200 美元/kWh, 到 2020 年降至 170 美元/kWh。

### 成组电池端: 爆款单车实现规模化降成本

Bolt EV 与一代和二代 Volt 非常相似, 采用了 LG “袋状电池”, 也就是像食品真空袋那样的尺寸和形状, 并且在两代 Volt 车型上分别只使用了 288 和 196 个, 显

然效率高了很多。

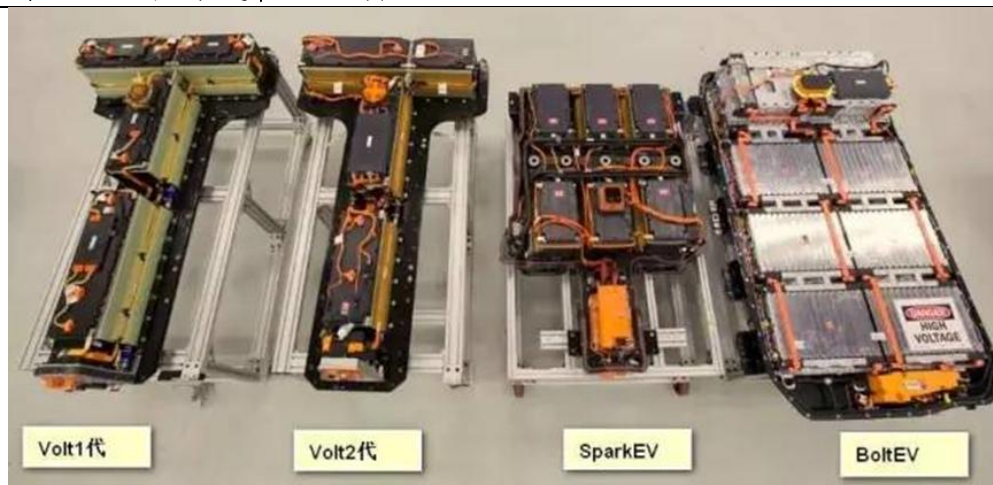
这种袋状电池相对于 18650 有几个优点，首先是冷却效果更好，温控更加均匀，每个点的温度也很容易达到一致性，随后我在实验室里看到了它的散热系统，就像主板的印刷电路那样，遍布袋状电池的每个部位，通用的工程师使用了水冷散热的方式，由于扁平的袋状电池有着更大的面积，因此印刷电路一般的水冷管路密布，确实更容易温控；其次它的寿命更长，也更加可靠，在极端环节下也相对稳定。

图 34、通用 Bolt 的电芯成本预测



资料来源：GM、兴业证券研究所

图 35、通用电动汽车电池包演化



资料来源：兴业证券研究所

图 36、通用 Bolt 采用软包电芯



资料来源：兴业证券研究所

图 37、Bolt 电池包位于车身底盘，属于典型的滑板式



资料来源：兴业证券研究所

### 5.3、方形三元主流：宝马 i3

#### 电芯端：三星 SDI 独供方形电芯

宝马 i3 一直使用的电芯是方形铝壳，三元 NCM 材料，由三星 SDI 提供，额定电压在 3.7V，电压限值区间为 2.8-4.1VDC，电芯的比能在 120Wh/kg 以上，电芯的内阻在 0.5mΩ 左右。i3 电池包共有 8 个模组组成，每个模组有 12 个电芯，共计 96 个电芯，串联。

在动力电池方面公司现在 cell level 成本 210-220usd/kwh 左右，目标是 2020 年降到 120-130usd，有 40% 左右的成本下降。主要来自于规模效应，良率提升，产能增加带来的采购价格下降

供应链方面现在消费电池的正极材料大部分来自中国，动力电池只有不到 10% 来自中国，隔膜和负极主要来自韩国，电解液有少部分由中国工业，大部分来自日韩。同时，公司表示未来将产业链从日韩向中国转移也是未来 cost reduction 重要的机会。过去三年第一代到第二代产品能量密度有 50% 的增加，2018 年的第三代产品会有 20-30% 的提升。

图 38、三星 SDI 未来技术路线

2013		2016		2019		2020~
Conventional LB		Advanced LB		Innovative LB		Post LB
EV 160km	PHEV 30km	EV 240km	PHEV 50km	EV 300km	PHEV 60km	300km 以上的电动汽车行驶距离
能量密度 130W h/kg				能量密度 250W h/kg		能量密度 300W h/kg 以上
NCM, 石墨		NCM		尖端 NCM		Li-空气燃料电池

LB: Lithium Ion Battery NCM: Nickel-cobalt-manganese

备注: NCM 为与特斯拉相同的三元锂电池

资料来源: 、兴业证券研究所

### 成组电池端：宝马自主研发模块化与热管理

i3 是宝马真正意义上量产的一款电动车，在去年 9 月份就已全球销量突破 6.6 万辆。i3 很多领域的技术都为宝马后续电动汽车开发做了充实的积累和探索，比如整车轻量化技术、电池系统模块化技术、热管理技术等。

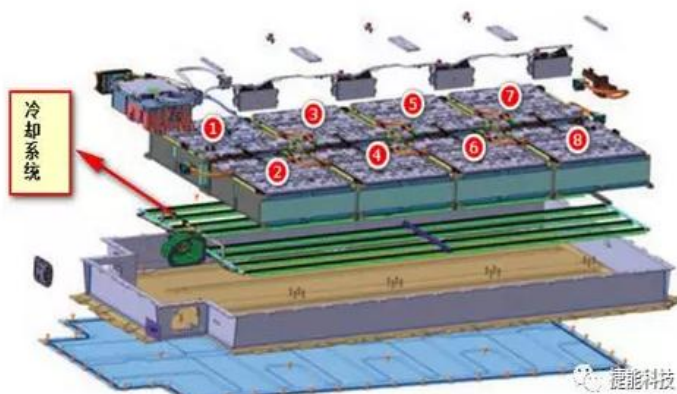
从动力电池系统角度来看，i3 自 2013 年 11 月份上市以来至今进行了一次升级，即在 2016 年电量由 22kWh，提升为 33kWh，电量提高 50%，这一次升级，保持了电池包体积、结构不变。升级之前的 i3 续航里程在 81 英里/130 公里(升级后 33 度电续航在 114 英里/183 公里)，电池包总电量为 22kWh，容量 60Ah，总电压 353V；电池包的总重量约为 235kg，比能为 93.6Wh/kg(33 度电的比能约为 140.4Wh/kg)。

i3 的电连接，高压线束(科士达 Kostal 提供)采用插接式与模组连接，与电极间的连接则通过超声焊实现，采样线先超声焊再点胶的方式与连接片相连。宝马 i3 的热管理采用直冷方案(也有液冷方案)，制冷剂为 R134a。

图 39、宝马 i3 电池模组



图 40、宝马 i3 电池包由 8 个模组 pack 而成



资料来源：捷能科技、兴业证券研究所

资料来源：捷能科技、兴业证券研究所

## 6、潜在降本空间广阔，技术突破仍需等待

我们认为三元体系之外的非主流技术路线同样存在技术突破的可能性，如以钛酸锂为负极材料的钛酸锂快充电池路线以及新型锂电体系，如锂硫电池。潜在的技术突破有望打破现有体系，实现动力电池性能提升与成本下降的快速跃迁。

- 以钛酸锂为负极材料的钛酸锂快充电池路线；
- 新型锂电体系有望大幅突破现有比能量极限。

### 6.1、快充电池：成本是目前最大制约

**快充电池已实现成熟的商业化应用。**目前快充类电动车已超过 15000 台，累计运行超过 10 亿公里，在公交车等对于充电时间要求较为严格的领域应用较为广泛。快充主流技术路线有两类，一类是以钛酸锂替代石墨作为负极材料，代表企业有微宏、银隆等，另一类是在磷酸铁锂体系下采用快充型石墨作为负极，代表企业为 CATL。

**成本是快充电池进一步拓展应用领域的最大制约。**国内快充电池度电成本约为 5000 元，补贴还不足以覆盖该部分成本，因此快充仍未成为真正意义的主流。如果快充电池能够实现较大幅度的成本下降，将迅速拓展其市场空间。潜在方向包括 1) 能量密度提升；2) 批量化生产降成本；3) 提高标称电压，目前只有 2.3V，而三元在 3.7V。

表 21、快充电池与其他技术路线电池对比

	钛酸锂快充电池	磷酸铁锂	三元（NCA/NCM）	锰酸锂
充电时间	5-10min	3-5 小时	3-5 小时	3-5 小时
成本	★★★★★	★★★	★★	★
系统能量密度（Wh/kg）	65	110	150	120
慢充循环寿命	>20000	2000	1000	2000
快充循环寿命	10000-20000	300	200	50
耐温性	★★★★★	★	★★★	★★
安全性能	★★★★★	★★★	★★	★★★

资料来源：微宏动力、兴业证券研究所

表 22、主流快充电池企业技术路线对比

	微宏	CATL	东芝	银隆
技术路线	钛酸锂快充技术	磷酸铁锂快充技术	钛酸锂快充技术	纳米钛酸锂快充技术
充电倍率	4C 10-15min	4C 10-15min	5C 10min	6C 6min
能量密度	50-65 Wh/kg	70Wh/kg	50-70 Wh/kg	40-50 Wh/kg
循环寿命	12000 次	10000 次	5000 次	20000 次

资料来源：兴业证券研究所

## 6.2、新型锂电体系：大幅突破现有比能量极限

现有体系下，电池能量密度有理论极限，如果要进一步突破 400Wh/kg 比能量，目前的可选方案包括固态锂电池，以及锂空气电池、锂硫电池等新的电化学体系电池。

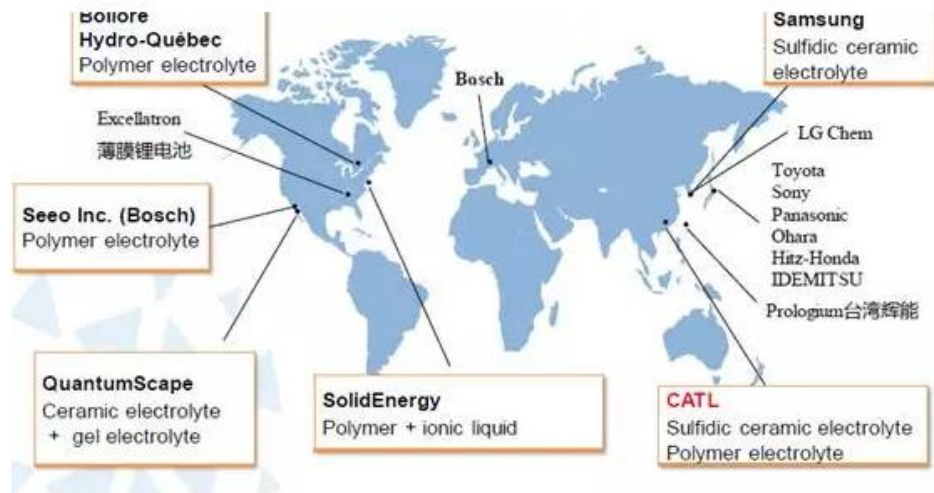
**固态电池：高比能量+不燃烧。**工作原理上固态锂电池和传统的锂电池并无区别，只是电解质从液态变为固态。固态电池的优势在于：1）能量密度：固态电池不再使用石墨负极，而是直接使用金属锂负极，大大减轻负极材料的用量，使得整个电池的能量密度有明显提高。目前实验室已经可以小规模批量试制出能量密度为 300-400Wh/kg 的全固态电池。2）安全性：固态电池不会在高温下发生副反应，不会因产生气体而发生燃烧。目前丰田、松下、三星、三菱以及国内的宁德时代等电池行业领军企业都已经积极布局固态电池的储备研发。

**锂硫电池：比能量有望超过 500Wh/kg。**硫作为正极理论比能量高达 2600Wh/kg，且单质硫成本低、对于环境友好。但是，硫具有不导电、中间产物聚硫锂溶于电解质、体积膨胀严重等缺点，这些问题使得锂硫电池的大规模应用面临诸多挑战，包括安全性、倍率性能和循环稳定性等。

**金属空气电池：比能量有望超过 700Wh/kg。**金属空气电池是以金属为燃料，与空气中的氧气发生氧化还原反应产生电能的一种特殊燃料电池。锂空气电池的比

能量是锂离子电池的 10 倍，体积更小，重量更轻。不足之处在于，仍处于实验室阶段，实现商业化尚需等待。

图 41、全球全固态电池企业研发分布图



企业及研究机构	负极材料	固体电解质	正极材料	主要性能值	备注
Bolloré Hydro-Québec	Li anode	PEO+Li盐	LFP LiV3O8	Pack 能量密度： 100Wh/Kg	预测产能： 300MWh
SEEO+Bosch	Li anode	PEO+Li盐	LFP, NCA	量产：130~150 目标：300Wh/Kg	开发PEO薄膜 量产技术
美国Sakti3	Li anode Li alloy	LIPON等氧化物	未公开	薄膜电池堆积 目标500Wh/Kg	电解质膜制备 采用PVD工艺
Samsung	Graphite Li anode	硫化物	NCM系表面 Li2ZrO3涂覆	175Wh/Kg(实验)	现LIB生产工 艺可能用
Toyota	Graphite LTO, Li	硫化物	LCO, NCA LNMO	已Demo大电池， 装在电动搬运车上	已开发20多年 有很深的沉淀
SolidEnergy	无Li负极	聚合物+离子 液体	LCO	宣称能量密度： 1137Wh/L	炒作概念
日立造船+本田	Graphite Li	硫化物	NCA, LNMO	已Demo出Ah级电 池，Gr/LPS/NCA	宣称3年后量 产
Sony	Graphite	硫化物	NCM	已Demo Ah级电池 ED：500Wh/L	电解质厚度做 到35um

资料来源：互联网、兴业证券研究所

## 7、投资建议：降成本有途可寻，看中期龙头突围

我们认为短期来看，我们认为降成本因素未被市场完全预期，根据测算电池毛利率下滑幅度在 10% 以内，盈利能力将好于预期；中期来看，未来高镍与 NCA 时代到来后，技术领先、规模优势的龙头将有成本优势，但短期行业迎来较为激烈的厮杀，中期来看，龙头突围。

### 7.1、短期：降成本有途可寻，盈利能力好于预期

产业逐渐走出底部，市场将迎预期差修复。市场目前对于动力电池板块存在较为

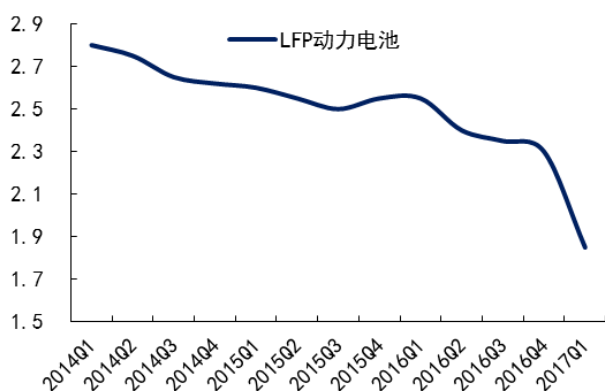
强烈的悲观预期,认为补贴退坡将显著影响下游景气度并且打压电池环节毛利率。我们认为 17 年动力电池的主线逻辑是“以量换价”:一方面,下游已经逐渐走出产业底部,景气度持续回升,乘用车与物流车加速放量下,电池全年出货增长仍值得期待。另一方面,退坡确实造成电池环节价格下降,但可以通过向上游隔膜、电解液等环节压价等“降本”措施,以及提高能量密度、标准化规模化生产等“增效”措施来尽可能弥补,我们认为动力电池行业盈利能力将好于市场预期,且有望持续超预期。

### 7.1.1 电池端价格展望

**磷酸铁锂:** 电池产能过剩将现,新一轮谈判价格落地,降幅约 20%。17 年磷酸铁锂电池市场跟随电动客车调整,增速趋缓,2017 年需求 18GWh,结合产能供给(28GWh)来看出现一定过剩。结合国轩、CATL 等一线龙头订单价格来看,17 年铁锂电池新一轮价格较去年年底降幅在 20%左右。

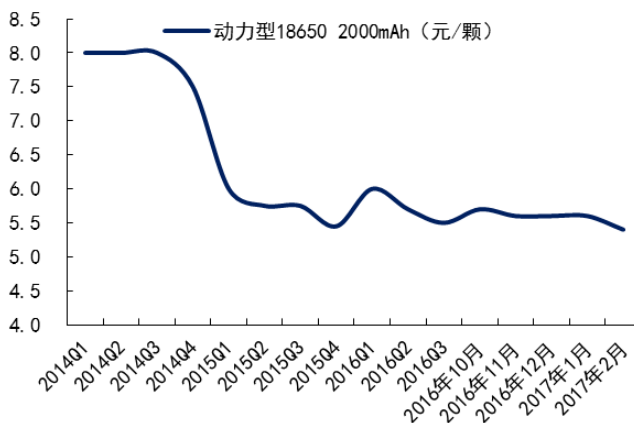
**三元:** 高景气叠加正极材料价格上涨,预计价格下降空间不大。乘用车+物流车搭载三元比例提升叠加客车解禁三元,预计 2017 年三元电池需求将实现近 120% 的增幅,2017 需求达到 16GWh,产能供给 20GWh,保持持续景气。目前从正极材料价格来看,高端三元材料 NCM 价格在 2017 年后甚至出现小幅上涨,而 LFP 正极材料价格小幅下跌,也印证了高端三元材料与电芯的高景气度。价格方面,18650 型 2000mAh 三元电芯价格 2017 年后仅小幅下调,结合 pack+bms 环节小幅降成本来看,判断三元动力电池价格降幅将在 10-15%。

图 9、磷酸铁锂单位能量价格迅速下调



资料来源:GGII、CIAPS、兴业证券研究所

图 43、动力型 18650 2000mAh (三元) 价格



资料来源:GGII、CIAPS、兴业证券研究所

### 7.1.2 电池成本降价空间展望

**1、PACK:** 降价空间不大。PACK 环节主流大厂目前均为自行加工,不进行外包,成本控制已经做得相当到位,降价空间不大。而就第三方外包 pack 公司来看,由

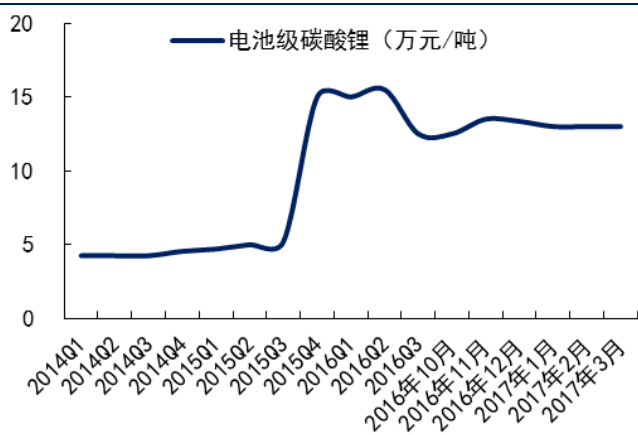
于进入壁垒较低，pack 业务的毛利率只有 15%，压价空间也不大。此外，由于安全性的考虑，成本较高的软包 pack 路线被应用的比例越来越大，未来单体 pack 成本还可能上升。但是考虑到技术改进下系统能量密度的逐渐提升而 pack 的花费相对较为固定，单位能量的 pack 成本会有所下降。按照 17 年提升 10% 计算，单位能量的 pack 成本降幅可以达到 5%。

**2、BMS：主要为设计成本，存降价空间。**BMS 成本主要为设计成本，制造成本相对固定。设计成本前期投入大，后期随着规模扩张能够得到一定摊薄。由于此前市场以客车 BMS 为主，技术要求相对较低，电芯厂大多能够自行解决。未来市场重心迁移至乘用车后，BMS 环节可能需交由更为专业的汽车电子设计企业外包完成，这块成本可能会上升，但判断 17 年这一趋势可能还不明显。综合规模摊薄、系统能量密度提高等因素，判断 17 年 BMS 环节降成本空间达到 10%。

**3、正极材料：LFP 材料存在降价空间，NCA 与 NCM 材料降价空间不大。**正极材料价格与两块相关，一块是主要的原料电池级碳酸锂，另一块是前驱体，磷酸铁锂与铁矿石相关、三元路线则与镍、锰、钴等有色金属价格相关。电池级碳酸锂价格从 16 年年底开始保持平稳，在 13 万元/吨的水平。从龙头天齐锂业与赣锋锂业最新披露的情况来看，17 年市场需求稳定增长 20% 左右，中高端级别需求更大，考虑到上游仍较高的毛利率水平（天齐毛利率 60%、赣锋 35%）与下游强烈的压价意愿，电池级碳酸锂价格可能缓缓回落至 10 万/吨的水平。

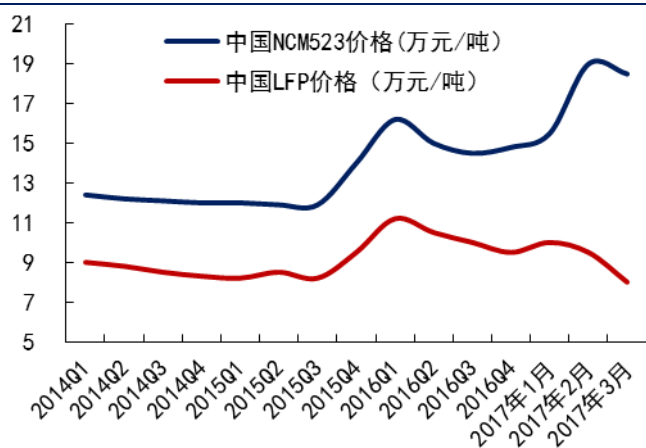
前驱体方面，镍价与锰价保持稳定，但钴价 17 年以来出现暴涨。三元材料价格也因此跟随上涨，NCM523 已从年初 14 万元/吨上涨至目前的 19 万元/吨。随着市场回归理性与电池级碳酸锂的平稳降价，预计未来三元材料价格将有所回落，但判断 17 年仍将保持 5% 左右中枢的涨幅。磷酸铁锂正极材料 17 年价格逐月下滑，目前已在 8.5-9 万元水平，较年初 10 万元水平下降了 10%-15%，预计 17 年中枢降幅在 20%。

图 10、碳酸锂价格走势



资料来源：GGII、CIAPS、兴业证券研究所

图 45、磷酸铁锂与三元正极材料价格出现分化

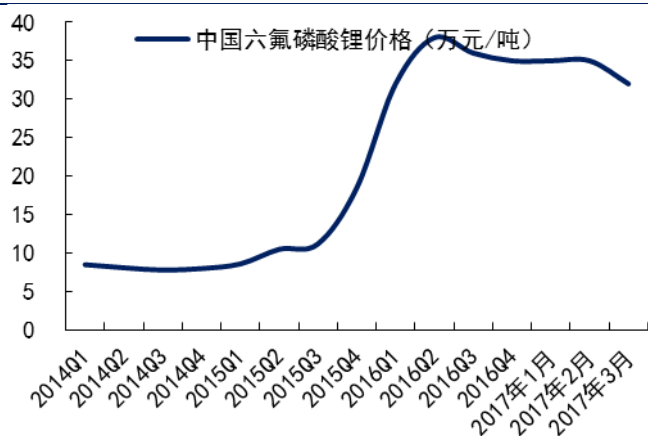


资料来源：GGII、CIAPS、兴业证券研究所

**4、电解液：毛利率较高，六氟磷酸锂降价后，电解液存降价空间。**电解液价格主要跟随六氟磷酸锂价格变动，目前六氟磷酸锂价格已从去年年末高点 38 万元/吨，回落至 28 万元/吨。

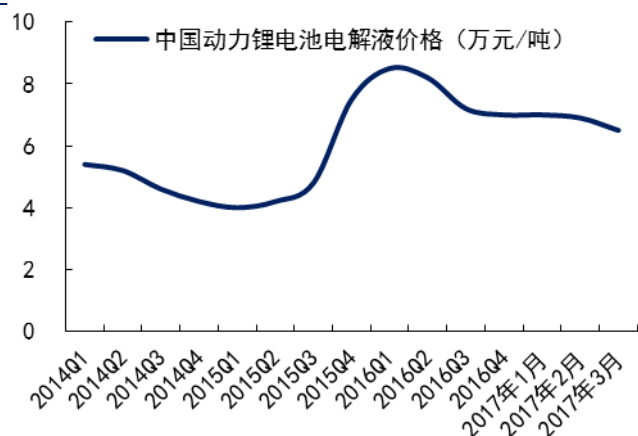
动力电池电解液价格走势与六氟磷酸锂基本一致，由去年3季度高点 8.5 万元/吨降至目前 6.9 万元/吨。目前电解液龙头的毛利率在 30%左右（新宙邦）也存在压价空间。随着六氟磷酸锂降价与下游对于电解液企业的压价，预计电解液 17 年降价幅度将达到 20%。

图 46、六氟磷酸锂价格走势



资料来源：GGII、CIAPS、兴业证券研究所

图 47、动力型电解液价格走势



资料来源：GGII、CIAPS、兴业证券研究所

**5、隔膜：高毛利率叠加工艺改进，存降价空间。**隔膜种类较多，从高端到低端价格差异很大，但 17 年普遍存在降价空间。从全球隔膜龙头星源材质的情况看，16 年干法隔膜均价为 4.2 元/平米，今年降至 3.7-3.8 元/平米，湿法去年 5 元/平米，今年 4.5 元/平米，能够锁定较长时间。星源 16 年隔膜毛利率在 60%，这块压价空间很大。且隔膜龙头本身也存在通过技术改进进一步降成本的能力与诉求。结合星源调价与上述因素来看，判断隔膜 17 年价格下降幅度在 10%左右。

**6、负极：产能长期过剩，价格持续稳定下降。**负极价格受动力电池需求端影响不大，近年来处于平稳降价轨道，且毛利率较低。判断 17 年继续稳定降价，幅度在 10%。

图 48、负极材料价格走势

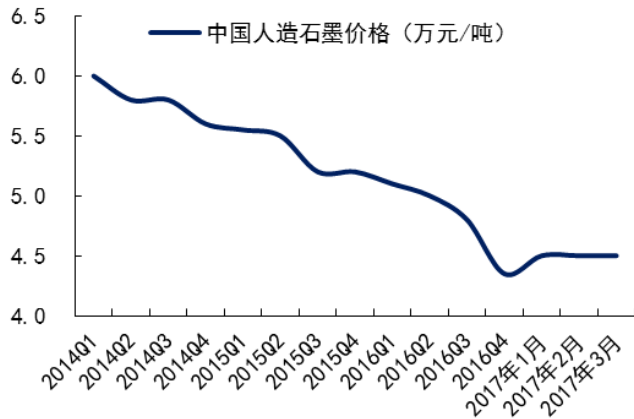
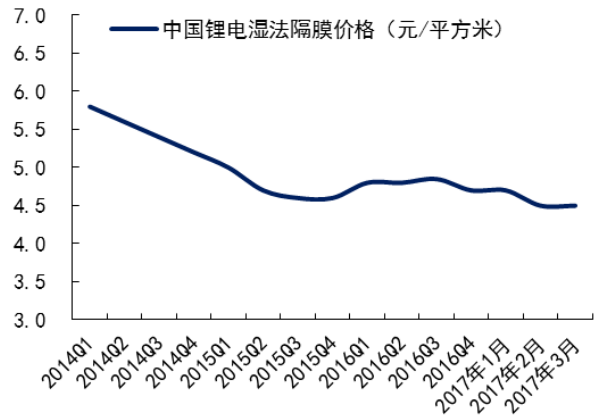


图 49、隔膜价格走势



资料来源：GGII、CIAPS、兴业证券研究所

资料来源：GGII、CIAPS、兴业证券研究所

**7、其他材料：整体降价空间不大。**壳体盖板由于钢价与铝价的上涨，17 年价格可能上涨，判断在 5% 左右。制造成本摊销这一块与产线自动化水平与产能利用率相关，随着规模扩张带来单位成本下降与产能利用率维持在平均水平以上，制造成本摊销有望下降 10%。劳动力成本按照工资上涨 5% 计。其他材料包括正极方面用的粘结剂 PVDF、溶剂 NMP、集电体铝箔，负极方面用的粘结剂 CMC、溶剂去离子水、集电体铜箔，用于极耳的铝带、镍带等等，预计降幅有限，在 5% 左右。其他成本包括环保成本，判断这块难以下降。整体来看，除四大材料之外的其他成本降幅在 3%-5% 之间。

表 23、各环节 2017 年成本下降幅度预测

		PACK	BMS	正极材料	负极材料	电解液	隔膜	壳体盖板	其他材料	人工	制造成本摊销	其他
铁锂圆柱电池	成本占比	35%	4%	18%	3%	5%	7%	8%	5%	2%	7%	5%
	成本降幅	-5%	-10%	-20%	-10%	-20%	-10%	5%	-5%	5%	-10%	0%
三元软包电池	成本占比	38%	5%	20%	3%	4%	6%	7%	4%	2%	6%	4%
	成本降幅	-5%	-10%	5%	-10%	-20%	-10%	5%	-5%	5%	-10%	0%

资料来源：兴业证券研究所

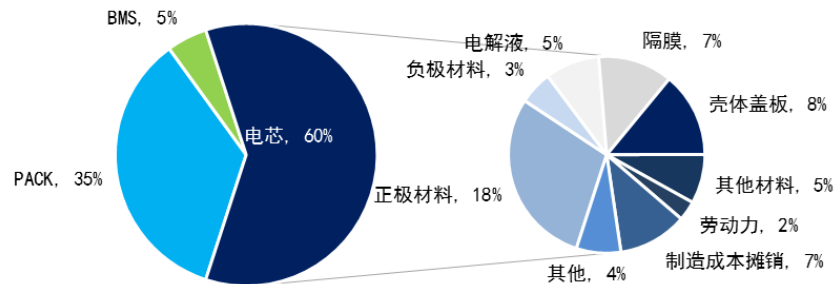
### 7.1.3 动力电池业务毛利率降幅测算

根据上文拟定的各环节成本下降中枢，对于 PACK、正极材料、电解液与隔膜等变化可能性较大，同时对于动力电池盈利能力潜在影响较大的环节进行展开模拟测算，给予下述假定，得到磷酸铁锂动力电池业务毛利率受影响的幅度在 7%-10% 之间，三元动力电池受影响的幅度在 4%-7%。

假定：

- 1) 2016 年磷酸铁锂电池价格 2.3 元/WH, 17 年下降 20%, 三元电池价格 2.1 元/WH, 价格下降 20%, 三元由于能量密度提升, 综合成本降幅设定为 10%。
- 2) 2016 年磷酸铁锂电池毛利率 40%, 三元电池毛利率 30%。
- 3) PACK 环节成本下降 3%、7% 两档, BMS 环节固定下降 10%。
- 4) 正极材料, 磷酸铁锂下降 15%、25% 两档, 三元材料分不变与上涨 10% 两档。
- 5) 电解液分为下降 15% 与下降 25% 两档。
- 6) 隔膜分为下降 5% 和下降 15% 两档。
- 7) 负极下降 10%, 前天成本加权平均下降 3.5%。
- 8) 各环节成本比例按照下述拆分的 18650 圆柱型测算。

图 50、2016 年动力电池成本构成（18650 圆柱）



资料来源：兴业证券研究所

表 24、磷酸铁锂电池毛利率变动敏感性分析测算

	PACK	正极材料	隔膜	电解液	电芯毛利率		PACK	正极材料	隔膜	电解液	电芯毛利率				
情形 1	↓ 3%	↓ 15%	↓ 5%	↓ 15%	-10.10%	情形 9	↓ 3%	↓ 15%	↓ 15%	↓ 15%	-9.54%				
情形 2	↓ 7%				-9.05%	情形 10	↓ 7%				-8.49%				
情形 3	↓ 3%	↓ 25%			-8.78%	情形 11	↓ 3%	↓ 25%			-8.23%				
情形 4	↓ 7%				-7.73%	情形 12	↓ 7%				-7.18%				
情形 5	↓ 3%	↓ 15%		↓ 25%	-9.69%	情形 13	↓ 3%	↓ 15%		↓ 25%	-9.14%				
情形 6	↓ 7%				-8.64%	情形 14	↓ 7%				-8.09%				
情形 7	↓ 3%	↓ 25%			-8.38%	情形 15	↓ 3%	↓ 25%			-7.82%				
情形 8	↓ 7%				-7.33%	情形 16	↓ 7%				-6.77%				

资料来源：兴业证券研究所

表 25、三元电池毛利率变动敏感性分析测算

	PACK	正极材料	隔膜	电解液	电芯毛利率		PACK	正极材料	隔膜	电解液	电芯毛利率
情形 1	↓ 3%	~ 0%	↓ 5%	↓ 15%	<b>-5.86%</b>	情形 9	↓ 3%	~ 0%	↓ 15%	↓ 15%	<b>-5.39%</b>
情形 2	↓ 7%				<b>-4.66%</b>	情形 10	↓ 7%				<b>-4.19%</b>

情形 3	↓ 3%	↑ 10%			-7.43%	情形 11	↓ 3%	↑ 10%			-6.96%
情形 4	↓ 7%				-6.24%	情形 12	↓ 7%				-5.76%
情形 5	↓ 3%	~ 0%			-5.54%	情形 13	↓ 3%	~ 0%			-5.07%
情形 6	↓ 7%				-4.35%	情形 14	↓ 7%				-3.87%
情形 7	↓ 3%	↑ 10%	↓ 25%		-7.12%	情形 15	↓ 3%	↑ 10%	↓ 25%		-6.65%
情形 8	↓ 7%				-5.92%	情形 16	↓ 7%				-5.45%

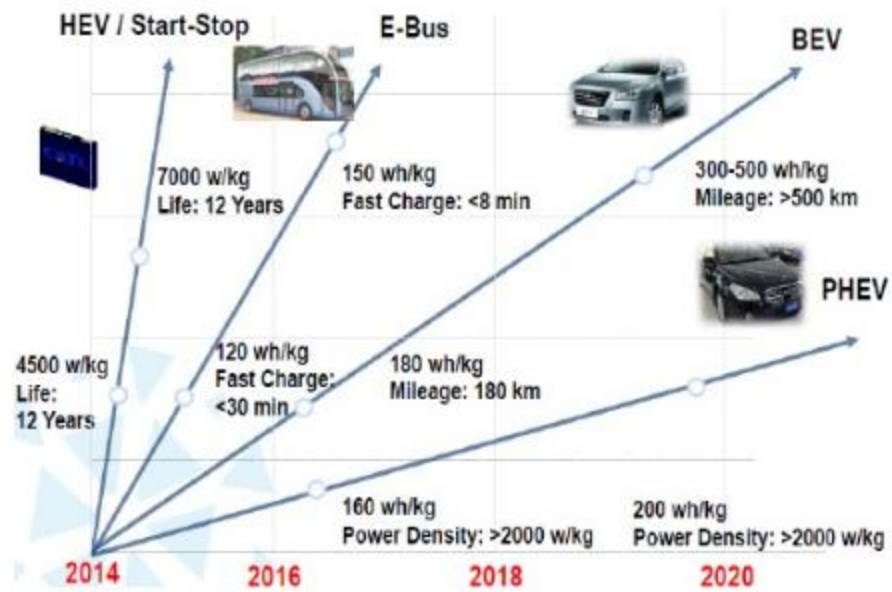
资料来源：兴业证券研究所

**莫为价跌遮望眼，关注盈利能力持续改善。**补贴退坡确实造成电池环节价格下降，但可以通过向上游隔膜、电解液等环节传导成本压力，以及提高能量密度、标准化规模化生产等“增效”措施来尽可能弥补。目前时点电池谈判价格已落地，实际降幅（20%）好于市场悲观预期。根据上述测算动力电池毛利率 17 年下滑幅度在 8%-10%，三元下滑幅度在 4%-7%，当前板块估值下对于动力电池盈利能力过于悲观。此外，随着降本增效进一步带动，动力电池盈利能力有望环比持续改善，后续存在持续超预期可能。

## 7.2、中期：高比能时代即将来临，龙头抢先卡位志存高远

**补贴退坡是影响 2017 年新能源汽车市场的最关键变量。**16 年 12 月 30 日，新版补贴政策正式落地，乘用车、专用车补贴退坡 20%，客车退坡 30%-50%。补贴政策额外设立了针对整车与动力电池的技术门槛，并要求重审新能源汽车推广目录，不符合要求的将被剔除出目录。受此影响 17 年 1 月新能源汽车仅销 5682 辆，跌至冰点。补贴退坡敦促全产业链降成本并加速提升质量性能，行业逻辑从过去补贴驱动的粗放式增长逐渐向产品需求释放驱动过渡。

图 51、CATL 技术路线图



资料来源：CATL、兴业证券研究所

### 7.3、标的梳理

#### 7.3.1 隔膜龙头：创新股份

- **资产重组上市，打造湿法隔膜龙头股：**公司公告增发并购资产公告，拟以 51.56 元/股的价格发行 1.08 亿股，收购上海恩捷 100% 股权；募集配套资金 8 亿元，用于投资珠海恩捷年产 4.17 亿平米的 5 条湿法隔膜生产线以及支付本次中介机构费用。
- **湿法隔膜趋势确定，国产替代空间巨大：**隔膜作为锂离子动力电池四大材料之一，目前尚未完全国产化，湿法隔膜具有微孔尺寸和分布均匀等优点，适宜生产较薄产品，主要应用于三元动力电池，由于下游需求快速增长（复合增长 50% 以上）以及自身极高的工艺壁垒，产业将在较长时间内处于供不应求状态，同时，进口比例仍处于较高水平。由于湿法隔膜行业工艺壁垒极高，我们预计行业产能释放将持续低于预期，产品价格下滑幅度将持续好于市场预期。
- **湿法隔膜绝对龙头，全球主流供应链：**上海恩捷一直从事湿法隔膜领域，具备行业顶尖的研发团队并采用日本核心设备，工艺、生产效率均明显领先于行业平均水平。目前上海恩捷已开拓比亚迪、三星 SDI、LGChem、CATL 和国轩高科等高质量客户，成为国内极少数进入全球供应链的湿法隔膜公司，

未来有望凭借较强的竞争实力，继续开拓世界顶级客户。

- **投资建议：**创新股份母公司从事烟草包装行业，行业长期趋势较为稳定，打造典型的“现金牛”业务。拟并购的上海恩捷为国内乃至全球湿法隔膜龙头，随着下游需求快速增长以及一线客户加速拓展，公司业绩将呈现爆发式增长，我们假设 2017 年完成资产重组，预计 2017-2019 年摊薄后 EPS 为 2.93、5.14、8.95 元，对应 PE 为 31.3、17.8、10.2，推荐！
- **风险提示：**资产重组方案未通过审核风险；湿法隔膜行业竞争加剧的风险。

### 7.3.2 动力电池龙头：国轩高科

- **行业拐点再获印证，电动大巴起量在即：**新能源汽车行业利空政策消散，产业逐步回暖复苏。上半年由于补贴退坡、目录重审、地补及地方采购资金未到位等多重因素，抑制新能源客车放量。国轩作为铁锂绝对龙头，与南京金龙强强联合，对市场形成极强示范效应，预示着电动大巴起量在即。我们预计，7 月新能源客车出现明显拐点，助力三季度行业加速向上。
- **新品推出，主流供应绝对龙头：**公司为磷酸铁锂动力电池绝对龙头，商用车行业预计稳中有升，公司凭借多年的技术积累以及先发优势，16 年下半年推出三元动力电池产品，并迅速进入北汽、江淮等龙头车企的主流供应链，乘用车、物流车的快速放量将带动公司三元电池的爆发式增长。
- **整合产业，沙场老将攻城略地：**作为国内最早发展动力电池的公司之一，国轩高科先人一步布局整合整个产业链，目前涉足正极材料、隔膜、PACK 等核心产业链环节，符合产业当前发展趋势，确保成本优势以及产品稳定性。2017 年行业进入强者相争时代，市场集中度将迅速提升，公司凭借多年技术及成本优势，有望迅速提高市占率，保障强者恒强。
- **投资建议：**我们认为在行业进入健康快速发展阶段，公司凭借明显的技术、成本以及优质客户优势，迅速提升市占率。我们预计公司 17-19 年 EPS 为 1.49、2.27 和 2.63 元，对应 PE 为 22.8 倍、15 倍、12.9 倍，增持。
- **风险提示：**竞争加剧导致利润率下滑的风险；行业需求不及预期的风险。

### 7.3.3 动力电池龙头：亿纬锂能

- **风雨突围，电子烟市场初战告捷：**公司作为锂原电池行业龙头公司，在传统业务保持高利润率、高增长的情况下，积极进入具有较强消费属性的电子烟市场，并前瞻性布局动力电池、新能源汽车领域。经历 2014 年电子烟全球市场发展整体低于预期，公司凭借领先的技术优势以及过硬的管理能力，一跃成为国内电子烟电池前三大生产商，初战告捷，再造一个亿纬！

- **打拼江山，动力电池新秀再创辉煌：**公司 2015 年下半年正式进入动力电池领域，产品技术短期内获得市场一致认可，经历一年的发展跻身动力电池产业第 16 名，根据公司扩产计划，2017 年年底有望进入第一梯队。公司目前已拥有南京金龙、众泰汽车、华泰汽车等优质客户，后续将加速拓展品牌车企客户，凭借公司的产品技术优势以及狼性文化，我们认为公司将成为行业最大黑马，复制当年电子烟业务的辉煌！
- **创新不止，传统业务加速成长：**公司传统业务锂原电池不断拓展新的应用领域，从以电表为主要下游逐步拓展到智慧交通、智能安防、军工等快速成长领域，新产品不断推出促使公司传统业务保持高成长性，成为快速增长的“现金牛”业务。
- **投资建议：**公司不断推出新产品确保长期快速成长，动力电池经历 17 年大幅扩张，有望再造一个亿纬！我们预计 17-19 年公司 EPS 分别为 0.43、0.79、1.29，对应 PE 为 52 倍、28 倍、17 倍，增持。
- **风险提示：**动力电池拓展低于预期；电子烟增速不达预期。

#### 7.3.4 上游龙头：天齐锂业

- **泰利森拟扩产一倍。**公司同意泰利森建造第二个独立大型化学级锂精矿生产设施和新的矿石破碎设施，实现锂精矿产能增加至 134 万吨/年的目标，折合碳酸锂当量 18 万吨/年，预计在 2019 年第二季度竣工投产。泰利森现有化工级锂精矿设计产能折合碳酸锂当量月 10 万吨/年。2012 年的开采的锂矿石量为 116 万吨，折合碳酸锂当量 5.3 万吨。
- **锂矿资源偏紧，泰利森顺势扩产迎合需求爆发。**目前全球动力电池、3C、储能等需求旺盛，但盐湖锂盐迟迟未能放量，矿山新增量也有限。我们预计全球的锂资源供应将进一步偏紧。泰利森扩产，既是应对未来的全球需求的需要，同时也能更好地保障公司 2019 年投产 2.4 万吨氢氧化锂的原料需求以及张家港技改后的需求。同时泰利森依靠自身的低成本优势，可以与 Marion 等新开采矿山形成有效竞争，巩固自身龙头地位。
- **天齐锂业积极扩产建能，看好公司未来业绩。**公司射洪基地拥有碳酸锂 10500 吨/年，氢氧化锂 5000 吨/年，氯化锂 1500 吨/年，金属锂 200 吨/年；江苏张家港基地碳酸锂设计产能为 17000 吨/年，目前在建 2.4 万吨/年氢氧化锂生产线。公司将具有高业绩。一则原料端扩产，能够缓解公司的原料不足，提升

产能利用率；二则在需求放量、快速增长的情况下，公司锂精矿以及碳酸锂、氢氧化锂等锂盐产品在今年仍旧偏紧，价格将维持高位或进一步上涨。

- **盈利预测：**预计公司 2016~2018 年实现 EPS 分别为 1.58 元、1.69 元、1.95 元，PE 为 37 倍、34 倍、30 倍，增持。
- **风险提示：**锂消费不如预期；产量不如预期。

### 7.3.5 高镍正极材料龙头：当升科技

- **补贴政策导向作用显著，锂电材料龙头企业优势凸显。**根据 2017 年新能源汽车补贴调整政策，要求纯电动乘用车动力电池系统的能量密度不低于 90Wh/kg，对高于 120Wh/kg 的按 1.1 倍给予补贴；此外，纯电动乘用车续航里程达到 250km 以上的补贴 4.4 万，续航里程在 150~250km 之间的补贴 3.6 万，续航里程在 100~150km 之间的只补贴 2 万。

在 2017 年新版补贴政策导向作用下，越来越多的新能源乘用车企倾向于选择高能量密度动力电池，而电池能量密度目标的根本实现途径在于电池材料性能的改进，要求电池厂商和电池材料厂商密切配合，协同开发。正极材料是提升电池能量密度的关键，高镍三元材料对于提升电池密度效果显著，产品整体供不应求，价格持续上涨。据我们跟踪数据，2017 年年初以来，磷酸铁锂价格由 10.2 万元/吨下降到 9.5 万元/吨，而同期 NCM523 价格由 14.8 万元/吨上涨到 18.5 万元/吨。

- **新产品、新产能保障未来持续成长。**当升科技是国内率先量产高镍三元材料的正极材料标杆企业，在量产 NCM622 后，公司加快了下一代 NCM811、NCA 等更高镍动力型产品的开发工作，目前部分产品已完成中试开发，年内有望实现小批量生产，新产品预计将巩固公司在高镍多元正极材料的领先地位。

公司于 2016 年年中启动建设江苏当升二期二阶段项目，目前厂房已完成封顶，部分主体设备已进场，后续公司将开展设备安装和调试工作，预计今年三季度完成调试并投产，项目建成后将新增 4000 吨高镍多元材料产能。此外，公司于 2017 年 3 月 2 日发布非公开发行方案，拟非公开发行的股票数量不超过 36,606,804 股，募集资金总额不超过 150,000 万元，扣除发行费用后拟用于“江苏当升锂电正极材料生产基地三期工程”、“江苏当升锂电材料技术研究中心”与“补充流动资金”，三期工程主要建设内容为 18,000 吨/年的高镍多元材料生产线，目前三期工程部分可研报告立项、环评等工作已经完成。生产线将按照 NCM811/NCA 的标准来设计，同时具备生产不同类型的多元材料（NCM523、NCM622、NCM811 和 NCA）的能力，进一步巩固公司在

正极材料龙头地位。

- **维持“增持”评级。**当升科技是国内主要锂电正极材料标杆企业，在国内率先开发出高镍动力多元材料，受益于新能源汽车爆发、尤其是三元电池占比提升，目前多元正极材料市场需求良好，产品供不应求。未来随着新能源汽车延续高增长及公司高镍动力多元材料新产能陆续投产，公司锂电正极材料收入有望持续增长。公司 2015 年收购北京中鼎高科自动化技术有限公司，进军智能装备领域，中鼎高科凭借其所掌握的运动控制器这一智能装备核心技术，未来有望开拓更多应用领域，创造新的利润增长点。我们上调公司 2017-2019 年 EPS 分别至 1.16、1.08 和 1.39 元，对应 PE 分布为 23 倍、25 倍、19 倍，增持。
- **风险提示：**新能源汽车推广不及预期风险，原材料价格大幅波动风险。

#### 7.3.6 结构件龙头 CATL/BYD 供应链：科达利

- **多重利好因素下公司业绩将步入发展快车道。**受益锂电池行业发展，锂电池精密结构件业务迎来机遇期。新能源汽车行业稳步发展，汽车结构件市场前景广阔。随着动力锂电池行业迎来爆发式增长机遇，动力锂电池精密结构件的市场也将迎来高速的发展。
- **公司实行大客户战略，优势明显。**公司在与比亚迪、ATL、波士顿、中航锂电、力神等原有战略合作客户已达成深入合作关系的基础上，持续挖掘、探索和发展更多的国内外优质客户，先行开展合作以锁定后续供货权，把握行业成长期显现的新兴客户，逐步实现多客户的批量化供应，抢先占据有利市场份额，
- **公司深耕动力锂电池精密结构件领域，龙头地位突出。**公司未来有望成为中国最具竞争力的新能源结构件、汽车电池结构件和汽车零部件的大型专业制造商和全方位方案解决供应商。
- **公司财务指标良好，稳健成长可期。**公司在盈利能力、营运能力与偿债能力等方面均优于同行业。
- **盈利预测：**我们认为，公司将受益于下游需求回暖以及以核心业务锂电池精密结构件扩张，17-19 年 EPS 为 2.29、3.24、4.48 元，对应 PE 为 43、30、22 倍，增持。
- **风险提示：**锂电池行业增长不及预期，公司动力锂电池精密结构件业务拓展不达预期。



## 投资评级说明

**行业评级** 报告发布日后的 12 个月内行业股票指数的涨跌幅度相对同期恒生指数的涨跌幅为基准,投资建议的评级标准为:

- 推 荐: 相对表现优于市场;  
中 性: 相对表现与市场持平  
回 避: 相对表现弱于市场

**公司评级** 报告发布日后的 12 个月内公司的涨跌幅度相对同期恒生指数的涨跌幅为基准,投资建议的评级标准为:

- 买 入: 相对大盘涨幅大于 15% ;  
增 持: 相对大盘涨幅在 5% ~ 15% 之间  
中 性: 相对大盘涨幅在 -5% ~ 5% ;  
减 持: 相对大盘涨幅小于 -5%

机构销售经理联系方式					
机构销售负责人			邓亚萍	021-38565916	dengyp@xyzq.com.cn
上海地区销售经理					
姓 名	办公电话	邮 箱	姓 名	办公电话	邮 箱
盛英君	021-38565938	shengyj@xyzq.com.cn	冯诚	021-38565411	fengcheng@xyzq.com.cn
顾超	021-20370627	guchao@xyzq.com.cn	杨忱	021-38565915	yangchen@xyzq.com.cn
			王溪	021-20370618	wangxi@xyzq.com.cn
王立维	021-38565451	wanglw@xyzq.com.cn	李远帆	021-20370716	liyuanfan@xyzq.com.cn
			胡岩	021-38565982	huyan.jg@xyzq.com.cn
姚丹丹	021-38565778	yaodandan@xyzq.com.cn	曹静婷	18817557948	caojt@xyzq.com.cn
地址：上海浦东新区长柳路 36 号兴业证券大厦 12 层（200135）传真：021-38565955					
北京地区销售经理					
姓 名	办公电话	邮 箱	姓 名	办公电话	邮 箱
郑小平	010-66290223	zhengxiaoping@xyzq.com.cn	朱圣诞	010-66290197	zhusd@xyzq.com.cn
			刘晓洲	010-66290220	liuxiaoliu@xyzq.com.cn
肖霞	010-66290195	xiaoxia@xyzq.com.cn	陈杨	010-66290197	chenyang.jg@xyzq.com.cn
袁博	15611277317	yuanb@xyzq.com.cn	吴磊	010-66290190	wulei@xyzq.com.cn
陈妹宏	15117943079	chenshuhong@xyzq.com.cn	王文凯	010-66290197	wangwenkai@xyzq.com.cn
地址：北京西城区锦什坊街 35 号北楼 601-605（100033） 传真：010-66290220					
深圳地区销售经理					
姓 名	办公电话	邮 箱	姓 名	办公电话	邮 箱
朱元戡	0755-82796036	zhuyy@xyzq.com.cn	杨剑	0755-82797217	yangjian@xyzq.com.cn
李昇	0755-82790526	lisheng@xyzq.com.cn	邵景丽	0755-23836027	shaojingli@xyzq.com.cn
王维宇	0755-23826029	wangweiyu@xyzq.com.cn			
地址：福田区中心四路一号嘉里建设广场第一座 701（518035） 传真：0755-23826017					
国际机构销售经理					
姓 名	办公电话	邮 箱	姓 名	办公电话	邮 箱
刘易容	021-38565452	liuyirong@xyzq.com.cn	徐皓	021-38565450	xuhao@xyzq.com.cn
张珍岚	021-20370633	zhangzhenlan@xyzq.com.cn	陈志云	021-38565439	chanchiwan@xyzq.com.cn
马青岚	021-38565909	maql@xyzq.com.cn	曾雅琪	021-38565451	zengyaqi@xyzq.com.cn
申胜雄	021-20370768	shensx@xyzq.com.cn	陈俊凯	021-38565472	chenjunkai@xyzq.com.cn
俞晓琦	021-38565498	yuxiaoqi@xyzq.com.cn	蔡明珠	13501773857	caimzh@xyzq.com.cn
地址：上海浦东新区长柳路 36 号兴业证券大厦 12 层（200135）传真：021-38565955					
私募及企业客户负责人			刘俊文	021-38565559	liujw@xyzq.com.cn
私募销售经理					
姓 名	办公电话	邮 箱	姓 名	办公电话	邮 箱
徐瑞	021-38565811	xur@xyzq.com.cn	杨雪婷	021-20370777	yangxueting@xyzq.com.cn

唐恰	021-38565470	tangqia@xyzq.com.cn	韩立峰	021-38565840	hanlf@xyzq.com.cn
李桂玲	021-20370658	ligl@xyzq.com.cn	施孜琪	021-20370837	shzq@xyzq.com.cn
王磊	021-20370658	wanglei1@xyzq.com.cn			
地址: 上海浦东新区长柳路 36 号兴业证券大厦 12 层 (200135) 传真: 021-38565955					
<b>港股机构销售服务团队</b>					
<b>机构销售负责人</b>			丁先树	18688759155	dingxs@xyzq.com.hk
<b>姓名</b>	<b>办公电话</b>	<b>邮箱</b>	<b>姓名</b>	<b>办公电话</b>	<b>邮箱</b>
王文洲	18665987511	petter.wang@xyzq.com.hk	郑梁燕	18565641066	zhengly@xyzq.com.hk
陈振光	13818288830	chenzg@xyzq.com.hk	周伟	13926557415	zhouwei@xyzq.com.hk
孙博轶	13902946007	sunby@xyzq.com.hk			
地址: 香港中环德辅道中 199 号无限极广场 32 楼 3201 室 传真: (852) 3509-5900					

### 【信息披露】

兴业证券股份有限公司(“本公司”) 在知晓的范围内履行信息披露义务。客户可登录 [www.xyzq.com.cn](http://www.xyzq.com.cn) 内幕交易防控栏内查询静默期安排和关联公司持股情况。

### 【分析师声明】

本人具有相关监管机构所须之牌照。本人确认已合乎监管机构之相关合规要求, 并以勤勉的职业态度, 独立、客观地出具本报告。本报告清晰准确地反映了本人的研究观点。本人不曾因, 不因, 也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

### 【法律声明】

本报告由兴业证券股份有限公司(已具备证券投资咨询业务资格)制作。

本报告由受香港证监会监察的兴证国际证券有限公司(香港证监会中央编号: AYE823)于香港提供。香港的投资者若有任何关于本报告的问题请直接联系兴证国际证券有限公司的销售交易代表。

本报告将依据其他国家或地区的法律法规和监管要求于该国家或地区提供本报告。

本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。客户应当认识到有关本报告的短信提示、电话推荐等只是研究观点的简要沟通, 需以本公司 <http://www.xyzq.com.cn> 网站刊载的完整报告为准, 本公司接受客户的后续问询。

本公司的销售人员、交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。本公司没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。

本公司的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

本报告并非针对或意图发送予或为任何就发送、发布、可得到或使用此报告而使本公司违反当地的法律或法规或可致使本公司受制于相关法律或法规的任何地区、国家或其他管辖区域的公民或居民, 包括但不限于美国及美国公民(1934 年美国《证券交易所》第 15a-6 条例定义为本「主要美国机构投资者」除外)。

本报告可能附载其它网站的地址或超级链接。对于本报告可能涉及到本公司网站以外的资料, 本公司未有参阅有关网站, 也不对它们的内容负责。提供这些地址或超级链接的目的, 纯粹为了收件人的方便及参考, 连结网站的内容不构成本报告的任何部份。收件人须承担浏览这些网站的风险。

本公司系列报告的信息均来源于公开资料, 本公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证, 也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。本公司已力求报告内容的客观、公正, 但文中的观点、结论和建议仅供参考, 报告中的信息或意见并不构成所述证券的买卖出价或征价, 投资者据此做出的任何投资决策与本公司和作者无关。

在法律许可的情况下, 兴业证券股份有限公司可能会持有本报告中提及公司所发行的证券头寸并进行交易, 也可能为这些

公司提供或争取提供投资银行业务服务。因此，投资者应当考虑到兴业证券股份有限公司及/或其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突。投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一信赖依据。

若本报告的接收人非本公司的客户，应在基于本报告作出任何投资决定或就本报告要求任何解释前咨询独立投资顾问。

本报告的版权归本公司所有。本公司对本报告保留一切权利。除非另有书面显示，否则本报告中的所有材料的版权均属本公司。未经本公司事先书面授权，本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。未经授权的转载，本公司不承担任何转载责任。