

行业深度

新能源电池

大圆柱电池：巨头推动，高镍和硅负极搭配

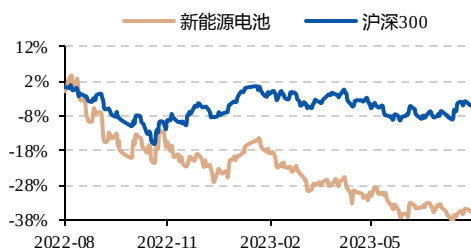
新能源电池新技术之四

2023年08月11日

评级 领先大市

评级变动：维持

行业涨跌幅比较



%	1M	3M	12M
新能源电池	0.91	-4.17	-35.56
沪深300	3.92	-1.29	-4.34

周策

执业证书编号:S0530519020001
zhouce67@hncasing.com

杨鑫

yangxin13@hncasing.com

分析师

研究助理

相关报告

- 1 新能源电池行业7月份月报：复合集流体进展较快，下半年进入密集催化期 2023-07-17
- 2 6月电池数据点评：动力电池产量60.1GWh，环比增长6.3% 2023-07-11
- 3 新能源电池行业6月份月报：需求端开始复苏，新能源渗透率稳步提升 2023-06-19

重点股票	2022A		2023E		2024E		评级
	EPS (元)	PE (倍)	EPS (元)	PE (倍)	EPS (元)	PE (倍)	
宁德时代	6.99	34.01	10.45	22.75	13.81	17.22	买入
东方电热	0.21	26.67	0.35	16.10	0.44	12.77	买入
科达利	3.86	33.59	5.70	22.76	7.96	16.30	买入
新坐标	1.15	22.15	1.33	19.15	1.47	17.33	买入
亿纬锂能	1.84	32.20	3.02	19.63	4.50	13.18	买入

资料来源：iFinD，财信证券

投资要点：

- **巨头推动，大圆柱电池大规模量产在即：**圆柱电池自商业化之初，直径经历了18mm、21mm的设计。2020年9月特斯拉正式发布4680大圆柱电池，宝马、宁德时代、亿纬锂能等企业纷纷布局大圆柱电池，综合考虑电池的整体性能和经济性两方面，46mm外径是当前技术水平下的最优解。大圆柱电池较普通圆柱电池有能量密度高、功率性能好等优势，较市场主流的方形电池有功率性能好、一致性高、强度高等优势。
- **预计2026年大圆柱电池需求超381GWh：**预计2026年全球大圆柱电池装机量有望达到381GWh，若以2026年大圆柱电池均价为0.5元/Wh来计算，则对应总体市场规模将达到1905亿元。
- **预镀镍环节受益大圆柱放量，市场空间近百亿：**由于对耐压强度的要求，大圆柱通常采用钢壳作为封装壳体，而锂电池钢壳的原材料钢带需要进行预镀镍处理来增强耐腐蚀性。当前预镀镍环节主要被新日铁、东洋钢板等日本厂商所垄断，未来随着国内龙头厂商的验证和扩产完成，有望逐步实现国产替代。预计2025年全球大圆柱电池对应的实际预镀镍需求约为38万吨，加上消费类和碱性电池需求差不多在15万吨，总需求约在53万吨左右，市场空间超98亿元。
- **硅负极与大圆柱结构更适配，碳纳米管环节有望受益：**硅基负极材料在能量密度方面有明显优势，但是硅基负极材料的膨胀较大，极片易受到损坏从而导致循环寿命下降。与方形卷绕电池相比，大圆柱电池的极片为受力均匀的圆柱形，在极片发生膨胀时不易受到损伤，因此更兼容硅负极。碳纳米管本身具有的一维线状结构，其能够在硅颗粒表面及硅颗粒之间建立点线接触式的高度导电、紧密的连接，在硅负极颗粒体积膨胀并开始出现裂缝时可通过碳纳米管保持良好连接，减少材料破裂，维持负极的稳定，因此有望受益于大圆柱电池放量。
- **投资建议：**特斯拉率先量产大圆柱电池，宝马、宁德时代、亿纬锂能等车企和电池企业纷纷推动大圆柱电池研发和工业化，我们预计2024

并购家 免费行业报告网

IPOIPO.CN 每日更新 不用注册会员 无广告 永久免费

年开始大圆柱电池会开始迎来爆发元年。推荐 4680 布局领先的电池龙头企业：【宁德时代】、【亿纬锂能】；推荐受益大圆柱电池爆发需求提升的预镀镍供应商：【东方电热】、【甬金股份】；推荐其他主辅材供应商：【德方纳米】（补锂剂）、【科达利】（结构件）、【天奈科技】（碳纳米管）、【新坐标】（端子）。

- 风险提示：大圆柱电池研发及工业化进展不及预期；技术路线发生重大变化；供应链降本不及预期；新能源汽车销量不及预期。

内容目录

1 大圆柱电池：巨头推进，2026 年需求超 381GWh	5
1.1 电池三种封装形式各有优劣势	5
1.2 目前方形电池是主流路线，圆柱市场份额较低	6
1.3 特斯拉推出 4680 电池，性能与经济性同步提升	7
1.4 各大车企和电池企业跟进大圆柱设计方案	9
1.5 市场潜力大：预计 2026 年大圆柱电池需求超 381GWh	11
2 大圆柱电池产业链变化：结构设计变化较大，预镀镍为新增量	11
2.1 结构件：大圆柱提高技术壁垒，预镀镍成为新的增量	11
2.2 正极材料：高镍与高压体系是未来趋势	14
2.3 负极材料：更适配掺硅负极，碳纳米管搭配使用	15
2.4 电池结构和工艺设计：全极耳设计，工艺难度加大	18
3 投资建议	19
4 风险提示	20

图表目录

图 1：三种电池封装结构	5
图 2：2022 国内电芯封装形式占比情况	7
图 3：2022H1 全球电芯封装形式占比情况	7
图 4：2022 年电池厂商全球动力电池装车市场份额情况	7
图 5：21700 电池与 18650 比较	8
图 6：特斯拉圆柱电池	8
图 7：特斯拉 4680 大圆柱电池性能提升情况	8
图 8：大圆柱电池外径变化对续航和降本的影响曲线	9
图 9：结构件在锂电池产业链的位置	12
图 10：大圆柱电池结构件示意图	12
图 11：圆柱壳体类型	13
图 12：镀镍流程	13
图 13：特斯拉对于硅负极体积膨胀的描述	16
图 14：特斯拉硅负极方案	17
图 15：补锂技术分类	17
图 16：21700 和 4680 设计方案对比	18
图 17：4680 全极耳极片设计	18
图 18：常规设计和全极耳设计电子传输路径对比	18
图 19：圆柱电池极耳设计和热分布对比	18
图 20：特斯拉 4680 电池	19
图 21：集流体边沿折弯工艺：预折弯再卷绕	19
表 1：各封装形式的锂电池特点对比情况	6
表 2：车企布局大圆柱电池情况	10
表 3：电池企业大圆柱电池规划情况	10
表 4：全球大圆柱电池需求量测算	11

表 5: 全球预镀镍需求测算	14
表 6: 中镍三元和高镍三元材料对比	15
表 7: 石墨负极材料和硅基负极材料对比	15

1 大圆柱电池：巨头推进，2026 年需求超 381GWh

1.1 电池三种封装形式各有优劣势

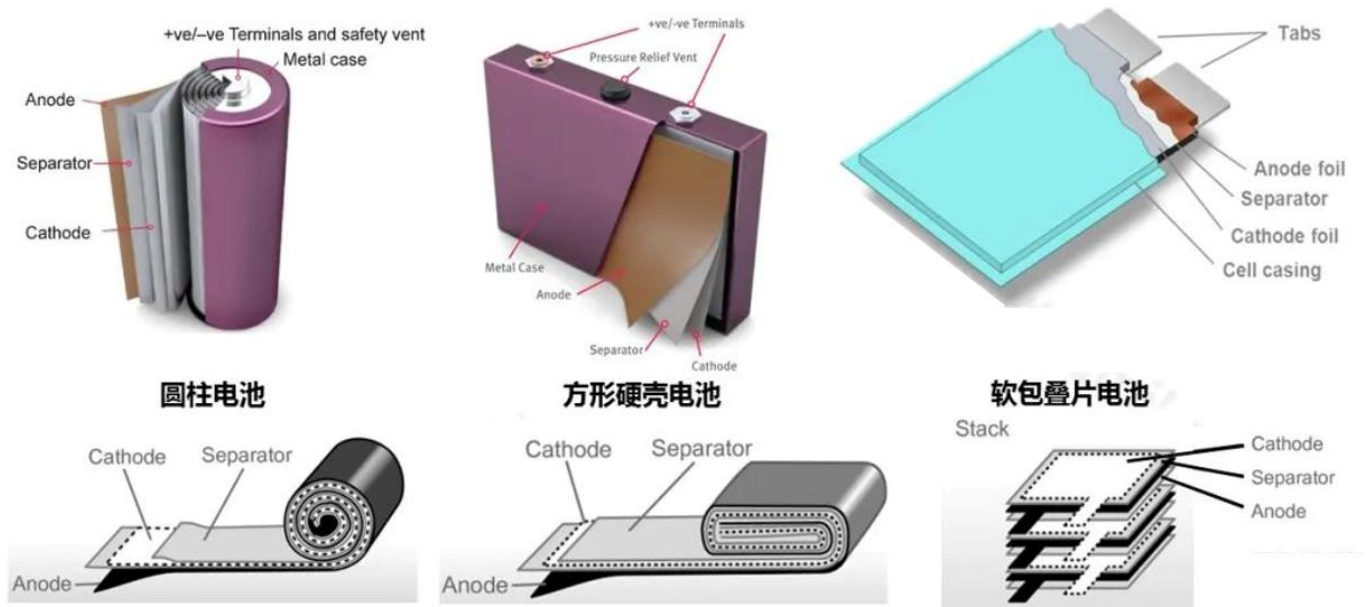
按照封装形式来划分，锂电池可以分为方形、圆柱与软包三种形态。封装形式是指单体锂电池的封装结构，不同的封装形式对应不同的工艺制程，也对应了不同形态的电池精密结构件。目前，锂电池封装形式技术路线主要包括圆柱、方形、软包三种形式。

(1) 方形：通常采用卷绕或者叠片工艺进行裸电芯的制作，以方形的铝壳或者钢壳作为封装材料。方形电池有成组效率高、单体容量大、结构简单的优点，但其一致性较低、散热难度大。

(2) 软包：软包动力电池采用铝塑膜作为外壳，通常采用叠片工艺进行裸电芯的制作。软包电池有单体能量密度高、电化学性能良好、安全性高、设计灵活等优点，但其产品一致性要求更高、成组效率相对较低、成本相对较高。

(3) 圆柱：圆柱电池通常采用圆柱形的钢壳进行封装，裸电芯制作采用卷绕工艺。圆柱电池具有一致性好、生产效率高、系统层面散热能力强，尺寸升级后可一定程度上改善其原本的单体能量密度低、模组所需电芯多及其导致的寿命差、管理复杂等问题。但总的来说，其能量密度较低、产品的成组效率较低仍然是较为明显的劣势。

图 1：三种电池封装结构



资料来源：理想生活，财信证券

表 1：各封装形式的锂电池特点对比情况

类别	圆柱锂电池	方形锂电池	软包锂电池
生产良率	高	较高	一般
电芯一致性	高	较高	较高
机械强度	高	较高	一般
生产自动化程度	高	较高	一般
对电池管理系统要求	高	一般	一般
电池成组效率	较高	高	一般
形状灵活性	较高	一般	高
应用领域	电动汽车、电动轻型车、电动工具、消费电子、新型储能等	电动汽车、电动轻型车、新型储能等	电动汽车、消费电子等
主要锂电池企业	LG 化学、松下、三星 SDI、力神电池、亿纬锂能、比克电池	宁德时代、比亚迪、三星 SDI、国轩高科	孚能科技、国能电池、万向 A123、卡耐新能源
主要终端企业	特斯拉、现代、大众、通用、奥迪、保时捷、捷豹等	特斯拉、蔚来、小鹏、宇通、理想、上汽、长城、北汽、吉利、奔驰、宝马、大众、本田、现代等	别克 VELITE5、日产轩逸、北汽 EU 等
未来技术发展趋势	持续提高电池性能和降低成本；进一步提高自动化程度和生产效率；针对不同应用场景推出新的型号，丰富产品系列，如特斯拉提出的 4680 型号大圆柱电池。	持续提高电池性能和降低成本；提高产品的标准化程度和生产过程的自动化程度；储电量大的应用领域逐渐向无模组化发展。	持续提高电池性能和降低成本；提高生产过程的自动化程度；储电量大的应用领域逐渐向无模组化发展。

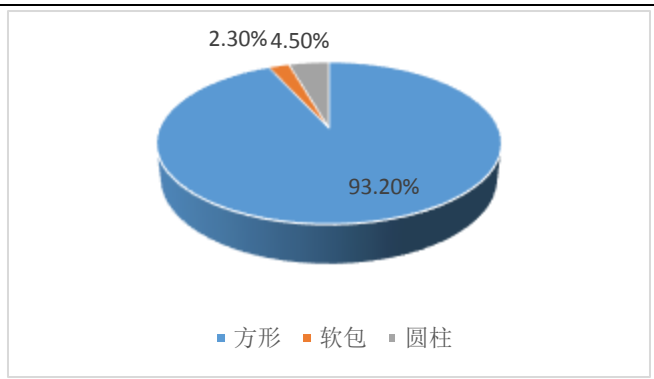
资料来源：金杨股份招股说明书，财信证券

1.2 目前方形电池是主流路线，圆柱市场份额较低

2022 年上半年方形电池占全球动力电池装车量 65.00%，圆柱占比 14.00%。2018-2019 年全球方形电池占比超过 50%，由于宁德时代、比亚迪等方形电池厂商全球市场份额的扩大，2022H1 方形电池占比已达到 65.00%。

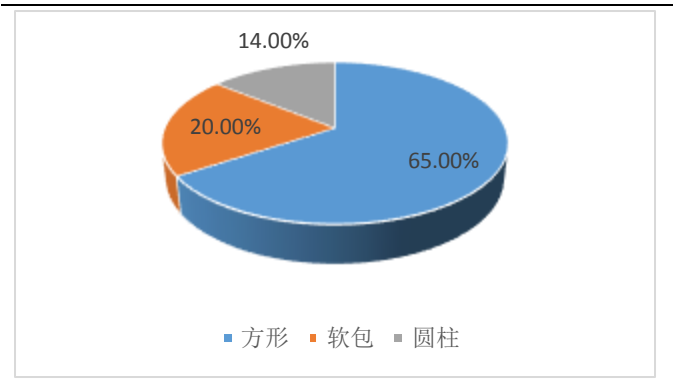
2022 年方形电池占国内动力电池装车量 93.20%，圆柱占比仅 4.50%。由于宁德时代、比亚迪等方形电池厂商在国内的统治性地位，2022 年方形电池在国内的份额达到了 93.20%，相对其他两种封装形式的电池拥有绝对的优势。

图 2：2022 国内电芯封装形式占比情况



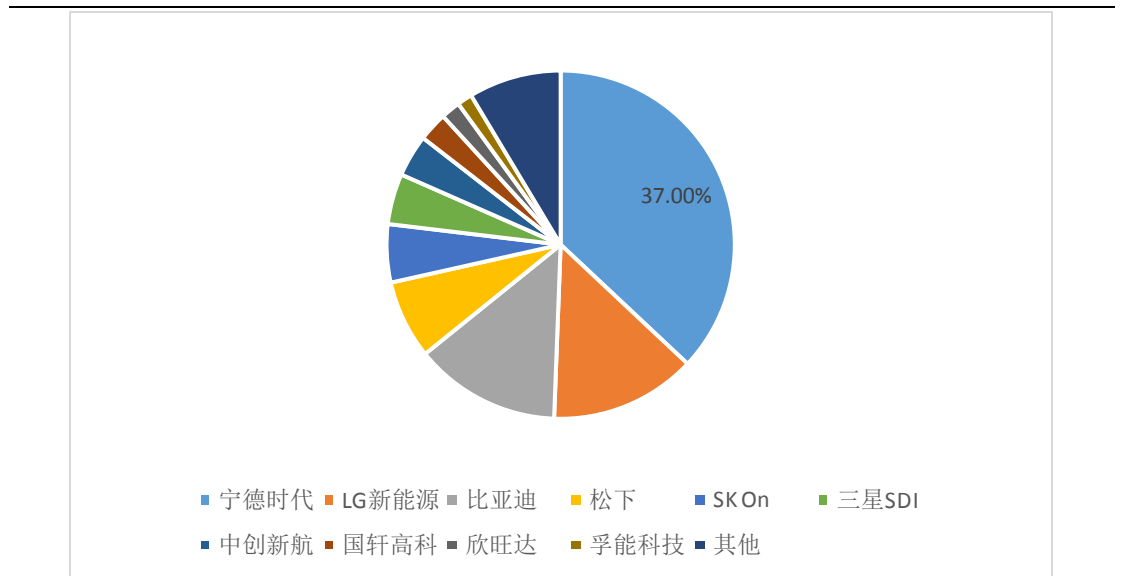
资料来源：乘联会，财信证券

图 3：2022H1 全球电芯封装形式占比情况



资料来源：财联社，财信证券

图 4：2022 年电池厂商全球动力电池装车市场份额情况



资料来源：同花顺 iFinD，SNE Research，财信证券

1.3 特斯拉推出 4680 电池，性能与经济同步提升

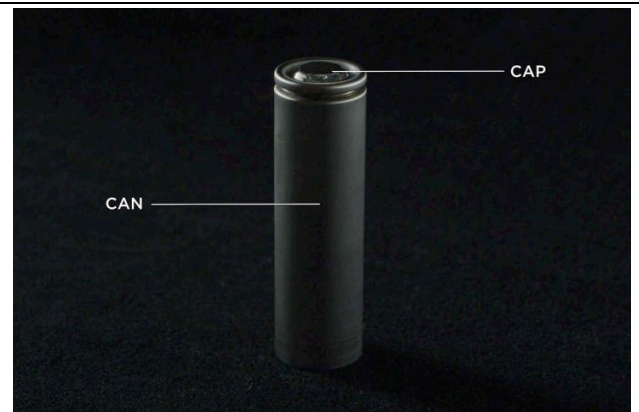
索尼发明圆柱电池并在早期将其应用于消费领域，特斯拉联合松下将其在动力电池领域普及。1991 年索尼公司发明全球首款商业化锂电池-18650 圆柱电池，推动锂电池开始商用，早期圆柱电池主要用于笔记本电脑等消费类电子产品。2008 年，特斯拉 Roadster 上市，搭载松下生产的近 7000 颗圆柱电池，开创圆柱电池在动力电池领域的应用先河。2017 年，特斯拉与松下联合推出 21700 圆柱电池并搭载于 Model 3 中，该电池采用 NCA+ 少量掺硅负极方案，单体容量较 18650 电池提升约 50%。2020 年 9 月，特斯拉在电池日上正式发布 4680 大圆柱电池，单体容量较 21700 电池提升 5 倍，并且成本实现进一步优化。

图 5：21700 电池与 18650 比较



资料来源：特斯拉电池日，财信证券

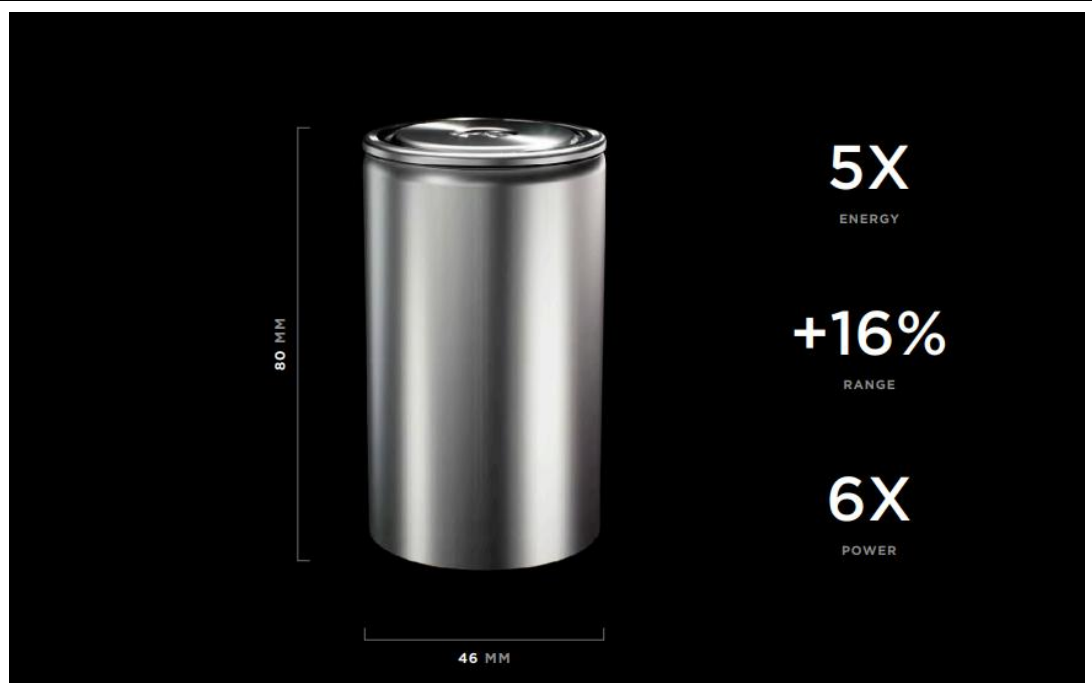
图 6：特斯拉圆柱电池



资料来源：特斯拉电池日，财信证券

圆柱电池向大直径发展，能量密度得到提升：特斯拉 21700 电池较 18650 电池实现了单体能量 50% 的提升；4680 电池较 21700 电池能量提升了 5 倍，功率提升了 6 倍，续航对应提升 16%。随着电池尺寸的增大，电池不贡献能量密度的结构件等重量或体积占比会减小，从而电池的能量密度可以得到提升。此外，单体电池尺寸和容量提升后，整体电池包的空间利用率和成组效率得到相应提升，从而带来电池包的能量密度提升以及成本的下降（4680 电池相比于 21700 电池单 KWh 成本降低 14%）。

图 7：特斯拉 4680 大圆柱电池性能提升情况

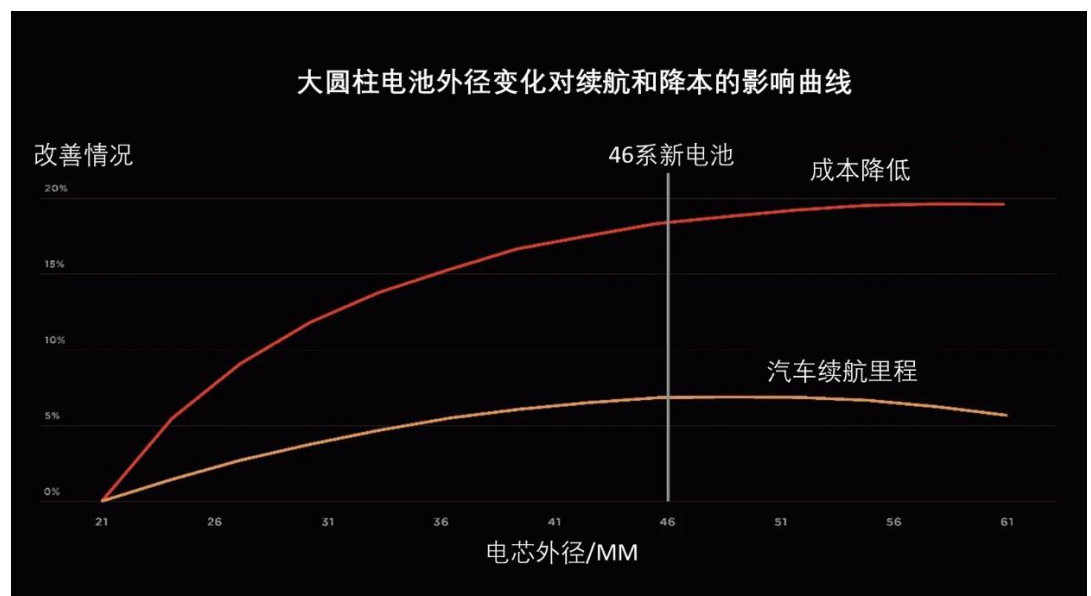


资料来源：特斯拉电池日，财信证券

46mm 外径是兼顾续航和经济性的设计方案：在动力领域，圆柱电池尺寸增大虽然能够提升能量密度、减少整车使用的电芯节数，降低电池管理系统的管理难度，然而也会带来性能和其他方面的问题。随着外径的增大，电池不贡献容量的部件占比会减少，生产效率会得到提升，因此成本会随之降低。当外径增加到 46mm 后，整车的续航开始下降，同时降本边际效益也逐步趋缓，因此综合考虑电池的整体性能和经济性两方面，46mm 外径是当前技术水平下的最优解。

大圆柱电池的高度尺寸则主要是与整车厂的底盘和电池包设计有关，目前主流的高度尺寸为 80/95mm。其中，80mm 高度设计以特斯拉为代表，而 95mm 高度设计以宝马为代表。

图 8：大圆柱电池外径变化对续航和降本的影响曲线



资料来源：特斯拉电池日，财信证券

1.4 各大车企和电池企业跟进大圆柱设计方案

特斯拉与宝马是大圆柱电池的推动者：特斯拉是大圆柱电池的最大推动者之一，其最先在 2020 年电池日上提出大圆柱电池的方案，并开始进行大圆柱电池的布局，2022 年开始部分 model y 车型已开始搭载 4680 电池。宝马亦是大圆柱电池的推动者，2022 年 9 月，宝马官方宣布自 2025 年开始在“NEUE KLASSE 新世代”车型中使用 46 系大圆柱电芯，并与宁德时代、亿纬锂能签订合约，两家电池公司将为其在中国和欧洲各自建立两座电池工厂，每座工厂年产能 20GWh。2022 年 10 月，宝马与远景动力达成合作，远景动力将从 2026 年起为宝马提供 46 系电池，并在美国南卡罗莱纳州新建 30GWh 工厂为其供货，2026 年投产。除此之外，大众、戴姆勒、小鹏、蔚来、江淮等车企也在积极跟进布局大圆柱电池。

表 2：车企布局大圆柱电池情况

企业	布局情况
特斯拉	2020 年，公司在电池日推出了 4680 电池，同年在弗里蒙特工厂建设了一条电池试验线。22Q2 在德州工厂开始向客户交付带有 4680 电池组的 Model Y。2023 年 6 月，公司德州工厂 4680 电池电芯累计产量超 1000 万颗，对应约 1.2 万辆 Model Y 需求。公司大圆柱中短期规划 100GWh，2030 年计划达到 3TWh 产能。
宝马	2022 年 9 月，宝马官方宣布自 2025 年开始在“NEUE KLASSE 新世代”车型中使用 46 系大圆柱电芯，并与宁德时代、亿纬锂能签订合约，两家电池公司将其在中国和欧洲各自建立两座电池工厂，每座工厂年产能 20GWh。2022 年 10 月，公司与远景动力达成合作，远景动力将从 2026 年起为宝马提供 46 系电池，并在美国南卡罗莱纳州新建 30GWh 工厂为其供货，2026 年投产。
蔚来	自研 4680 圆柱电池，计划量产，供给蔚来旗下车型及子品牌阿尔卑斯使用。
大众	大众考虑从 2025 年开始使用圆柱电池，Northvolt 或将成为大众的圆柱电池主要供应商之一。
通用	在未来的新电动车平台上将支持使用类似 4680 规格的大圆柱电池。
江淮	CBAK 能源科技宣布，已与江淮汽车签署了一项为期三年的联合产品开发战略协议，联合开发包括 4680 型号的圆柱形锂电池及电池组。目前江淮汽车正在进行基于 46 系列的全新平台规划。未来将开发 4680/46105 系列电芯，并实现整包 CTP。

资料来源：同花顺 iFinD，各公司公告，各公司官网，特斯拉电池日，财信证券

电池企业快速推进大圆柱电池的研发及工业化，特斯拉、松下、亿纬锂能、宁德时代进展较快：特斯拉在 2020 年 9 月的电池日推出了 4680 电池，截至 2023 年 6 月 17 日，特斯拉美国得克萨斯州超级工厂 4680 电池电芯累计产量已突破 1000 万颗。此外，松下也在美国进行了 4680 电池的布局，以满足特斯拉的需求。国内电池企业亿纬锂能、宁德时代均已拿到宝马的大圆柱电池定点，预计会在国内和海外同时建设大圆柱电池产能来供应宝马的新世代车型。

表 3：电池企业大圆柱电池规划情况

企业	量产时间	大圆柱规划
松下	2023 年	2021 年，松下首次展示其为特斯拉打造的新型 4680 电池。2022 年 2 月，松下宣布在日本和歌山工厂新建两条生产线，预计年产能 10GWh。2022 年 5 月，松下小量试产 4680 电池芯。2022 年 11 月，松下在美国堪萨斯州 30GWh 动力电池工厂正式动工，将为特斯拉生产 4680 圆柱电池。2023 年 5 月，松下宣布推迟其 4680 电池的商业化生产时间，由原定的 2023 年 4 月至 2024 年 3 月推迟至 2024 年 4 -9 月；同月公司宣布 2031 年前在美国新建两家或以上工厂提高 4680 电池产能。
LG 新能源	2023 年	2022 年 6 月，LG 新能源宣布，将在韩国梧仓工厂，新建约 9GWh 的 4680 电池生产线，计划量产时间为 2023 年下半年。
三星 SDI	2024 年	2022 年 7 月，三星 SDI 建设 4680 电池试产线，产能接近 1GWh，后续预计扩建至 8-12GWh。2023 年 3 月三星 SDI 与通用汽车签署协议，在美国新建电池合资工厂（约 30GWh），主要生产大圆柱电池。近日，公司预计最快 2023Q3 开始给特斯拉 Model Y 供应 4680 电池。

宁德时代	2024 年	宁德时代已规划 8 条产线 12GWh 的大圆柱电池产能，2022 年 9 月与宝马达成合作，将于中国和欧洲各建 20GWh 大圆柱电池产能，预计 2024 年开始量产并于 2025 年为宝马批量供应圆柱电池。
比克电池	2023 年	比克 46 系列大圆柱电池高度尺寸覆盖 80mm 至 120mm，计划 22 年下半年小批量量产，23 年规模量产，预计未来几年将产能扩充至 80GWh。
亿纬锂能	2024 年	2021 年公司与以色列 StoreDot 合作开发 4680 和 4695 电池。公司荆门年产 20GWh 大圆柱电池工厂已经建成，预计在 2023 年下半年开始量产。2022 年 9 月，公司收到宝马的大圆柱电池定点函。截止 2023 年 6 月，46 系列动力储能电池已取得的未来 5 年的客户意向性需求合计约 392GWh。
StoreDot	2024 年	2021 年 9 月宣布生产出第一款 4680 电池，计划 2024 年实现量产。

资料来源：同花顺 iFinD，各公司公告，各公司官网，财信证券

1.5 市场潜力大：预计 2026 年大圆柱电池需求超 381GWh

我们预计 2026 年全球大圆柱电池装机量有望达到 381GWh，若以 2026 年大圆柱电池均价为 0.5 元/Wh 来计算，则对应总体市场规模将达到 1905 亿元。

假设如下：（1）动力电池装车量在 2026 年达到 2061.2GWh，同时大圆柱电池在动力电池中的渗透率达到 18%；（2）户储电池装车量在 2026 年达到 172.3GWh，大圆柱电池渗透率达到 6%。

表 4：全球大圆柱电池需求量测算

	2021	2022	2023E	2024E	2025E	2026E
全球动力电池装车量 (GWh)	296.8	517.9	813.1	1219.7	1585.6	2061.2
大圆柱渗透率			2%	5%	10%	18%
动力大圆柱电池需求量 (GWh)			12.2	61.0	158.6	371.0
全球户储电池装机量 (GWh)	6.4	15.6	29.6	56.3	101.4	172.3
大圆柱渗透率			1%	2%	4%	6%
户储大圆柱电池需求量 (GWh)			0.3	1.1	4.1	10.3
全球大圆柱电池需求量 (GWh)			12.5	62.1	162.6	381.4

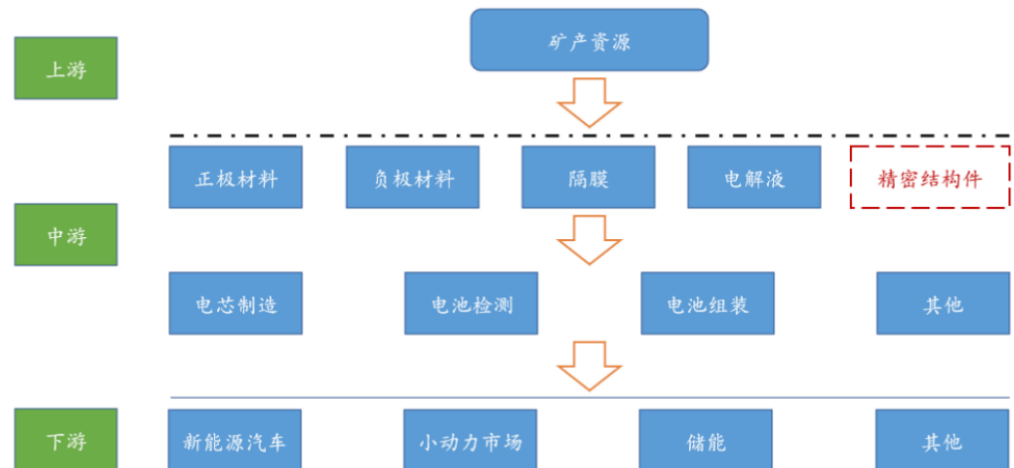
资料来源：SNE Research，同花顺 iFinD，EVTank，财信证券

2 大圆柱电池产业链变化：结构设计变化较大，预镀镍为新增量

2.1 结构件：大圆柱提高技术壁垒，预镀镍成为新的增量

电池精密结构件是电池封装的重要材料，主要用于电池传输能量、承载电解液、保护安全性、固定支承电池等作用，并根据应用环境的不同，具备可连接性、抗震性、散热性、防腐蚀性、防干扰性、抗静电性等特定功能。电池精密结构件不仅影响电池的密封性、能量密度和一致性等工艺指标，更是与电池安全性息息相关。随着大圆柱电池的发展，电池精密结构件对电池安全性的保障显得愈发重要。

图 9：结构件在锂电池产业链的位置



资料来源：中瑞电子招股说明书，财信证券

大圆柱电池精密结构件产品主要由封装壳体、盖帽、集流盘等构成：相比 21700 圆柱电池的单个极耳设计，大圆柱电池采用了全极耳结构，为了将全极耳的电流汇聚到正负极端子，4680 中新增了集流盘设计（类似于方形电池的转接片设计），使电流传导面积进一步增大，并起到连通极耳与正负极端子的作用。此外，主要的结构件还包括封装壳体和盖帽。

图 10：大圆柱电池结构件示意图

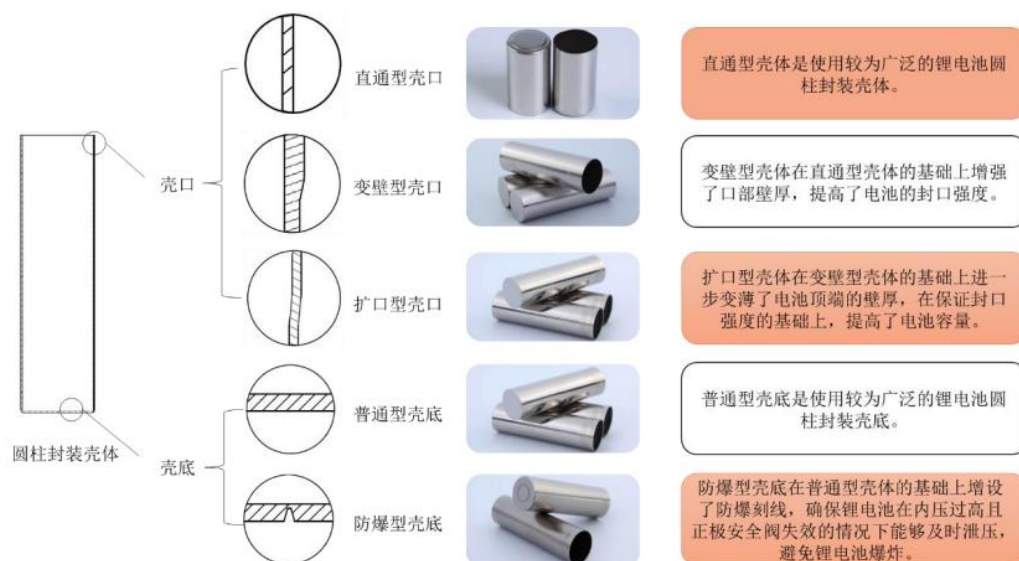


资料来源：比克电池官方，财信证券

封装壳体：封装壳体作为电芯内活性物质与外界全生命周期的屏障，是包含锂电池

在内的各类电池的重要组成部分。通常大圆柱壳体分为直通型壳体、变壁型壳体、扩口型壳体、普通型壳体、防爆型壳体。

图 11：圆柱壳体类型

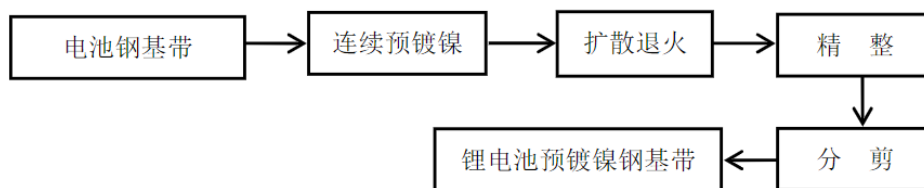


资料来源：金杨股份招股说明书，财信证券

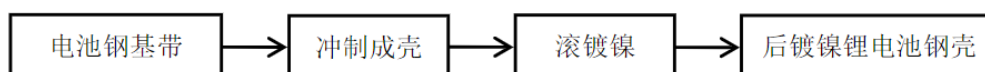
不同于方形电池的铝壳，大圆柱电池采用镀镍钢壳作为封装材料：由于对耐压强度的要求，大圆柱通常采用钢壳作为封装壳体，而锂电池钢壳的原材料主要是钢带，其生产流程包括清洗、连轧、退火、分剪、镀镍和冲制等流程。其中镀镍环节分为预镀镍和后镀镍两种工艺，是为了防止电池正极活性材料对钢壳氧化，增强耐腐蚀性的一种方式。预镀镍工艺是一种在电池壳冲压之前对基础钢材进行镀镍，再通过高温回火处理从而让钢层和镍层之间相互扩散渗透形成镍铁合金层的技术工艺。其与后镀镍的生产流程如下：

图 12：镀镍流程

①预镀镍钢基带生产流程



②后镀镍钢壳生产流程



资料来源：东方电热招股说明书，财信证券

预镀镍是主流镀镍工艺，目前被日本厂商垄断：相较于后镀镍工艺，预镀镍工艺对高速连续预镀镍的生产设备、电镀液配方、扩散退火温度参数以及钢带平整技术等方面

均对生产厂家有着更为严苛要求。同时，凭借着产品优异的焊接、力学性能、耐腐蚀性能以及良好镀层的均匀性等优势，预镀镍工艺广泛应运于新能源汽车、高端电动工具等领域。目前，国内外主流锂电池生产厂商均已由后镀镍转化为预镀镍，预镀镍工艺成为行业主流趋势。锂电池预镀镍钢基带因具有较高的技术壁垒，尚未实现大规模国产化，主要被新日铁、东洋钢板等日本厂商所垄断。

预计 2026 年预镀镍材料需求超 53 万吨，市场空间 98 亿元：预计 2025 年全球大圆柱电池的需求量为 381.4GWh，对应的实际预镀镍需求约为 38 万吨。加上消费类和碱性电池需求差不多在 15 万吨，总需求约在 53 万吨左右。若以 1.85 万元/吨的单价进行计算，则 2026 年市场空间超 98 亿元。

表 5：全球预镀镍需求测算

	2023E	2024E	2025E	2026E
全球大圆柱电池需求量 (GWh)	12.5	62.1	162.6	381.4
单 GWh 大圆柱电池对预镀镍的需求量 (吨/GWh)	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
大圆柱对预镀镍的需求量 (万吨)	1.25	6.21	16.26	38.14
消费类和碱性电池对预镀镍的需求量 (万吨)	15.00	15.00	15.00	15.00
预镀镍材料单价 (万元/吨)	2.00	1.95	1.85	1.85
预镀镍材料市场空间 (亿元)	32.50	41.36	57.83	98.30

资料来源：同花顺 iFinD，东方电热公司公告，财信证券

2.2 正极材料：高镍与高压体系是未来趋势

大圆柱电池需要提升单体电芯能量密度：大圆柱电池相较目前主流的方形电池成组效率较低，需搭载更高能量密度的材料来提升单体电芯的能量密度，从而保障其成组后保持可观的能量密度。根据能量密度 $W=qU$ （容量×电压）的计算公式，容量与电压两者共同决定了材料的能量密度。在动力电池应用领域，NCM 三元材料因其容量大且能量提升仍有较大潜力而有望在大圆柱电池里面受到广泛应用。

提升正极材料能量密度的主要技术路径为高电压化和高镍化：动力电池的性能主要取决于能量密度这一核心指标，而正极材料的能量密度高低将直接影响动力电池的综合表现。容量与电压两者共同决定了材料的能量密度。为实现能量密度的提升，行业内主要通过提升材料的充电电压（高电压化）与提升镍含量（高镍化）来提高下游动力电池能量密度。其中，高电压化路线通过提升电池充电截止电压使得正极材料在更高电压下脱出更多的锂离子，从而同时提升容量与工作电压，进而达到提升能量密度的目的。如下表中所示，将 Ni6 系 NCM 三元材料典型产品 (Ni65) 的充电电压由 4.25V 提升至 4.40V 可实现能量密度约 10% 的提升，综合性能与充电电压 4.20V 的 Ni8 系典型产品基本持平；高镍化路线则通过提升 NCM 三元材料中镍元素的比例，可以使材料在较低的电压下（充电截止电压小于 4.3V）脱出更多的锂离子，从而达到提升材料容量的目的，如 Ni8 系、Ni9 系三元材料。高电压化与高镍化两大技术路线在最终目标方面具备一致性，即持续提

升现有材料容量，缩小实际容量与理论容量之间的差异。

表 6：中镍三元和高镍三元材料对比

项目	Ni5 系		Ni6 系		Ni7 系	Ni8 系	Ni9 系
	常规电压	高电压	常规电压	高电压			
典型产品比例（Ni/Co/Mn）	55/15/30		65/7/28		72/5/23	83/11/6	92/5/3
理论克比容量（mAh/g）	276.4		277.4		272.0	275.1	274.8
当前实际克比容量（mAh/g）	170	180	180	195	200	202	214
当前适用电压（V）	4.25	4.35	4.25	4.40	4.35	4.20	4.20
当前应用能量密度（Wh/kg）	630.70	680.40	669.60	735.15	750.00	739.32	783.24
下一代产品的预计充电电压（V）	-		4.45		4.45	4.25	4.25
潜在应用能量密度（Wh/kg）	-		767.60		809.80	769.60	810.30

资料来源：同花顺 iFinD，厦钨新能定增问询函回复，财信证券

2.3 负极材料：更适配掺硅负极，碳纳米管搭配使用

硅基负极是负极材料发展方向：目前，石墨负极材料的比容量性能逐渐趋于理论值。为进一步提升动力电池的能量密度，新型负极材料正在积极研发中，其中，硅基材料由于具有极高的能量密度（理论比容量为 4200mAh/g，是石墨负极材料的 10 倍）、较低的脱锂电位以及相对出色的安全性能，有望成为下一代负极材料研发的主流方向。在对能量密度要求逐步提升的行业背景下，硅基负极材料逐步成为产业关注焦点。已有包括贝特瑞在内的企业实现了硅基负极材料的量产。在行业下游，以特斯拉为代表的汽车厂商已开始采用硅基负极的动力电池。随着高镍三元材料 NCM811、NCA 及其他配套材料的技术逐渐成熟，硅基负极搭配高镍三元材料的体系成为未来高端锂电池发展趋势，硅基负极材料产业化进程正在加快。近年来，随着下游动力电池行业对高能量密度负极材料需求的增长，硅基负极材料出货量快速增长。

表 7：石墨负极材料和硅基负极材料对比

类型	天然石墨负极材料	人造石墨负极材料	硅基负极材料
理论容量	340-370mAh/g	310-360mAh/g	400-4000mAh/g
首次效率	>93%	>93%	>77%
循环寿命	一般	较好	较差
安全性	较好	较好	一般
倍率性	一般	一般	较好

成本	较低	较低	较高
优点	能量密度高、加工性能好	膨胀低，循环性能好	能量密度高
缺点	电解液相容性较差，膨胀较大	能量密度低，加工性能差	膨胀大、首次效率低、循环性能差

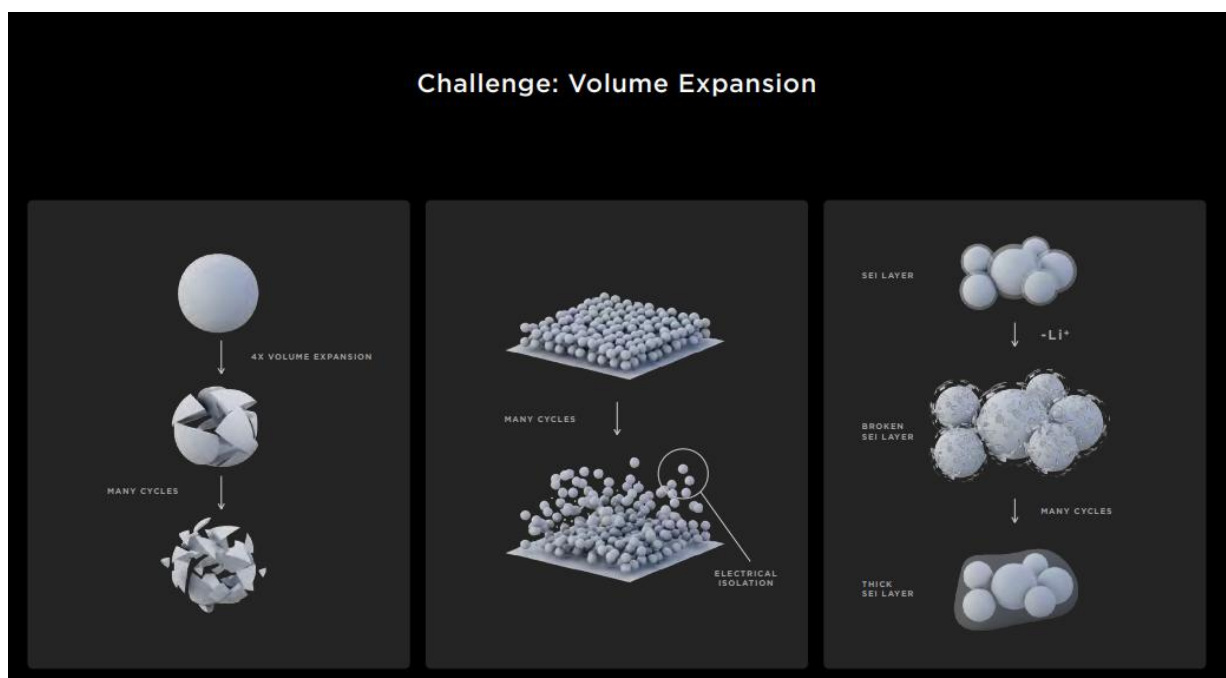
资料来源：同花顺 iFinD，贝特瑞招股说明书，财信证券

膨胀大、首效低、导电性差是硅基负极的主要问题：硅材料在充放电时膨胀严重，体积变化达到 300%。这种不断收缩膨胀会造成硅基负极材料产生裂纹直至粉化，破坏电极材料与集流体的接触性，使得活性材料从极片上脱离，引起电池容量的快速衰减；此外，硅负极首效较低，硅负极体积变化会导致硅负极表面的固体电解质（SEI）膜随着硅体积的变化而发生破裂，新暴露在表面的硅在充放电过程中会持续生成新的 SEI 膜，继而不断地消耗来自正极的活性锂和电解液；同时，硅的导电性能相较碳材料来说更差，在高倍率下不利于电池容量的有效发挥。

大圆柱电池更适配硅基负极：硅基负极材料在能量密度方面有明显优势，但是硅基负极材料的膨胀较大，在电池多次充放电过程中极片容易受到损坏从而导致循环寿命下降。方形卷绕电池极片有较为脆弱的拐角处，在极片发生膨胀时拐角处更容易受到损伤，而大圆柱电池的极片为受力均匀的圆柱形，在极片发生膨胀时不易受到损伤。

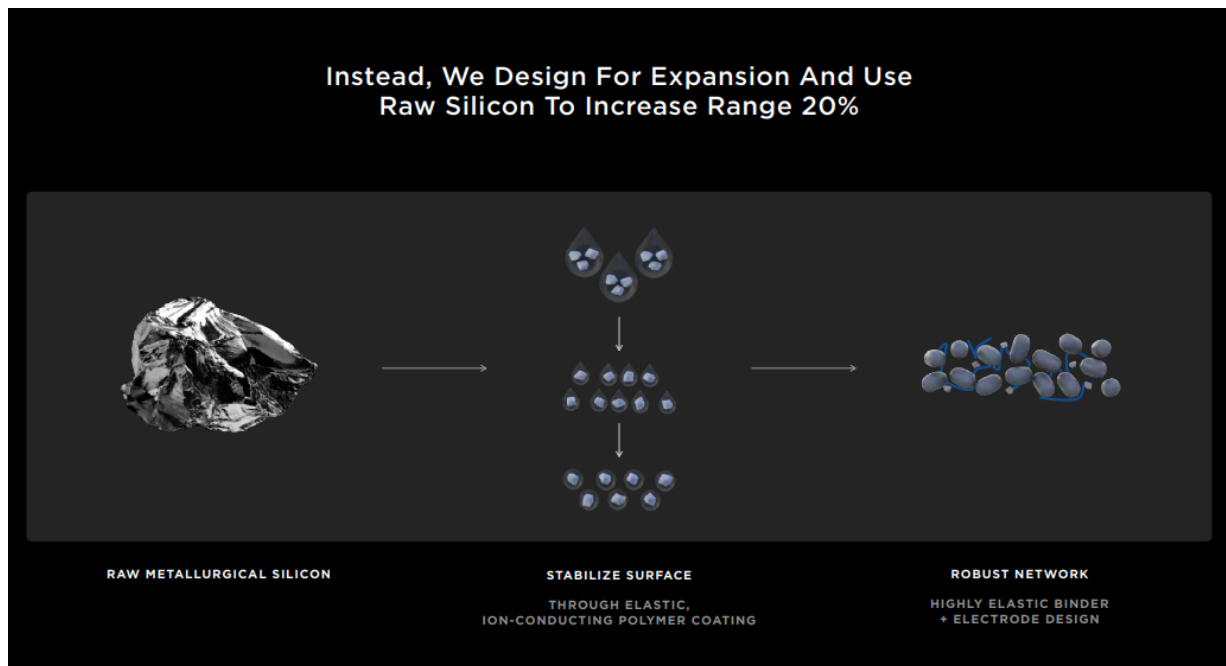
特斯拉自产 4680 电池采用硅负极：在 2020 年 9 月 22 日的电池日上，特斯拉表示计划采用冶金硅作为原材料，通过离子导电高分子进行涂覆、以及特殊胶粘剂（Binder）混合的形式，通过包覆方法以及改进粘结剂的方式来提升性能。

图 13：特斯拉对于硅负极体积膨胀的描述



资料来源：特斯拉电池日，财信证券

图 14：特斯拉硅负极方案

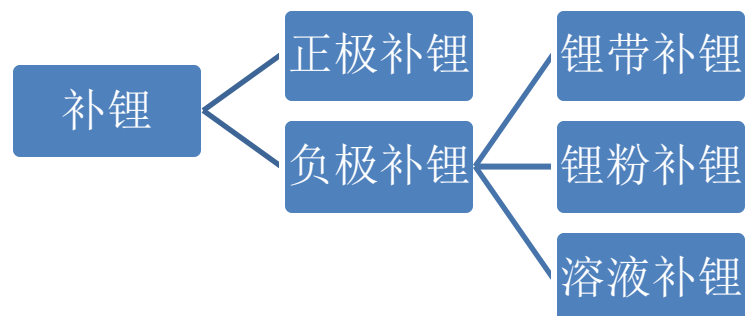


资料来源：特斯拉电池日，财信证券

碳纳米管搭配硅负极使用可提升导电性和抑制膨胀：硅基负极自身存在体积膨胀大、导电率较差的问题限制着其商业化应用。单壁碳纳米管可凭借优越性能针对性解决以上两个问题：1) 由于碳纳米管本身具有的一维线状结构，其能够在硅颗粒表面及硅颗粒之间建立点线接触式的高度导电、紧密的连接，在硅负极颗粒体积膨胀并开始出现裂缝时可通过碳纳米管保持良好连接，减少材料破裂，维持负极的稳定；2) 单壁碳纳米管的螺旋管状结构使其具备更好的导电性和更高的载流量。

补锂剂可解决首效低的问题：“预锂化”（也称为“预嵌锂”、“补锂”）描述的是在锂离子电池工作之前向电池内部增加锂来补充锂离子。通过预锂化对电极材料进行补锂，抵消形成 SEI 膜造成的不可逆锂损耗，可以提高电池的总容量和能量密度，通常补锂技术包括负极补锂和正极补锂。

图 15：补锂技术分类



资料来源：同花顺 iFinD，财信证券

2.4 电池结构和工艺设计：全极耳设计，工艺难度加大

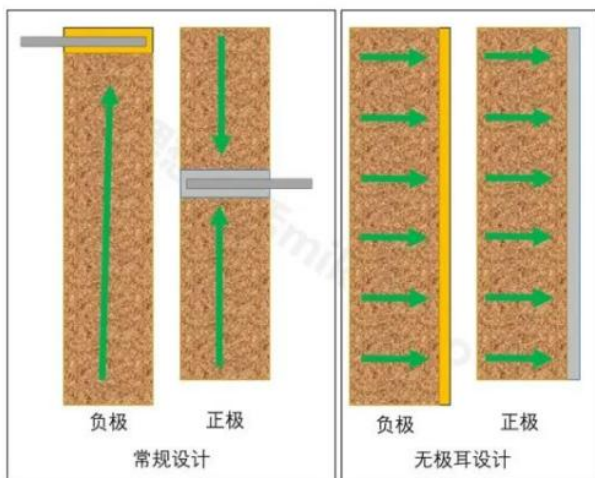
大圆柱通常采用全极耳设计来降低内阻和降低产热：随着电池容量的增大，电池极片长度也会相应增加(21700 电池正极片长度约 865mm, 而 4680 正极片长度达 4320mm)，充放电时电流在集流体上的传输路径更长，从而会产生较大的集流体电子传输内阻，降低电池的倍率性能和功率密度。因此，为了降低内阻、提升倍率性能、降低产热，大圆柱电池通常会采用全极耳设计（也称“无极耳设计”）来减少电子的传输路径。

图 16：21700 和 4680 设计方案对比

		电池设计模型 21700	电池设计模型 46800
正极宽	mm	63.00	73.00
正极总长	mm	864.78	4319.68
正极涂布长度	mm	858.78	4296.68
正极涂布重量	g	26.19	151.81
正极活性物质重量	g	24.88	144.22
正极极片重量	g	28.42	164.72
负极宽	mm	65.00	75.00
负极总长	mm	963.05	4506.44
负极涂布长度	mm	964.78	4319.68
负极涂布重量	g	15.21	86.02
负极活性物质重量	g	14.45	81.72
负极极片重量	g	19.44	108.90
隔膜涂布重量	g	6.13	34.67
电池直径	mm	21.00	46.00
电池高度	mm	70.00	80.00
电池重量	g	68.64	354.16
电池体积	cc	24.25	132.95
电池容量 ave. 0.2C	Ah	4.78	27.69
电池能量	Wh	17.43	101.07
电池能量重量密度	Wh/kg	253.98	285.38
电池能量体积密度	Wh/L	719.05	760.19
负极极耳 1C 电流密度	A/mm ²	13.85	13.85
正极极耳 1C 电流密度	A/mm ²	8.27	8.27
负极极耳宽度	mm	3.02	17.48
正极极耳宽度	mm	3.52	20.39

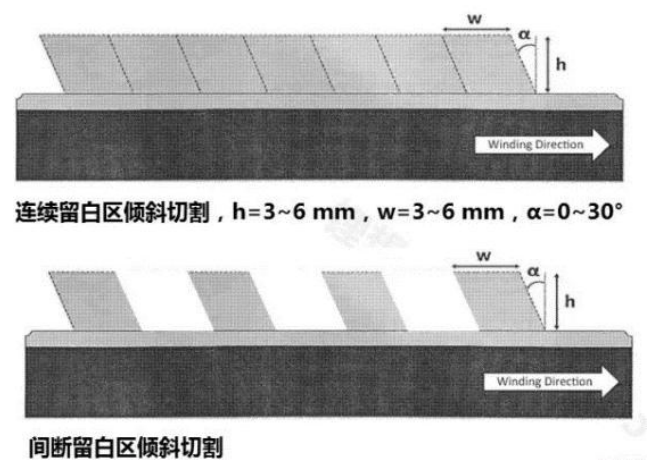
资料来源：理想生活，财信证券

图 18：常规设计和全极耳设计电子传输路径对比



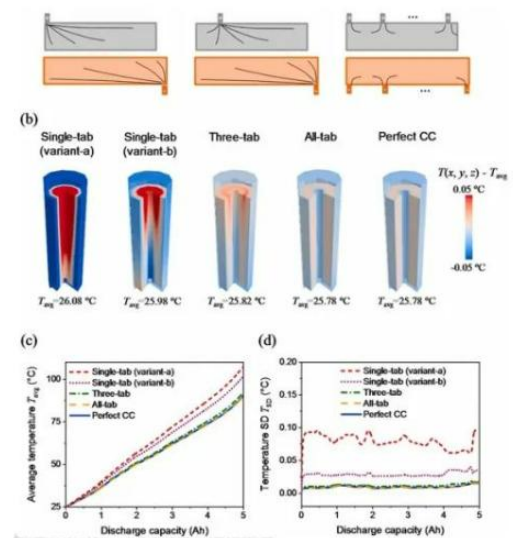
资料来源：理想生活，财信证券

图 17：4680 全极耳极片设计



资料来源：理想生活，财信证券

图 19：圆柱电池极耳设计和热分布对比



资料来源：理想生活，财信证券

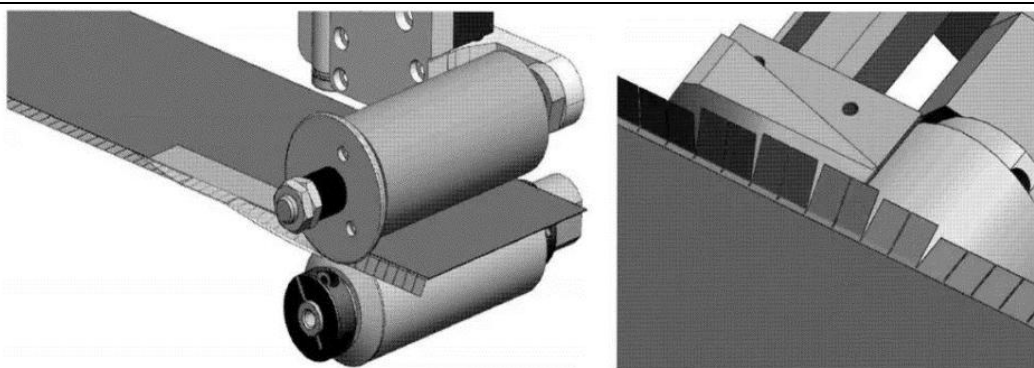
图 20：特斯拉 4680 电池



资料来源：理想生活，财信证券

集流体边沿折弯工艺较方形电池变化较大：由于结构上的差异，大圆柱电池在卷绕工艺过程中需要先对留白区进行预弯折，然后卷绕成裸电芯，最后再将裸电芯边缘进一步折弯到位。

图 21：集流体边沿折弯工艺：预折弯再卷绕



资料来源：理想生活，财信证券

3 投资建议

特斯拉率先量产大圆柱电池，宝马、宁德时代、亿纬锂能等车企和电池企业纷纷推动大圆柱电池研发和工业化，我们预计 2024 年开始大圆柱电池会开始迎来爆发元年。推荐 4680 布局领先的电池龙头企业：【宁德时代】、【亿纬锂能】；推荐受益大圆柱电池爆发需求提升的预镀镍供应商：【东方电热】、【甬金股份】；推荐其他主辅材供应商：【德方纳米】（补锂剂）、【科达利】（结构件）、【天奈科技】（碳纳米管）、【新坐标】（端子）。

4 风险提示

- (1) 大圆柱电池研发及工业化进展不及预期；
- (2) 技术路线发生重大变化；
- (3) 供应链降本不及预期；
- (4) 新能源汽车销量不及预期。

投资评级系统说明

以报告发布日后的 6—12 个月内，所评股票/行业涨跌幅相对于同期市场指数的涨跌幅度为基准。

类别	投资评级	评级说明
股票投资评级	买入	投资收益率超越沪深 300 指数 15%以上
	增持	投资收益率相对沪深 300 指数变动幅度为 5%—15%
	持有	投资收益率相对沪深 300 指数变动幅度为-10%—5%
	卖出	投资收益率落后沪深 300 指数 10%以上
行业投资评级	领先大市	行业指数涨跌幅超越沪深 300 指数 5%以上
	同步大市	行业指数涨跌幅相对沪深 300 指数变动幅度为-5%—5%
	落后大市	行业指数涨跌幅落后沪深 300 指数 5%以上

免责声明

本公司具有中国证监会核准的证券投资咨询业务资格，作者具有中国证券业协会注册分析师执业资格或相当的专业胜任能力。

财信证券股份有限公司客户及员工使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司当然客户。本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发送，概不构成任何广告。

本报告信息来源于公开资料，本公司对该信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。本公司对已发报告无更新义务，若报告中所含信息发生变化，本公司可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本报告中所指投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司及本公司员工或者关联机构不承诺投资者一定获利，不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。投资者务必注意，其据此作出的任何投资决策与本公司及本公司员工或者关联机构无关。

市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告作为投资决策的惟一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。在决定投资前，如有需要，投资者务必向专业人士咨询并谨慎决策。

本报告版权仅为本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人（包括本公司客户及员工）不得以任何形式复制、发表、引用或传播。

本报告由财信证券研究发展中心对许可范围内人员统一发送，任何人不得在公众媒体或其它渠道对外公开发布。任何机构和个人（包括本公司内部客户及员工）对外散发本报告的，则该机构和个人独自为此发送行为负责，本公司保留对该机构和个人追究相应法律责任的权利。

财信证券研究发展中心

网址：stock.hnchasing.com

地址：湖南省长沙市芙蓉中路二段 80 号顺天国际财富中心 28 层

邮编：410005

电话：0731-84403360

传真：0731-84403438