

证券研究报告

2023年1月10日

行业报告 | 行业投资策略

电气设备

锂电新技术：大圆柱虽迟但到，产业链或乘风起

作者：

分析师 孙潇雅 SAC执业证书编号：S1110520080009



天风证券

[综合金融服务专家]

行业评级：强于大市（维持评级）

上次评级：强于大市

请务必阅读正文之后的信息披露和免责声明

摘要

大圆柱产业趋势明确：特斯拉率先提出，宝马跟进，电池厂宁德、亿纬、LG、松下等全面响应

从当前时间点看，动力电池形状技术路线方形是主流。18-19年全球方形电池占比达57%，20年略有下降，21、22年未有全球数据，我们根据头部电池厂市占率预计方形占比超60%（宁德+比亚迪+三星+中航等）。从性能看，方形成组效率最高，软包单体能量密度最高，圆柱生产效率 and 一致性最高。往未来看，我们认为大圆柱是大势所趋：

- ✓ **提出：特斯拉在20年电池日首次提出4680电池，并规划自产电池。**特斯拉2008年开始采用18650电池，后升级为2170，到2020年发布了4680电池。4680与2170电池相比，单体带电量提升5倍，减少结构件等非活性物质占用体积，整体续航里程提升16%，无极耳（全极耳）设计大幅提升了电池功率，带来更快充电速度。
- ✓ **跟进：车企和电池厂全面布局、响应。**车企方面宝马、保时捷、江淮、东风岚图等多家主流车企积极布局，电池厂方面宁德时代、亿纬锂能、LG新能源、松下电池、三星SDI、远景动力、比克电池、国轩高科、蜂巢能源等多家头部企业积极响应。

大圆柱火热的背后是高安全性和高经济性驱动，我们预计23/25年全球大圆柱电池出货33/280GWh，在动力电池渗透率4.0%/19%。

- ✓ **高安全性：**圆柱的形状热扩散性能较好，因此可以搭配高镍、硅负极等高性能材料。
- ✓ **高经济性：**生产效率可以做到非常高，制造成本会大幅下降。亿纬锂能董事长表示大圆柱电池（46系列圆柱电池）制造效率可提升30%，宝马基于当前市场环境的预判，第六代电池相较于第五代产品，成本可降低多达50%。

大圆柱产业链变化：大圆柱电池有望带动锂电主材体系升级，圆柱辅材国产替代加速

主材升级包括正极高镍化，负极硅基化，碳管三代化+单壁化，结构件等强度要求提升。

- ✓ **高镍化：**大圆柱的优势是不易热失控，高镍三元优势是能量密度高，劣势是成本高+热稳定性差，大圆柱搭配高镍三元是优劣势互补，故大圆柱的应用加速会促进正极高镍化。
- ✓ **硅基化：**圆柱天生更适合用硅负极，其各向同性的特点使得圆柱电池更耐膨胀（硅负极最大问题是膨胀），此外特斯拉4680电池明确表示使用硅，我们预计25年全球硅基负极市场空间有望达300亿，21-25年复合增速136%。

摘要

- ✓ **电解液LiFSi使用加速**：大圆柱电池体系一般匹配高电压、高镍材料，而高倍率电池对电池材料有较高要求。LiFSi具有较好的热稳定性、电化学稳定性、更高电导率，能更好的配合高电压、高镍、高倍率电池。
- ✓ **碳管三代化+单壁化**：在大圆柱体系中，正极高镍化将加速三代碳管的应用，负极硅基化将加速单壁碳管的应用。
- ✓ **结构件强度升级**：相较于2170 圆柱电池，大圆柱4680电池的容量及输出功率更高，对安全以及电流输出装置要求更为严格，需要的零件也更多，其产品结构更为复杂，对制造工艺要求也更高，对生产设备的要求也不一样，我们预计单GWh价值量有望提升（宁德方形在3000万元出头）。

辅材0-1国产替代包括预镀镍、芳纶涂覆。

- ✓ **预镀镍**：预镀镍应用于圆柱电池，此前多为日韩企业垄断，我们认为随着大圆柱产业趋势加速，有望实现国产替代。预镀镍建议关注国产替代供应商东方电热，其在技术、客户进展端领先。
- ✓ **芳纶涂覆**：芳纶涂覆与传统陶瓷涂覆相比优势在于高安全性、强快充和循环性能，劣势在于成本高，此前多为海外企业垄断，目前泰和新材正致力于国产替代，我们认为能率先突破的应用场景为3C和圆柱，我们认为随着在大圆柱产业趋势下，国产替代有望加速。

投资建议

- 1、**电池**：首推【宁德时代】、【亿纬锂能】。
- 2、**材料主产业链**：重点推荐高镍化产业趋势下的【中伟股份】、【当升科技】（化工组联合覆盖），硅负极进展领先的【贝特瑞】，LiFSi领先的【天赐材料】，三代碳管占比提升+单壁碳管放量的【天奈科技】，大圆柱结构件客户、量产领先的【科达利】。
- 3、**国产替代**：建议关注预镀镍【东方电热】、芳纶涂覆【泰和新材】。

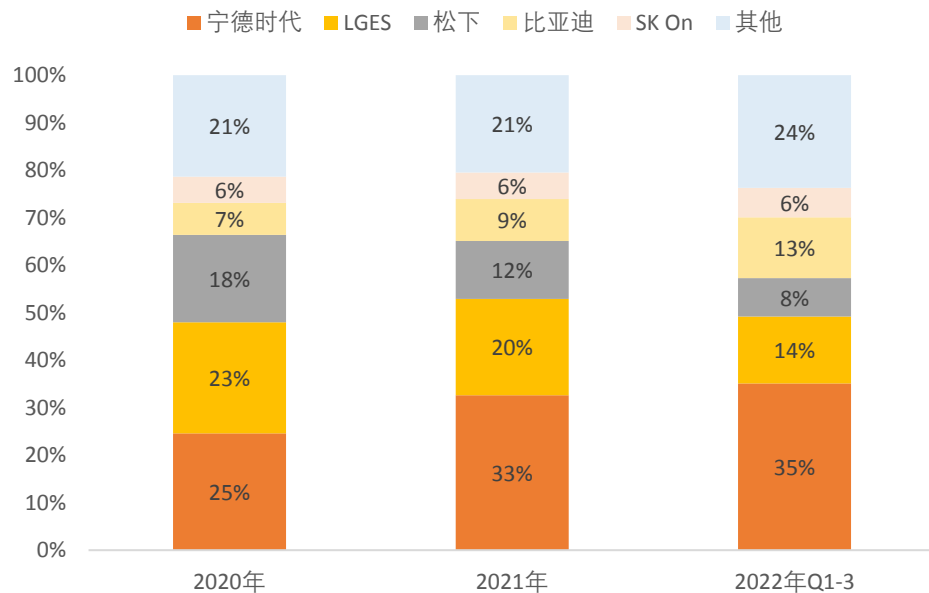
风险提示：电动车销量不及预期、大圆柱进展不及预期、测算存在主观性

1 大圆柱产业趋势明确

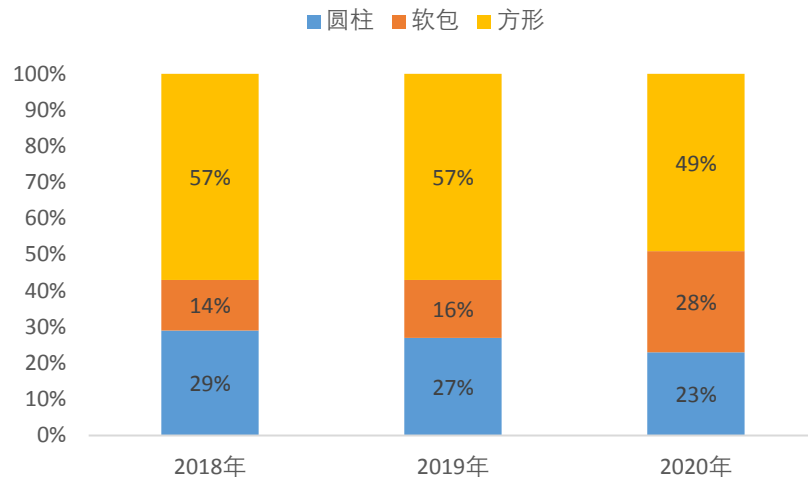
目前方形电池是全球动力主流，我们预计占比超60%

方形是动力电池的主流，主要系国内以宁德为首的均选择的是方形路线。18-19年全球方形电池占比达57%，20年略有下降，21、22年未有全球数据，我们根据头部电池厂市占率预计方形占比超60%（宁德+比亚迪+三星+中航等）。

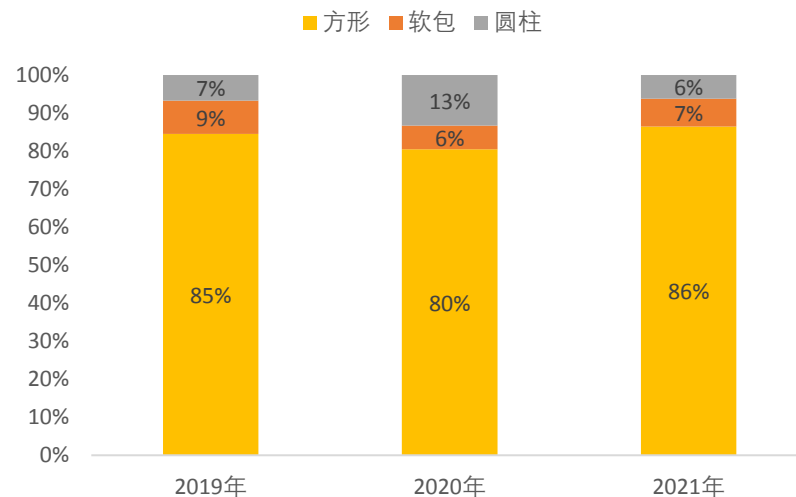
图：全球主要电池厂市占率



图：全球动力电池形状占比（%）



图：国内动力电池形状占比（%）



方形成组效率最高，软包单体能量密度最高，圆柱生产效率和一致性最高

□方形成组效率最高。根据2020年1月数据，行业内圆柱电芯的模组成组效率约为87%，系统成组效率约为65%；软包电芯模组成组效率约为85%，系统成组效率约为60%；方形电芯的模组成组效率约为89%，系统成组效率约为70%。

□软包单体能量密度最高。软包电池单体能量密度在常见三种锂电池封装形式中，最容易做高。

□圆柱生产效率和标准化程度最高。圆柱电芯由于其自身结构特点，也由于其型号的标准化，圆柱电芯生产的自动化水平，在3种主要电芯形式中为最高。这就使得高度一致性成为可能，成品率相应得到提高。

表：三种形状动力电池的主要技术指标对比

| 项目 | 软包电池 | 方形电池 | 圆柱电池 |
|-------|------------------------|----------------|----------------------|
| 壳体 | 铝塑膜 | 钢壳或铝壳 | 钢壳或铝壳 |
| 制造工艺 | 方形叠片 | 方形卷绕 | 圆柱卷绕 |
| 能量密度 | 高 | 中 | 中 |
| 成组效率 | 中 | 高 | 中 |
| 安全性 | 好 | 差 | 中 |
| 生产效率 | 低 | 中 | 高 |
| 标准化程度 | 低 | 低 | 高 |
| 一致性 | 低 | 低 | 高 |
| 充放电倍率 | 高 | 中 | 低 |
| 代表车型 | 日产Leaf | 宝马i3 | 特斯拉Model 3 |
| 优势 | 能量密度高、安全性能好、重量轻、外形设计灵活 | 对电芯保护作用强、成组效率高 | 生产工艺成熟、电池包成本低、一致性高 |
| 劣势 | 成本高、一致性差、制造工艺要求高 | 整体重量重、一致性差、型号多 | 整体重量重、成组效率低、能量密度相对较低 |

特斯拉在20年电池日首次提出4680电池，并规划自产电池

□从2008年开始，特斯拉一直将18650圆柱电池作为主流产品，然而在规格提升至21700之后，产品持续5年时间很难进行迭代，直到2020年，特斯拉发布了4680全极耳电池之后，产品从规格、性能、成本、安全、使用寿命等方面实现了全新的突破。

□2020年，特斯拉在电池日上推出4680电池。4680大圆柱路线与2170电池相比，单体带电量提升5倍，减少结构件等非活性物质占用体积，整体续航里程提升16%，无极耳（全极耳）设计大幅提升了电池功率，带来更快充电速度。

图：特斯拉4680大圆柱电池构想



图：三种形状动力电池的主要技术指标对比

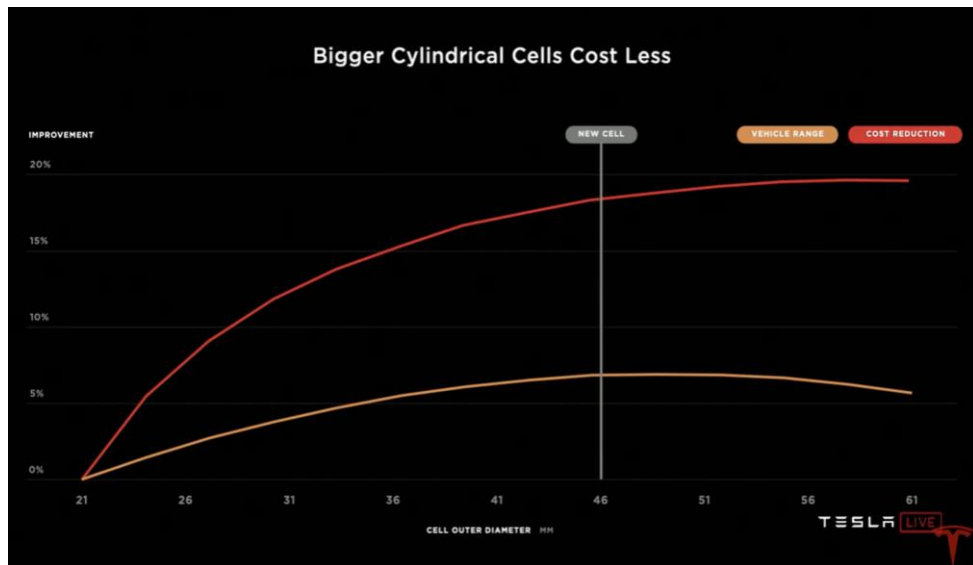


为什么是4680？ 特斯拉提出直径46mm是续航提升和降本的最优解

□ 特斯拉认为 46 mm 以后整车的续航开始下降，同时降本的边际效益变得非常低，因此 46 mm 是圆柱电池高度最优解。从材料方面看，直径46mm较2170每Wh所需电池壳数量及面积减少，因为电池直径增加降低了比表面积；从生产工艺看，pack空间利用率提升、生产组装时间减少、对BMS的要求更低，因为电池单体数量减少，18650需要7000+个电芯，2170圆柱需要4400+个电芯，而新型电池4680仅需950个电芯。

□ 对于电芯高度，目前业界还没有定论，主要因各家底盘设计而异。比如宝马采用的是 4695 方案。

图：圆柱电池尺寸对续航里程（黄线）和成本（红线）的影响



特斯拉提出大圆柱后，车企、电池厂加速跟进

□车企方面，特斯拉提出，宝马跟进，保时捷、江淮、东风岚图等多家主流车企也在布局。除特斯拉是大圆柱的忠实拥趸，在其“电池日”上首次公开亮相了46系列大圆柱电池，随后其在美国和德国工厂开始布局大圆柱电池外，宝马同样是圆柱电池的积极推进者，22年9月，宝马集团发布消息称，将从2025年起率先在“新世代”车型中使用圆柱电芯，据宝马集团介绍，全新圆柱电芯（宝马称第六代电池）具有46mm的标准直径，和95mm和120mm两种不同的高度。此外，包括保时捷、江淮、东风岚图等多家主流车企也在跟进大圆柱电池。

□电池厂方面，国内外主流企业均在布局。已经有宁德时代、亿纬锂能、LG新能源、松下电池、三星SDI、远景动力、比克电池、国轩高科、蜂巢能源等多家头部企业，另外，根据比亚迪此前公布的专利信息，电池中国推测其貌似也已经在研发“大圆柱”电

池。
表：电池厂大圆柱布局

| 公司 | 布局 |
|------|---|
| 宁德时代 | 没有公布产能消息，但是根据其于宝马集团的订单，预计将在国内和欧洲分别建设年产能在20GWh的大圆柱电池项目。 |
| 亿纬锂能 | 已于21年在湖北荆门启动20GWh大圆柱电池项目建设，同时22年3月宣布将在匈牙利建设大圆柱电池生产基地。且拿下宝马国内和欧洲分别建设年产能在20GWh的大圆柱电池项目。 |
| 松下 | 22年3月，松下方面表示，旗下能源公司将在日本和歌山工厂建设新生产设施，用于生产4680电池，两条产线规划产能为10GWh。 |
| 三星 | 正在韩国天安建设一条 4680电池测试产线，规划年产能为1GWh。如果测试顺利，三星 SDI 将在马来西亚工厂批量生产4680电池，规划产能为8~12GWh。 |
| LG | 22年6月，LG新能源宣布将投资5800亿韩元（约合30亿元人民币），在其韩国忠清北道梧仓（Ochang）第二工厂扩建9 GWh的4680圆柱电池产能，预计在2023年下半年开始大规模生产。 |
| 远景动力 | 在北美市场，宝马集团与远景动力达成战略合作，远景动力将从2026年起为宝马新一代车型提供高品质、高安全性和零碳新型圆柱电池。 |
| 国轩高科 | 向海外客商首次展示了39Ah和50Ah两款46系列圆柱电芯，能量密度达到310Wh/kg，常温下18分钟能快速充电至80%，且在UN38.3极限测试环境中保证无热扩散。 |

大圆柱火热的背后是高安全性和高经济性驱动

- 大圆柱电池的高安全性从技术上是可以做得到的，它可以避免热扩散，这是一个最基本的前提。大圆柱因为安全性高，可以使用高镍、硅负极、碳纳米管、高端铜箔等前沿材料，使得其性能要明显优于现有电池材料体系。
- 大圆柱电池的生产效率可以做到非常高，制造成本会大幅下降。亿纬锂能董事长表示大圆柱电池（46系列圆柱电池）制造效率可提升30%，宝马基于当前市场环境的预判，第六代电池相较于第五代产品，成本可降低多达50%。
- 此外，大圆柱电池也非常适合整车的集成设计，在CTP、CTC等方面拥有优势。

图：亿纬锂能大圆柱



我们预计23/25年全球大圆柱电池出货33/280GWh，在动力电池渗透率4.0%/19%

□ 自特斯拉20年提出4680大圆柱以来，产业链车企、电池厂纷纷跟进，车企典型系宝马，电池厂典型系松下、LG、三星、宁德时代、亿纬锂能、比克，各家大圆柱进展如下：

- ✓ 特斯拉自产：22年规划产能100GWh，根据公司给产业链的订单，我们预计22、23年特斯拉自产电池量在5、20GWh。
- ✓ 松下：23年起开始供应特斯拉4680，年产能在10GWh，我们预计23年产量8GWh；
- ✓ LG新能源：23年下半年9GWh产线投产，我们预计24年开始贡献。
- ✓ 三星：23年在马来西亚建设8-12GWh，我们预计23年开始贡献。

表：大圆柱市场空间测算（GWh）

| 大圆柱电池出货量 | 目前规划产能 | 2022年E | 2023年E | 2024年E | 2025年E |
|--------------|------------|----------|-----------|------------|------------|
| 特斯拉 | 100 | 5 | 20 | 50 | 100 |
| 松下 | 10 | | 8 | 15 | 30 |
| LGES | 确定要扩产，产能未知 | | | 10 | 20 |
| SKI | | | | 5 | 20 |
| 三星 | | | | 5 | 20 |
| 宁德时代 | 40 | | | 10 | 30 |
| 亿纬锂能 | 81 | | 5 | 20 | 40 |
| 其他 | | | | 10 | 20 |
| 大圆柱合计 | | 5 | 33 | 125 | 280 |
| 动力电池产量 | | 587 | 818 | 1106 | 1480 |
| 大圆柱渗透率 | | 0.9% | 4.0% | 11.3% | 18.9% |

2

大圆柱产业链变化?

【大圆柱电池有望带动锂电主材体系升级，圆柱辅材国产替代加速】

- ✓ 主材升级包括正极高镍化，负极硅基化，电解液LiFSi使用加速，碳管三代化+单壁化，结构件等强度要求提升；
- ✓ 辅材0-1国产替代包括预镀镍、芳纶涂覆，这两个产品此前多应用在圆柱电池，尚处于海外垄断阶段，我们认为随着全球大圆柱趋势的盛行，有望国产替代。

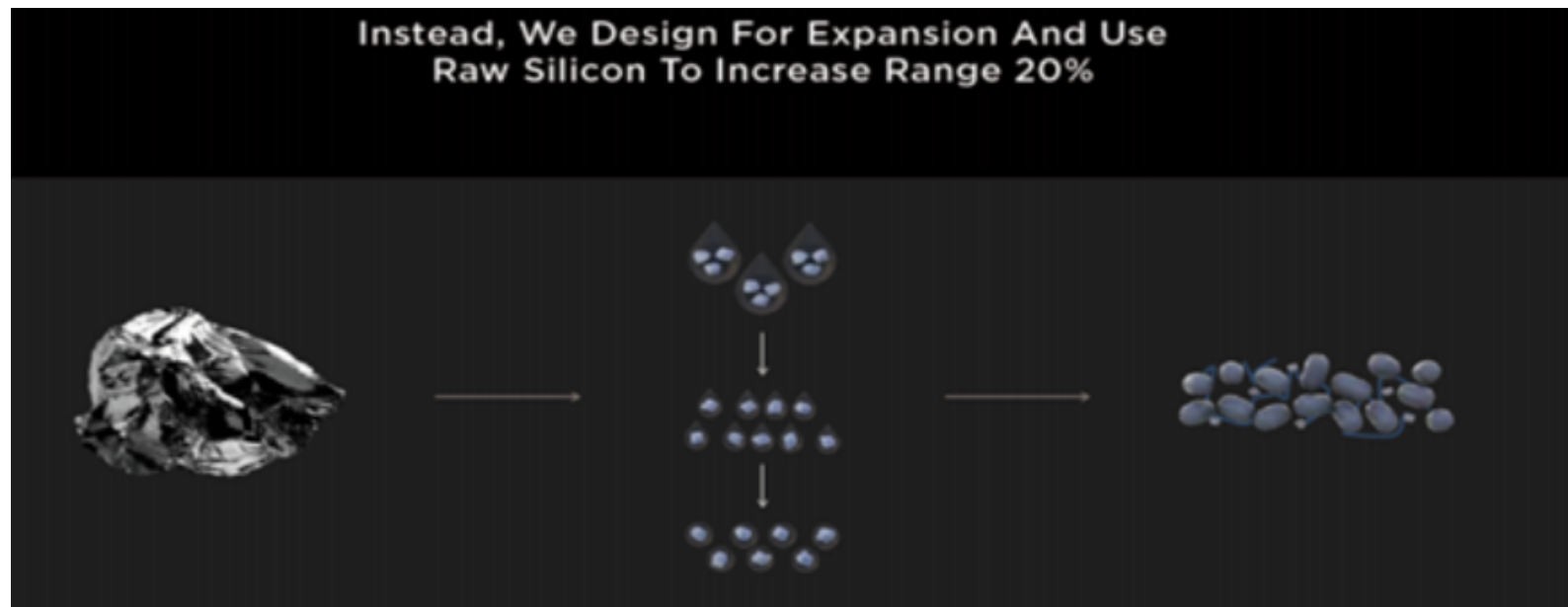
大圆柱有望带动正极高镍化，叠加镍一体化集中投产带来成本下降，三元有望趋势反转

- 大圆柱的优势是不易热失控和弧形表面更耐膨胀。高镍三元优势是能量密度高，劣势是成本高+热稳定性差，成本高的改变可依赖三元一体化镍冶炼投放降低镍的成本，热稳定性差可搭配圆柱封装形式改善。
- 未来三元高镍成本大头是镍，随着前驱体厂商红土镍矿冶炼项目路线在22年将迎来密集投产期，23年大规模量产，三元高镍正极成本有望显著降低。

大圆柱有望带动负极硅基化

- 圆柱天生更适合用硅负极，其各向同性的特点使得圆柱电池更耐膨胀（硅负极最大问题是膨胀）。
- 特斯拉自产4680电池明确表示采用硅负极。2020年9月22日：明确表示计划采用冶金硅作为原料，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：特斯拉硅负极方案



全球硅基负极市场空间：25年有望达300亿，21-25年复合增速136%

□我们预计23/25年全球硅负极需求量有望达11/49万吨，市场空间76/300亿元。核心假设如下：

- ✓ **硅基负极渗透率**：21年为历史数据，我们预计硅负极在23年迎来放量拐点，预计渗透率达7%，25年达20%，渗透率的假设和大圆柱放量相匹配，大圆柱22-25年渗透率分别为0.9%、4.0%、11.3%、18.2%。
- ✓ **硅基负极单价**：根据硅纯品价格和人造石墨价格按照加权平均而得，纯品硅掺杂比例在提升22年在5%，预计25年达8%，纯品硅价格22年在45万元/吨，25年降至30万元/吨，人造石墨22年在6万元/吨，25年降至4万元/吨。我们预计**硅基负极（复合品）22年单价在8万元/吨。25年降至6.1万元/吨，价格下降但性能显著提升（硅掺杂比例在提升）。**

表：硅基负极市场空间预测

| 全球硅负极 | 2021年E | 2022年E | 2023年E | 2024年E | 2025年E |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 负极需求（万吨） | 81 | 111 | 152 | 184 | 246 |
| YOY | 79% | 36% | 37% | 21% | 34% |
| 纯硅添加比例 | 5% | 5% | 6% | 7% | 8% |
| 纯硅需求量（吨） | 611 | 1386 | 6382 | 19297 | 39410 |
| 纯硅价格（万元/吨） | 45 | 45 | 40 | 35 | 30 |
| 纯硅市场空间（亿元） | 3 | 6 | 26 | 68 | 118 |
| 硅基负极（复合后）渗透率（%） | 1.5% | 2.5% | 7.0% | 15.0% | 20% |
| 硅基负极（复合后）需求量（万吨） | 1.2 | 2.8 | 10.6 | 27.6 | 49.3 |
| YOY | 68% | 127% | 284% | 159% | 79% |
| 硅基负极（复合后）单价（万元/吨） | 8.0 | 8.0 | 7.1 | 7.1 | 6.1 |
| 复合的人造石墨单价（万元/吨） | 6.0 | 6.0 | 5.0 | 5.0 | 4.0 |
| 硅基负极（复合后）市场空间（亿元） | 10 | 22 | 76 | 196 | 300 |
| YOY | 61% | 127% | 243% | 159% | 53% |

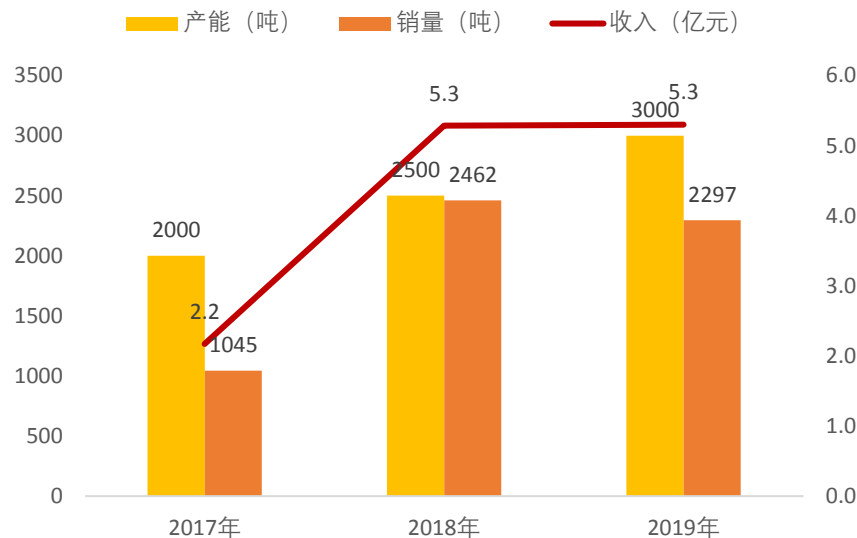
贝特瑞在硅负极研发、量产、客户端领先同行

□ 贝特瑞研发和量产供货领先同行。公司2010年取得硅基负极材料的技术突破，并于2013年实现批量出货，客户系松下、三星。

□ 贝特瑞硅碳、硅氧两手抓，且在持续更新迭代。截至20年，公司硅碳负极已开发至第三代产品，比容量从第一代的650mAh/g提升至第三代的1500mAh/g，正在开发第四代硅碳负极材料产品，**硅氧负极部分产品比容量达到1600mAh/g以上。**

□ 拟扩产4万吨硅负极，我们预计公司硅负极放量拐点或至。22年2月17日，公司拟扩产4万吨硅基负极，加上现有的3000吨产能，总产能在4.3万吨。

图：贝特瑞新型负极（主要系硅基负极）产能、出货量、收入（吨、亿元）



表：贝特瑞硅负极核心技术

| 技术名称 | 技术阶段 | 技术来源 | 技术表征 | 涉及专利情况 |
|-------------|--------|------|--|-------------|
| 氧化亚硅表面改性技术 | 已经实现量产 | 自主研发 | 采用先进表面处理技术，改善材料导电性及电解液兼容性，改善电池的放电倍率和循环行为。 | 硅基材料相关专利15项 |
| 高容量硅碳产品开发技术 | 已经实现量产 | 自主研发 | 产品具有高容量、高倍率、长循环特性。 | 硅基材料相关专利26项 |
| 高首效氧化亚硅技术 | 处于中试阶段 | 自主研发 | 采用材料结构调整的工艺，提高材料的首次库伦效率，同时为纳米硅提供有效保护层，提升循环、降低膨胀。 | 硅基材料相关专利16项 |

大圆柱有望促进新型锂盐LiFSi的应用

□大圆柱电池体系一般匹配高电压、高镍材料，而高倍率电池对电池材料有较高要求。LiFSi具有较好的热稳定性、电化学稳定性、更高电导率，能更好的配合高电压、高镍、高倍率电池。

□相比6F，LiFSi难在哪里？1) 主流的LiFSi制法可以分四个步骤：1、HCISi合成 2、HCISi氟化 3、HFSi锂化 4、LiFSi精制。各个步骤都有不同的工艺与原料选择，最终导致产品的成本与品质差异。而6F工艺较为成熟，能买到设备进行生产。2) LiFSi收率较低，各个工艺环节、原材料耗量还有提升空间。

表：截至2022年7月末国内外企业LiFSi布局情况

| 公司名称 | 现有产能（吨/年） | 扩产项目 | 扩产产能（吨/年） | 预计投产日期 |
|--------|----------------|--|-------------------------|------------------------|
| 时代思康 | 10,000（折合固体总量） | 贵州时代思康新材料有限公司5万吨双氟磺酰亚胺锂项目 | 50,000 | - |
| 天赐材料 | 6,300 | 公开发行可转债募投项目年产2万吨双氟磺酰亚胺锂项目 | 20,000 | 2023年 |
| | | 天赐材料（南通）有限公司年产24.3万吨锂电及含氟新材料项目 | 20,000 | 2024年 |
| | | 九江天赐高新材料年产9.5万吨锂电基础材料及10万吨二氯丙醇项目 | 30,000 | - |
| 康鹏科技 | 1,700 | 兰州康鹏新能源科技有限公司2.55万吨/年电池材料项目（一期） | 15,000 | 2024年 |
| 多氟多 | 1,600 | 年产4万吨双氟磺酰亚胺锂项目 | 40,000 | 2025年底 |
| | | 年产1万吨双氟磺酰亚胺锂项目 | 10,000 | - |
| 新宙邦 | 1,200 | 湖南福邦年产2,400吨双氟磺酰亚胺锂（LiFSi）项目（二期） | 湖南福邦项目共2,400吨 | 福邦项目（一期）正式投产后提供1200吨产能 |
| 如鲲新材 | 固体1,000 | 年产10,755吨锂电化学品和电子化学品项目 | 技改后总产能可为固体500吨及液体8,000吨 | - |
| 永太科技 | 900 | 双氟磺酰亚胺锂（LiFSi）1,500吨/年 | 1,500 | 达产时间根据项目进度而定 |
| 韩国天宝 | 740 | - | - | - |
| 日本触媒 | 300 | - | 3,000 | 预计2023年 |
| 氟特电池 | 300 | - | - | 正在进行公司土地及厂房转让 |
| 研一（江山） | 0 | 年产1.5万吨新型锂盐项目 | 10,000 | - |
| 立中集团 | 0 | 新能源锂电新材料项目 | 8,000 | 2024年 |
| 宏氟锂业 | 0 | 会昌基地一期LiFSi产能500吨处于设备采购阶段，二期规划项目产能3,000吨 | 3,500 | 2022年 |
| 石大胜华 | 0 | 5,000吨/年动力电池材料项目 | 1,000 | - |
| 三美股份 | 0 | 与江苏华盛锂电材料股份有限公司就双氟磺酰亚胺锂项目进行合作（一期） | 500 | - |

正极高镍化促进碳管三代化，负极硅基化促进碳管单壁化

在大圆柱体系中，正极高镍化，负极硅基化，将加速三代碳管和单壁碳管的应用。

- ✓ **正极导电剂**：从多壁一二代碳管升级到三代，主要系高镍电池多匹配三代碳纳米管产品。
- ✓ **负极导电剂**：负极石墨体系一般不添加导电剂，但是硅负极CNT 优异的导电性弥补了硅原子带来的不足；硅碳负极需要解决热膨胀问题才可使用，因此其束缚结构稳定性至关重要，而碳纳米管具有很好的化学稳定性；极大的比表面积可以有效的缓解硅基负极在锂离子脱嵌过程中硅材料结构的坍塌。所以一般需要添加碳纳米管。单壁碳纳米管助力开启硅的工业规模应用，硅的能量密度是传统石墨9倍以上。以前，硅的使用受到充放电过程中膨胀问题的限制，导致电池快速衰减。OCSiAI的单壁碳纳米管可以在硅颗粒之间形成长程、柔韧、牢固的导电网络，即使发生了严重的体积膨胀和开裂也能保持硅负极颗粒之间的电子传导。这将为电动汽车带来可实现更高续航里程、快速充电的高性能电池。

表：天奈科技各代产品技术路线

| 类别 | 型号 | 技术路线 |
|-----|---------|----------------------------|
| 一代 | LB100系列 | 化学气相沉积法+纳米聚团流化床宏量制备技术 |
| 二代 | LB107系列 | 化学气相沉积法+定向生长流化床宏量制备技术 |
| 三代 | LB116系列 | 化学气相沉积法+尖晶石复合催化剂流化床宏量制备技术 |
| 新一代 | LB212系列 | 化学气相沉积法+新一代寡壁和单壁碳纳米管连续制备技术 |

表：天奈科技各代产品（2019年招股数据）

| 天奈各代产品 | 类型 | 配套 | 价格(万元) | 量产时间 | 所处阶段 | 关键技术 |
|--------|----|--------|-----------|---------|---------|-----------------------------|
| 第一代产品 | 多壁 | 磷酸铁锂正极 | 2.7 | 2011年 | 大规模量产 | 清华大学独占授权——纳米聚团流化床宏量制备碳纳米管技术 |
| 第二代产品 | 多壁 | 三元正极 | 4.5 | 2015年 | 大规模量产 | 自研——定向生长流化床宏量制备碳纳米管技术 |
| 第三代产品 | 多壁 | 高镍三元正极 | 5.5 | 2018年 | 小批量产 | 自研——尖晶石复合催化剂流化床宏量制备碳纳米管技术 |
| 第四代产品 | 多壁 | 高镍三元正极 | 预计5-6万 | 预计2021年 | 中试和送样阶段 | 自研——超长定向碳纳米管阵列的制备 |
| 第五代产品 | 单壁 | 硅基负极 | 单壁价格远高于多壁 | 预计2022年 | 中试阶段 | 自研——单/双壁碳纳米管制备工艺及设备研究 |

大圆柱对结构件强度要求升级，我们预计单GWh价值量有望提升

- 相较于2170 圆柱电池，大圆柱4680电池的容量及输出功率更高，对安全以及电流输出装置要求更为严格，需要的零件也更多，其产品结构更为复杂，对制造工艺要求也更高，对生产设备的要求也不一样。
- 科达利宣布具备大圆柱4680电池结构件的生产能力，将根据客户的实际需求为客户提供相应的配套。
- 我们预计宁德时代单GWh电芯结构件价值量在3000万元+，考虑到大圆柱电池结构的升级、对强度要求的提升，我们预计单GWh价值量有所提升。

表：宁德时代单GWh结构件价值量测算

| 原料采购金额 | 单位 | 2019年 | 2020年 | 2021年 |
|--------|--------|-------|-------|-------|
| 外壳/顶盖 | 亿元 | 18 | 18 | 50 |
| | 单位 | 2019年 | 2020年 | 2021年 |
| 电池产量 | GWh | 47.3 | 51.7 | 162.3 |
| 外壳/顶盖 | 亿元/GWh | 0.38 | 0.35 | 0.31 |

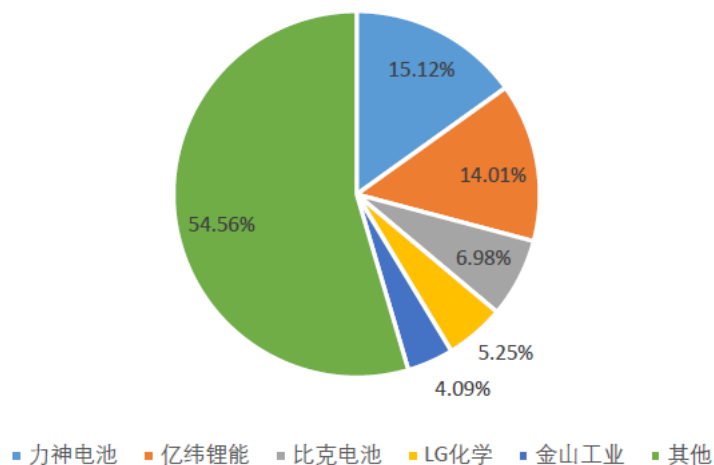
预镀镍有望随着大圆柱放量，迎来高增期

□目前锂电池常用的外壳材料主要分为三种，分别为钢材、铝材、铝塑膜。圆柱形锂电池多采用具有较强物理稳定性的钢材材料作为外壳材质，为了防止电池正极活性材料对钢壳的氧化，生产企业通常采用镀镍的方式来保护钢壳的铁基体。根据镀镍环节所处顺序的不同，圆柱电池钢壳可分为预镀镍钢壳和后镀镍钢：后镀镍：用冷轧钢板（简单一点就是铁），冲制成钢壳之后再去做电镀；预镀镍：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。预镀镍较后镀镍钢壳镀层更均匀，加工性能更优，做成的电芯一致性更强，是目前圆柱电池主流工艺。

预镀镍建议关注国产替代供应商东方电热，其在技术、客户进展端领先

- 东方电热子公司东方九天自 2014 年开始布局锂电池预镀镍钢基带产品，经过数年技术积淀，公司已在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取得了技术突破，成为了国内少数可以批量生产锂电池预镀镍钢基带的公司。
- 东方电热客户端订单有无锡金杨、东山精密，且国内LG供应商已验证通过，与亿纬锂能、远景动力也在积极对接：
 - ✓ **金杨：签订22-28年8万吨订单，我们预计明年出货1万吨+。**2022年6月30日-2028年12月31日，金杨承诺向公司采购总量不低于8万吨锂电池钢壳预镀镍钢基带（含委托加工数量），具体以每年的采购合同为准。金杨下游主要系亿纬锂能、力神、比克。
 - ✓ **东山精密：签订22-28年5万吨订单。**东山精密承诺向东方电热采购总量不低于5万吨锂电池钢壳预镀镍钢基带，具体以每年的采购合同为准。协议有效期为2022年9月8日-2028年12月31日。
 - ✓ **LG：国内LG的供应商已验证通过。**

图：2021年金杨客户结构



芳纶涂覆在安全性能、快充性能和循环寿命等方面全面胜出陶瓷涂覆

目前湿法隔膜涂覆材料以氧化铝涂层为主，占据着主流的市场份额，同时并存着PVDF涂层、PVDF/氧化铝混合涂层、氧化铝+PVDF叠加复合涂层、勃姆石、芳纶、纳米复合材料等丰富涂层品类。

芳纶涂覆较传统材料优势在于可提升电池安全性和循环性能，劣势在于成本较高。

- ✓ 破膜温度更高，热温定性强。芳纶涂层隔膜具有抗氧化、耐酸碱、阻燃、耐磨擦、抗撕裂等优点；热机械强度远高于目前市场上各种类隔膜，在对抗电池失效时能起到关键的保护作用，极大的提升了电池的安全性；破膜温度超过260℃，是一种超耐久锂离子电池隔膜，能大幅提高高能量密度电池的安全性。
- ✓ 芳纶涂覆与电解液相容性好，相对轻薄，有效提高电池的循环性能和倍率性能。

图：不同规格芳纶涂覆性能指标

Physical indicators of aramid coating membrane with different specifications

| 测试项目 Test items | 9μm+3分层涂覆 Delamination coating | | 12μm+4分层涂覆 Delamination coating | | 9μm+2+2混合涂覆 Mixed coating | |
|-------------------------------------|--------------------------------|----------------------------|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | 芳纶单面 Aramid single side | 芳纶单面 Aramid single side | 芳纶单面 Aramid single side | 芳纶单面 Aramid single side | 芳纶双面 Aramid double sided | 芳纶双面 Aramid double sided |
| 厚度 (μm) Thickness | 12±1 | | 16±1 | | 13±1 | |
| 偏差 Deviation | | | | | | |
| 透气性 (s/100c) Permeability | 200±30 | | 240±40 | | 200±40 | |
| 拉伸强度 (MPa) Stretching strength | TD | ≥100 | TD | ≥120 | TD | ≥80 |
| | MD | ≥110 | MD | ≥120 | MD | ≥80 |
| 穿刺强度 (g) Puncture resistance | ≥435 | | ≥600 | | ≥250 | |
| 130°C热收缩 (%) Thermal contraction | TD | ≤2 | TD | ≤2 | TD | ≤2 |
| | MD | ≤2 | MD | ≤2 | MD | ≤2 |
| 150°C热收缩 (%) Thermal contraction | TD | ≤3 | TD | ≤3 | TD | ≤3 |
| | MD | ≤3 | MD | ≤3 | MD | ≤3 |
| 180°C热收缩 (%) Thermal contraction | TD | ≤5 | TD | ≤5 | TD | ≤5 |
| | MD | ≤5 | MD | ≤5 | MD | ≤5 |
| TMA (°C) | / | | / | | ≥300 | |

图：湿法涂覆隔膜性能对比

| 测试项目 Test items | 湿法隔膜基膜 Wet-mehod LIB base membrane | 基膜+PVDF涂覆 Base membrane+PVDF coating | 基膜+陶瓷涂覆 Base membrane+ceramic coating | 基膜+芳纶涂覆 Base membrane+aramid coating |
|----------------------------------|---------------------------------------|---|--|---|
| 厚度均匀性 Thickness Uniformity | ★★★★ | ★★★★ | ★★★★ | ★★★★ |
| 拉伸强度 Stretching resistance | ★★★★ | ★★★★ | ★★★★ | ★★★★ |
| 穿刺强度 Puncture resistance | ★★★★ | ★★★★★ | ★★★★★ | ★★★★★ |
| 透气性 Permeability | ★★★★★ | ★★★★★ | ★★★★★ | ★★★★ |
| 热稳定性 Thermal stability | ★★★ | ★★★★ | ★★★★★ | ★★★★★ |
| 润湿性 Wettability | ★★★★ | ★★★★★ | ★★★★★ | ★★★★★ |
| 电池能量密度 Battery energy density | ★★★★ | ★★★★★ | ★★★★★ | ★★★★★ |
| 生产成本 Production costs | ★★★ | ★★★★ | ★★★★ | ★★★★★ |

芳纶涂覆性能卓越，大圆柱产业趋势下有望加速放量

- 随着大圆柱产业趋势的兴起，我们认为芳纶涂覆的占比有望提升。
- ✓ 芳纶涂覆目前有应用的系松下&特斯拉。松下供给特斯拉的NCA电池上已全面使用芳纶，且特斯拉Model S系列装载的锂电池已使用芳纶涂布隔膜。
- ✓ 恩捷股份表示公司超高耐热芳纶涂布膜已在46系大圆柱上开始应用。（根据高工锂电）
- ✓ 芳纶涂覆的劣势在于成本高，优势是安全性、循环、倍率性能好，我们认为芳纶会优先渗透价格敏感性低的3C和主打高性能的大圆柱。

芳纶目前处于海外垄断阶段，价格高昂，未来有望国产替代

□全球芳纶产能主要被国际大公司占据，我国占比相对不足。2020年全球芳纶名义产能约14-15万吨/年，对位芳纶需求8-9万吨、间位芳纶需求4万多吨。芳纶产能主要被国际大公司占据，杜邦是全球绝对龙头企业，合计产能占50%左右，日本帝人排在第2位；中国产能占比不足，约20%左右。

□泰和新材主导或参与高性能芳纶隔膜的研制与生产，可以显著降低行业成本、提升电池隔膜制备技术水平。目前公司锂电池芳纶涂覆制膜中试生产项目已经启动（中试线是3000万平米），预计项目有望于2023年上半年实现规模生产。

表：2020年全球主要芳纶企业产能分布

| 企业 | 国别 | 间位芳纶产能（万吨/年） | 对位芳纶产能（万吨/年） |
|-------|----|--------------|--------------|
| 杜邦 | 美国 | 3 | 3.5 |
| 帝人 | 日本 | 0.5 | 2.7 |
| 泰和新材 | 中国 | 0.7 | 0.45 |
| 中化国际 | 中国 | - | 0.5 |
| 可隆 | 韩国 | - | 0.5 |
| 中芳特纤 | 中国 | - | 0.3 |
| 晓星 | 韩国 | - | 0.12 |
| 仪征化纤 | 中国 | - | 0.1 |
| 超美斯 | 中国 | 0.45 | - |
| Huvis | 韩国 | 0.1 | - |
| 其他 | | 1.1 | 0.7 |
| 合计 | | 5.85 | 8.87 |

3

投资建议

重点推荐电池和大圆柱产业链相关标的

- **大圆柱产业趋势下，首推大圆柱电池客户、量产领先的【宁德时代】、【亿纬锂能】。**为了满足“新世代”车型对电芯的需求，宝马集团已向宁德时代（CATL）和亿纬锂能（EVE Energy）两家合作伙伴授予了价值超过百亿欧元的电芯生产需求合同。这两家合作伙伴将分别在中国和欧洲各自建立两座电芯工厂，每座工厂的年产能将达20 GWh。另外，宝马还将寻找合作伙伴在北美自由贸易区再建两座电芯工厂。
- **大圆柱电池有望带动锂电主材体系升级，辅材国产替代加速。**主材升级包括正极高镍化，负极硅基化，碳管三代化+单壁化，结构件等强度要求提升；辅材0-1国产替代包括预镀镍、芳纶涂覆，这两个产品此前多应用在圆柱电池，尚处于海外垄断阶段，我们认为随着全球大圆柱趋势的盛行，有望国产替代。
- ✓ **材料主产业链：**重点推荐高镍化产业趋势下的【中伟股份】、【当升科技】（化工组联合覆盖），硅负极进展领先的【贝特瑞】，LiFSi领先的【天赐材料】，三代碳管占比提升+单壁碳管放量的【天奈科技】，大圆柱结构件客户、量产领先的【科达利】。
- ✓ **国产替代：**建议关注预镀镍【东方电热】、芳纶涂覆【泰和新材】。

表：亿纬锂能大圆柱产能规划

| 项目地点 | 规划产能（GWh） | 投资额（亿元） | 公告日期 |
|------|-----------|---------|------------|
| 荆门 | 20 | 44 | 2022年7月5日 |
| 匈牙利 | 20 | | 2022年3月29日 |
| 成都 | 21 | 52 | 2022年12月9日 |
| 沈阳 | 20 | | 2022年9月28日 |
| 合计 | 81 | | |

风险提示

- 电动车销量不及预期**：目前锂电池最大下游系电动车，若电动车销量不及预期，将影响整个行业的需求情况。
- 大圆柱放量不及预期**：本文的各产业链放量基于大圆柱的放量，若大圆柱放量不及预期将影响我们对产业链弹性的判断。
- 测算存在主观性**：本文涉及大量市场空间和盈利的测算，存在一定主观性，仅供参考。

分析师声明

本报告署名分析师在此声明：我们具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，本报告所表述的所有观点均准确地反映了我们对标的证券和发行人的个人看法。我们所得报酬的任何部分不曾与，不与，也将不会与本报告中的具体投资建议或观点有直接或间接联系。

一般声明

除非另有规定，本报告中的所有材料版权均属天风证券股份有限公司（已获中国证监会许可的证券投资咨询业务资格）及其附属机构（以下统称“天风证券”）。未经天风证券事先书面授权，不得以任何方式修改、发送或者复制本报告及其所包含的材料、内容。所有本报告中使用的商标、服务标识及标记均为天风证券的商标、服务标识及标记。

本报告是机密的，仅供我们的客户使用，天风证券不因收件人收到本报告而视其为天风证券的客户。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但天风证券对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告中的信息、意见等均仅供客户参考，不构成所述证券买卖的出价或征价邀请或要约。该等信息、意见并未考虑到获取本报告人员的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。客户应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专家的意见。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，天风证券及其关联人员均不承担任何法律责任。

本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告出具日的观点和判断。该等意见、评估及预测无需通知即可随时更改。过往的表现亦不应作为日后表现的预示和担保。在不同时期，天风证券可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。

天风证券的销售人员、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。天风证券没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。天风证券的资产管理部门、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。

特别声明

在法律许可的情况下，天风证券可能会持有本报告中提及公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。因此，投资者应当考虑到天风证券及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一参考依据。

投资评级声明

| 类别 | 说明 | 评级 | 体系 |
|--------|----------------------------|------|------------------|
| 股票投资评级 | 自报告日后的6个月内，相对同期沪深300指数的涨跌幅 | 买入 | 预期股价相对收益20%以上 |
| | | 增持 | 预期股价相对收益10%-20% |
| | | 持有 | 预期股价相对收益-10%-10% |
| | | 卖出 | 预期股价相对收益-10%以下 |
| 行业投资评级 | 自报告日后的6个月内，相对同期沪深300指数的涨跌幅 | 强于大市 | 预期行业指数涨幅5%以上 |
| | | 中性 | 预期行业指数涨幅-5%-5% |
| | | 弱于大市 | 预期行业指数涨幅-5%以下 |