

行业研究

特斯拉 4680 大圆柱电池能否引领下一代技术方向？

——动力电池新技术展望系列报告二

要点

从 18650 到 21700 再到 4680 电池，特斯拉能否引领下一代电池创新方向？ 圆柱电池工艺成熟，PACK 成本低，电池良率以及成组一致性较高；由于电池组散热面积大，其散热性能优于方形电池，但后期依然要面对成组后散热设计难度大、能量密度低等问题，因此在国内方形电池为主的市场中渗透率不高。虽然圆柱的单体电芯能量密度普遍相对落后，但各大供应商技术仍有差异（松下的圆柱单体电芯能量密度全球领先）。特斯拉在此领域持续进行技术突破，从 18650 到 21700 再到 4680，始终在圆柱电池领域保持优势。2020 年 9 月，特斯拉在电池日首次发布 4680 电池，能否引领下一代技术方向？

预计 4680 电池 2025E 全球装机规模 264GWh，在动力电池中渗透率 22%。 我们测算，随着特斯拉全球销量增长以及 4680 电池在三元电池车型中渗透率提升，预计 2025 年特斯拉搭载 4680 电池的车型销量将超 160 万辆，在特斯拉总销量中渗透率近 50%，装机量预计达 123GWh。在特斯拉的技术引领下，我们预计全球车企及电池厂将跟进 4680 电池结构创新的趋势，2025 年全球 4680 电池装机量预计将达 264GWh，在全球动力电池装机量中渗透率达到 22%，在圆柱电池装机量中渗透率将达 68%，有望实现从 0 到 1 到 N 快速增长。

4680 电池适配高能量密度路线，协同 CTC+一体化车身“极限”降本。 4680 电芯采用无极耳技术，去除了电池的主要发热部件从而减小了内阻，提高了电池的热稳定性。4680 新电池（46mm 直径，80mm 长度）实现了多项技术指标提升：续航里程提升 16%，充放电功率是 21700 电池 6 倍、能量是 21700 电池 5 倍，而成本可以下降 14%。4680 电池和高镍三元+硅基负极体系相得益彰，更适配高能量密度路线，快充性能大幅提高。由于标准化程度高，4680 电池可作为一种“结构电池”，灵活运用于各车型的 CTC 设计，还可通过一体化压铸协同降低制造成本，实现“极限”制造。

趋势确立引领各家跟进： 4680 电池本质上是对电池结构进行了创新，在特斯拉和诸多电池厂的引领推动下，将在未来五年实现 0 到 1 到 N 的快速增长，成为中高端乘用车电池的大趋势，吸引其他厂商“入场”。松下已公布了其为特斯拉研发的 4680 电池将于 2022 年 4 月试生产，有望在 2022 年内实现特斯拉装车；国内方面，亿纬锂能在 2021 年 11 月也公告了扩产 20GWh 乘用车用大圆柱电池项目。

投资建议： 4680 电池的创新将推动锂电全产业链的革新，而 4680 电池的初衷在于提升能量密度、降低电池成本，这也在一定程度上解决了锂电池多年以来的“痛点”，技术创新带来的效能提升和成本降低有望进一步促使全球电动汽车渗透率提升。而站在锂电技术高点的负极材料中的硅碳负极、电解液中的新锂盐 LiFSI、导电剂材料中的单壁碳纳米管 CNT 都有望在新一轮技术浪潮中加速驶入快车道。

建议关注标的： 电池：宁德时代、亿纬锂能。结构件：科达利、斯莱克、昇兴股份。正极：芳源股份、当升科技、中伟股份、容百科技等。负极：贝特瑞、璞泰来、杉杉股份。电解液：天赐材料等。添加剂：天奈科技。

风险分析： 新能源车下游需求不及预期，4680 电池渗透率提升进度不及预期，竞争加剧导致盈利能力下滑。

电力设备新能源 买入（维持）

作者

分析师：殷中枢

执业证书编号：S0930518040004

010-58452063

yinzs@ebsecn.com

分析师：郝骞

执业证书编号：S0930520050001

021-52523827

haoqian@ebsecn.com

分析师：黄帅斌

执业证书编号：S0930520080005

021-52523828

huangshuaibin@ebsecn.com

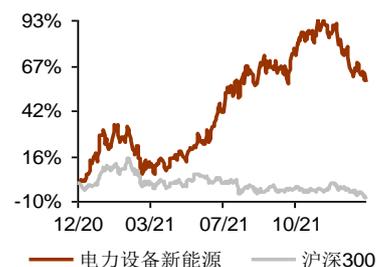
联系人：陈无忌

chenwuji@ebsecn.com

联系人：和霖

helin@ebsecn.com

行业与沪深 300 指数对比图



资料来源：Wind

相关研报

复合集流体技术前景广阔，PET 铜铝箔产业化进程开启——动力电池新技术展望系列报告一（2021-11-08）

投资聚焦

电池降本曲线近年来趋缓，促使特斯拉从电池设计和生产方面重新思考。特斯拉从电芯设计、电池工厂、正极材料、负极材料、电芯-车辆整合五个方面实现持续创新和降本。

2020年9月，特斯拉在电池日首次发布4680电池。4680大圆柱是电池形态的改进和创新，在电芯设计方面能够不断降本增效，提升技术指标，同时能够在整车层面实现和CTC、一体化压铸的整合，在制造层面大幅降本，实现“极限”制造。

我们的创新之处

- 1、测算了4680大圆柱电池的市场空间以及特斯拉4680电池的装机量需求；
- 2、论述了4680大圆柱电池推出的原因，梳理了投资受益方向。

股价上涨的催化因素

- 1、特斯拉搭载4680大圆柱电池的车型量产下线，产能规划进度超预期；
- 2、其他车企或电池厂跟进“4680”大趋势，布局此领域。

投资建议

4680电池的创新将推动锂电全产业链的革新，而4680的初衷在于提升能量密度、降低电池成本，这也在一定程度上解决了锂电池多年以来的“痛点”，技术创新带来的效能提升和成本降低有望进一步促使全球电动汽车渗透率提升。而站在锂电技术高点的高镍正极、负极材料中的硅碳负极、电解液中的新锂盐LiFSI、导电剂材料中的单壁碳纳米管CNT都有望在新一轮技术浪潮中加速驶入快车道。

建议关注标的：电池：宁德时代、亿纬锂能。结构件：科达利、斯莱克、昇兴股份。正极：芳源股份、当升科技、中伟股份、容百科技等。负极：贝特瑞、璞泰来、杉杉股份。电解液：天赐材料等。添加剂：天奈科技。

目 录

1、圆柱、方形、软包，谁主沉浮？	6
1.1、圆柱电池：盛行海外，国内渗透率较低	7
1.2、方形电池：国内主导，海外占比低于国内	8
1.3、软包电池：受益于欧洲新能源车崛起，两大巨头推动	9
1.4、中国与海外不同的趋势.....	10
2、圆柱电池领跑者，特斯拉与松下的“十年之痒”	12
2.1、特斯拉：引领电池技术迭代方向	12
2.2、圆柱电池：受益于特斯拉	13
2.3、从 18650 到 21700 再到 4680，维持圆柱电池优势.....	14
3、特斯拉引领 4680 电池结构创新，趋势确立、各家跟进	16
3.1、为什么是 4680？	16
3.1.1、4680 大圆柱技术指标提升，推动高镍三元+硅基发展.....	16
3.1.2、4680+CTC+一体化压铸车身，“极限”制造无限可能.....	17
3.1.3、预计 2025 年特斯拉 4680 电池装机超 100GWh	18
3.2、4680 电池趋势确立，吸引多家企业布局	19
4、投资建议	22
5、风险分析	22

图目录

图 1：不同封装技术电池结构	6
图 2：中国圆柱电池出货量与市场份额	7
图 3：海外圆柱电池出货量与市场份额	7
图 4：中国方形电池出货量与市场份额	8
图 5：海外方形电池出货量与市场份额	8
图 6：CATL 和比亚迪奠定了方形电池在国内的主导地位	8
图 7：2016-2021 年 1-10 月全球动力电池装机量 top5 市占率	9
图 8：中国软包电池出货量与市场份额	10
图 9：海外软包电池出货量与市场份额	10
图 10：我国不同类型电池市场份额变化	11
图 11：海外不同类型电池市场份额变化	11
图 12：全球不同类型电池市场份额变化	11
图 13：全球不同类型电池装机量变化	11
图 14：不同尺寸圆柱电池对比、松下推出的 4680 电池	14
图 15：特斯拉 Model 3 续航性能	15
图 16：松下公司的 18650 电池	15
图 17：松下公司的 21700 电池	15
图 18：圆柱电池直径可提升续航，降低成本	16
图 19：“无极耳”大幅提升快充性能	16
图 20：特斯拉 4680 大圆柱及无极耳设计	17
图 21：特斯拉的 4680 Model Y 的结构设计	17
图 22：特斯拉一体化车身	17
图 23：特斯拉降本目标	18
图 24：松下 21700 替代 18650 圆柱电池的进度	19

表目录

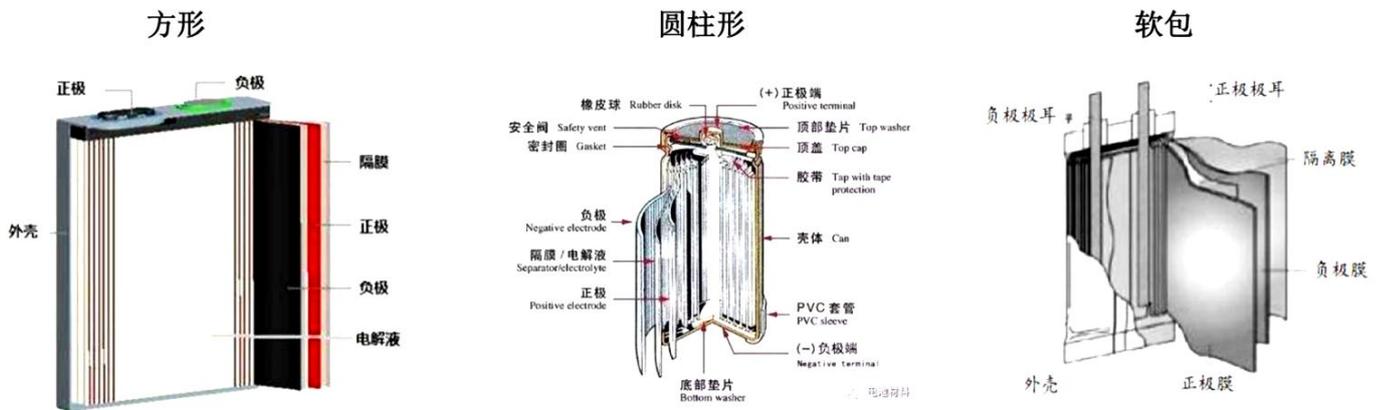
表 1: 方形、圆柱型、软包电池性能比较	6
表 2: 不同封装技术电池优缺点.....	7
表 3: 2017-2021Q1-3 我国动力圆柱电池装机排名	7
表 4: 2018-2020 年我国方形电池装机排名	9
表 5: 2017-2020 年我国软包电池装机排名	10
表 6: 特斯拉已交付车型的动力电池演变过程.....	12
表 7: 松下电池业务发展历史	13
表 8: 18650 与 21700 参数对照.....	15
表 9: 特斯拉销量及 4680 电池需求测算	19
表 10: 4680 大圆柱电池进展	20
表 11: 全球 4680 电池装机量测算	21

1、圆柱、方形、软包，谁主沉浮？

从目前单体电芯的技术分类来看，主要包括圆柱、软包以及方形电池。其中，圆柱的优势在于较高的生产效率/较低生产成本（vs. 软包较高的单体电芯能量密度与安全性，方形较长的使用周期），而圆柱的劣势则主要包括相对较低的单体电芯能量密度与安全性（vs. 软包与方形较低的生产效率/较高生产成本，方形相对较低的单体电芯能量密度与安全性）。

特斯拉采用圆柱电芯，其主要供应商为松下。虽然圆柱单体电芯能量密度普遍相对落后于软包，但各大供应商的技术性能仍有差异（松下的圆柱单体电芯能量密度依然全球领先）。

图 1：不同封装技术电池结构



资料来源：GGII，第一电动，鑫椏锂电，光大证券研究所

方形电池：封装可靠度高、系统能量效率高、能量密度较高、结构较为简单、扩容相对方便、可以通过提高单体容量来提高能量密度、稳定性相对好。但由于方形电池可以根据产品的尺寸进行定制化生产，所以市场上型号太多，工艺很难统一；且生产自动化水平不高、单体差异性较大，在大规模应用中，存在系统寿命远低于单体寿命的问题。

圆形电池：与方形都属于硬壳封装，圆柱型电池工艺成熟，PACK 成本较低，电池产品良率以及电池组的一致性较高；由于电池组散热面积大，其散热性能优于方型电池，但后期依然要面对成组后散热设计难度大、能量密度低等问题。

软包型电池：采用铝塑膜包装、安全性好、重量较钢壳和铝壳电池轻、具有较高的质量比能量、内阻小、循环寿命更长，但是由于型号众多自动化程度低、生产效率低、成本高、高端铝塑膜严重依赖进口、一致性较差。

表 1：方形、圆柱型、软包电池性能比较

性能	方形电池			圆柱型电池			软包电池		
	较好	好	较差	较好	好	较差	较好	好	较差
安全性	√			√				√	
一致性			√		√				√
设计灵活性	√					√		√	
循环寿命	√					√		√	
充放电倍率	√					√		√	
成组效率		√			√				

资料来源：鑫椏锂电，光大证券研究所

表 2：不同封装技术电池优缺点

项目	方形电池	圆柱型电池	软包型电池
优点	封装可靠度高；安全性高；系统能量效率高；能量密度较高；结构较为简单，扩容相对方便；单体容量大，系统构成相对简单，稳定性好；续航能力突出	成组灵活，成本低；工艺成熟	尺寸变化灵活；能量密度高；重量轻；内阻小
缺点	型号多，工艺难统一；生产自动化水平不高，单体差异性较大；在大规模应用中，存在系统寿命远低于单体寿命的问题	散热设计难度大；能量密度低	机械强度差；封口工艺难；成组结构复杂；设计难度大；成本性、一致性、安全性表现一般

资料来源：钜大锂电，鑫锂锂电，光大证券研究所

从电池组 PACK 角度来看，圆柱单体电芯的特性导致其电池组较低的集成效率（即使特斯拉单体电芯能量密度占优，但圆柱较低的 PACK 集成效率依然导致其 PACK 能量密度的优势不明显）。

1.1、圆柱电池：盛行海外，国内渗透率较低

在中国范围内，也早有一批圆柱形电池的追随者，如比克、沃特玛、力神等，但市场表现不佳。2021 年前三季度我国圆柱动力电池装机量约 6.63GWh，同比增长 14%，排名前十企业合计约 6.6GWh，其中，LG 化学凭借配套特斯拉 model 3、Model Y 圆柱 21700 电池占据高达 77%的装机份额。

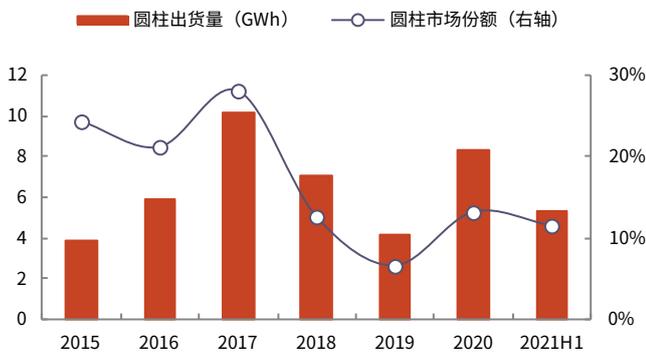
表 3：2017-2021Q1-3 我国动力圆柱电池装机排名

	2017	装机量 (GWh)	2018	装机量 (GWh)	2019	装机量 (GWh)	2020	装机量 (GWh)	2021Q1-3	装机量 (GWh)
1	深圳沃特玛	2.41	深圳比克	1.74	国轩高科	1.20	LG 化学	6.46	LG 化学	5.08
2	深圳比克	1.65	天津力神	1.56	力神电池	0.76	国轩高科	0.90	国轩高科	1.17
3	江苏智航	0.73	国轩高科	0.75	比克电池	0.69	松下	0.37	力神	0.12
4	惠州亿纬锂能	0.61	珠海银隆	0.50	珠海银隆	0.35	力神	0.23	松下	0.08
5	珠海银隆	0.57	远东福斯特	0.46	联动天翼	0.34	比克电池	0.16	珠海银隆	0.05
6	天津力神	0.55	江苏智航	0.42	上海德朗能	0.20	珠海银隆	0.12	比克电池	0.04
7	浙江天能	0.51	上海德朗能	0.26	苏州宇量	0.18	苏州宇量	0.02	亿纬锂能	0.02
8	远东福斯特	0.48	东莞振华	0.24	三洋电池	0.14	鹏辉能源	0.02	联动天翼	0.02
9	上海德朗能	0.41	惠州亿纬锂能	0.16	横店东磁	0.09	智航新能源	0.01	鹏辉能源	0.01
10	孚能科技 (赣州)	0.31	天鹏能源	0.16	远东电池	0.06	上海朗德	0.01	三星 SDI	0.01

资料来源：高工锂电、光大证券研究所

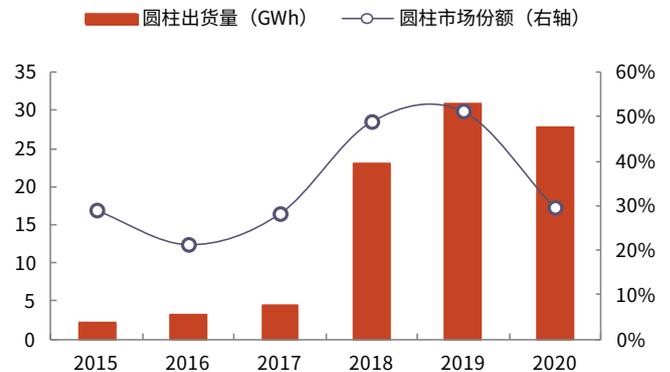
2020 年，圆柱电池在国内市场份额提升，主要由于国产特斯拉的放量，带动 LG 化学圆柱电池（21700）装机提升；2021H1 圆柱电池在国内市场份额稳定在 10%+。2020 年，海外圆柱电池出货量下降，整体份额下降约 20pct。

图 2：中国圆柱电池出货量与市场份额



资料来源：高工锂电、光大证券研究所

图 3：海外圆柱电池出货量与市场份额

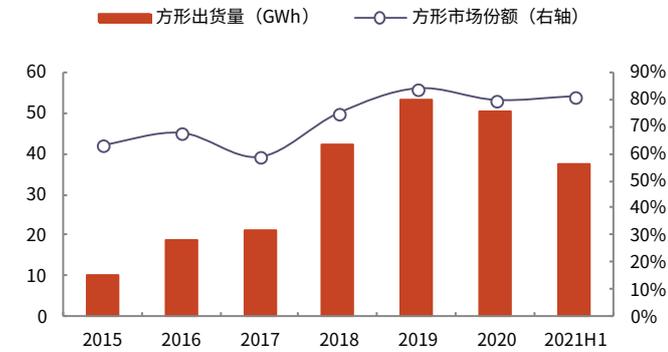


资料来源：高工锂电、光大证券研究所

1.2、 方形电池：国内主导，海外占比低于国内

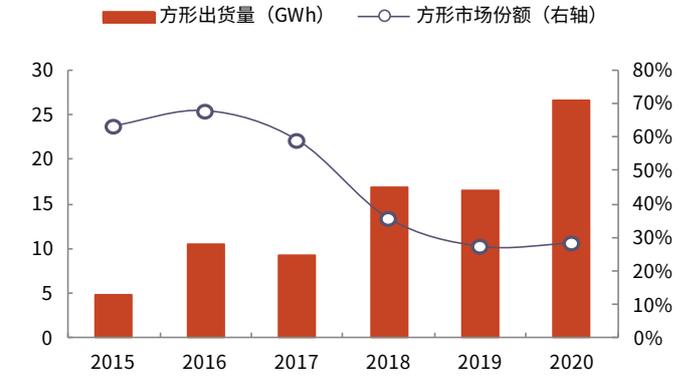
在国内，方形电池长期占据主导地位。2020 年，国内方形电池出货量占比 80%，较 2019 年下降 4pct，2021H1 略有提升；海外方形电池出货量提升较快，但由于总量扩大，份额保持稳定，总体上方形占比低于国内。

图 4：中国方形电池出货量与市场份额



资料来源：高工锂电、光大证券研究所

图 5：海外方形电池出货量与市场份额



资料来源：高工锂电、光大证券研究所

三星 SDI

1999 年，三星 SDI 开始进入电池领域。

2009 年，宝马推出搭载三星 SDI 方形电池的纯电动汽车 Megacity。其生产商，正是三星 SDI 和博世于 2008 年 6 月合作建立的合资公司 SB Limotive。三星 SDI 由此进入动力电池市场。

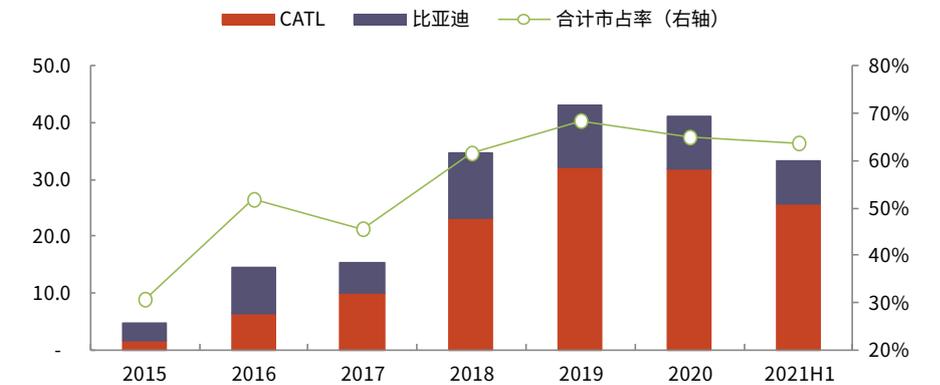
2013 年，三星 SDI 与宝马签订长期合作协议，成为宝马核心供应商；之后又与大众、奥迪、保时捷等车企达成合作。

宁德时代和比亚迪

宁德时代和比亚迪的快速崛起，奠定了方形电池在国内的主导地位。2015-2016 年，比亚迪动力电池装机量位列国内第一，宁德时代位列第二；2017-2021H1，宁德时代动力电池装机量位列国内第一，比亚迪位列第二。

整体来看，2017-2019 年，我国动力电池装机集中度提升较快，宁德时代（CATL）和比亚迪合计市占率从 46% 提升至 68%。

图 6：CATL 和比亚迪奠定了方形电池在国内的主导地位



资料来源：高工锂电、光大证券研究所，左轴：装机量（GWh）

表 4：2018-2020 年我国方形电池装机排名

	2018	装机量 (GWh)	2019	装机量 (GWh)	2020	装机量 (GWh)
1	宁德时代	23.18	宁德时代	31.93	宁德时代	29.31
2	比亚迪	11.44	比亚迪	10.78	比亚迪	9.01
3	国轩高科	2.34	国轩高科	2.01	中航锂电	3.82
4	亿纬锂能	1.11	亿纬锂能	1.77	国轩高科	2.34
5	中航锂电	0.72	中航锂电	1.49	时代上汽	1.60
6	星恒电源	0.57	力神	1.19	力神	0.69
7	哈光宇	0.55	时代上汽	0.74	亿纬锂能	0.64
8	力神	0.50	欣旺达	0.65	瑞普能源	0.58
9	鹏辉能源	0.48	鹏辉能源	0.64	塔菲尔	0.54
10	塔菲尔	0.27	塔菲尔	0.38	星恒电源	0.54

资料来源：高工锂电、光大证券研究所

1.3、软包电池：受益于欧洲新能源车崛起，两大巨头推动

动力软包电池由 AESC 开创，由 LG 化学发扬光大。

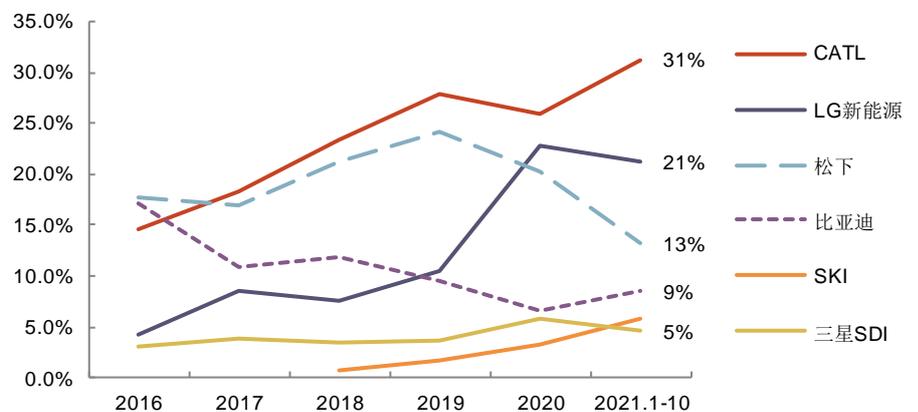
2007 年，动力电池公司 AESC（日产与 NEC 合资公司）将用于手机产品的软包电池做到了车规级标准。2010 年后，搭载 AESC 软包电池的纯电动车日产聆风广受欢迎。

2009 年，LG 化学与现代共同推出首款现代 Avante 以及 Forte 电动车，正式迈入汽车电动化时代。2009-2015 年，LG 化学动力电池客户先后囊括通用、福特、科勒莱斯美国三大主流车企，顺利拿下雷诺、沃尔沃、奥迪、戴姆勒等欧洲客户，并通过雷诺-日产-三菱联盟逐渐进入日系车供应链。

受益于广泛的客户基础，LG 化学在 2019-2020 年迅速崛起。2020 年，LG 化学完成装机量 31GWh，在全球范围内仅次于 CATL，甚至在 2020H1 实现反超 CATL。2020H1，在欧洲，LG 化学长期布局的欧洲新能源车市场需求跃升，LG 配套的雷诺 Zoe、现代 Kona 等车型畅销；在中国，国产特斯拉放量，多次保持月度新能源车销量冠军。LG 化学动力电池出货量大幅提升，2020 年上半年 LG 化学市场份额较 2019 年提升 14PCT 至 25%，一度超过同期的 CATL（23%）。

同时，另一软包龙头 SKI 迅速崛起。2020 年 SKI 实现装机量 7GWh，较 2019 年的 1.97GWh 提升明显。

图 7：2016-2021 年 1-10 月全球动力电池装机量 top5 市占率

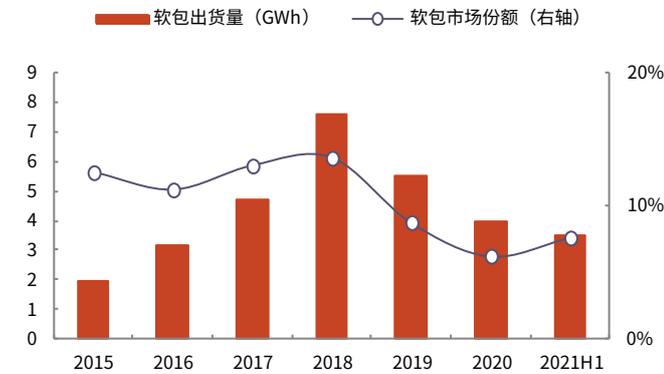


资料来源：SNE Research，光大证券研究所

2020年，欧洲新能源车渗透率快速提升，带动海外软包电池出货量增加，其市场份额实现翻倍（从2019年的21%提升至2020年的42%）。

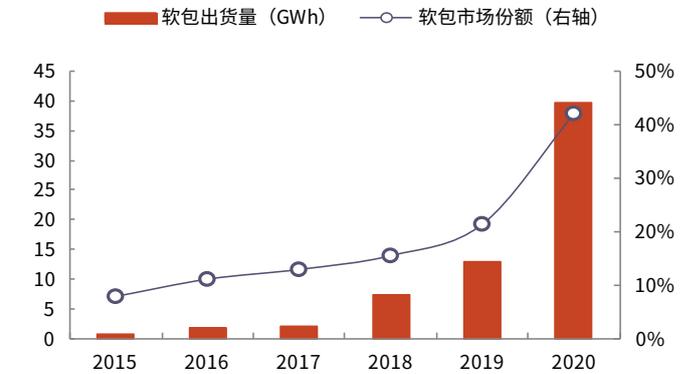
而在国内，软包市场份额进一步萎缩，从2019年的8.7%下降至2020年的6.2%；2021H1略有提升。

图 8：中国软包电池出货量与市场份额



资料来源：高工锂电、光大证券研究所

图 9：海外软包电池出货量与市场份额



资料来源：高工锂电、光大证券研究所

国内软包企业有孚能科技、万向 A123、微宏动力、捷威动力、北京国能、亿纬锂能、卡耐新能源等。

表 5：2017-2020 年我国软包电池装机排名

	2017	装机量 (GWh)	2018	装机量 (GWh)	2019	装机量 (GWh)	2020	装机量 (GWh)
1	北京国能	0.81	孚能科技	1.84	孚能科技	1.21	孚能科技	0.71
2	孚能科技	0.67	北京国能	0.82	卡耐新能源	0.63	捷威动力	0.58
3	天劲新能源	0.48	卡耐新能源	0.64	多氟多	0.61	宁德时代	0.44
4	微宏动力	0.34	万向 A123	0.60	捷威动力	0.56	亿纬锂能	0.41
5	捷威动力	0.32	桑顿新能源	0.54	桑顿新能源	0.56	多氟多	0.36
6	多氟多	0.26	微宏动力	0.47	河南锂动	0.40	盟固利	0.24
7	卡耐新能源	0.25	捷威动力	0.44	宁德时代	0.38	万向 A123	0.22
8	万向 A123	0.19	宁德时代	0.34	盟固利动力	0.26	桑顿新能源	0.13
9	天丰电源	0.14	盟固利动力	0.32	万向 A123	0.18	微宏动力	0.11
10	骆驼新能源	0.10	天劲新能源	0.31	微宏动力	0.18	衡远新能源	0.06

资料来源：高工锂电、光大证券研究所

1.4、中国与海外不同的趋势

由于多数头部动力电池企业往往主打圆柱、方形、软包中的一种，因此不同类型电池市场份额的变化，在一定程度上代表了头部动力电池企业角逐的历史。

对比我国和海外不同类型电池市场份额变化，可以看到 2017 年是一个分界线。

2017 年前：

我国与海外在不同类型电池市场份额变化方面趋势相同。方形电池占据 60% 以上的市场份额，2015-2017 年呈现“先升后降”的趋势；软包电池市场份额保持稳定，约在 10% 左右；圆柱电池市场份额在 2016 年受到方形电池挤压，在 2017 年得到恢复。

2017 年后：

我国与海外在不同类型电池市场份额变化方面表现出完全不同的趋势。

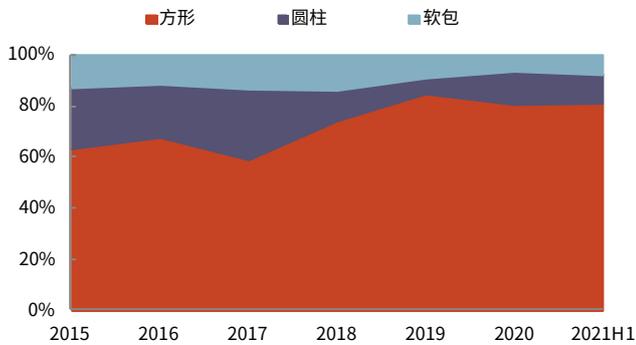
我国方形电池份额获得突破，2019 年市场份额接近 85%。这与宁德时代的崛起密不可分，2018 年宁德时代实现 IPO 上市，带动了方形电池市场份额的增长。2020 年，由于特斯拉 model Y 的热销，带动我国圆柱电池市场份额回升，而软包电池市场份额则持续受到挤压。

在海外，方形电池市场份额自 2017 年后一路下滑，近两年保持平稳，2020 年市场份额 28%。而圆柱电池和软包电池则先后实现放量，2017-2019 年，圆柱电池市场份额由 28% 提升至 51%，同时松下伴随着特斯拉在全球崛起。

2020 年海外软包激增，2021H1 国内方形再度崛起：

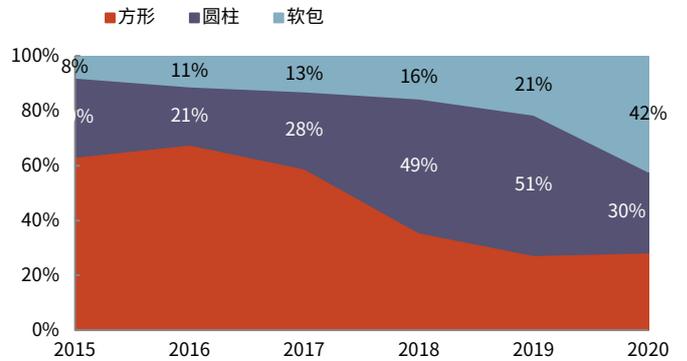
海外软包电池市场份额由 2019 年的 21% 翻倍至 2020 年的 42%。这基本得益于 LG 化学的放量，其根本原因在于欧洲电动车渗透率快速提升。而 2021H1 由于国内新能源车市场需求旺盛以及宁德时代的放量，方形电池装机量高速增长，全球方形电池市占率反弹至 53%。

图 10：我国不同类型电池市场份额变化



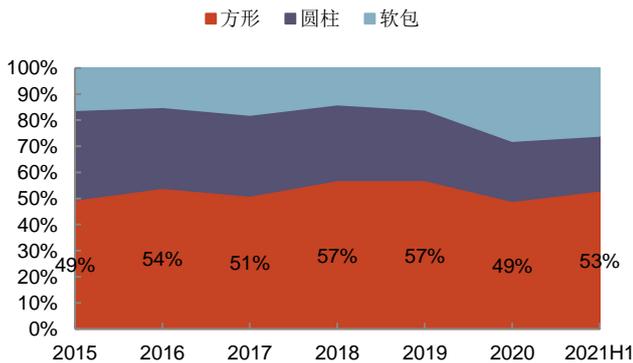
资料来源：高工锂电、光大证券研究所

图 11：海外不同类型电池市场份额变化



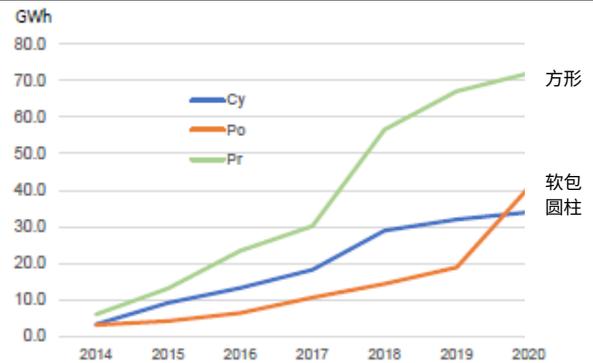
资料来源：高工锂电、光大证券研究所

图 12：全球不同类型电池市场份额变化



资料来源：SNE Research、光大证券研究所

图 13：全球不同类型电池装机量变化



资料来源：SNE Research、光大证券研究所；Cy: 圆柱, Po: 软包, Pr: 方形

2、圆柱电池领跑者，特斯拉与松下的“十年之痒”

2.1、 特斯拉：引领电池技术迭代方向

技术更替是汽车电动化浪潮的核心驱动力，风险和机遇并存。新能源汽车当前的痛点包括续航能力、充电效率、成本、安全性等，电池成为新能源汽车渗透率提升的关键。目前市场上主流的车用电池是锂电池，主要以三元锂电池、磷酸铁锂电池、锰酸锂电池为主。电池环节的技术更新会带来风险但也伴随着机遇，因此关注技术路线十分重要；特斯拉搭载的动力电池始终引领行业，有必要对其电池战略加以重视。

自 2004 年成立以来，特斯拉共有 5 款电动车上市。松下是其动力电池领域的战略合作伙伴。Model S/3 的电池都体现出明显的技术进步，从迭代方案来看，主要包括材料层面、结构层面等。

- Roadster 于 2006 年正式亮相，2008 年开始交付，采用钴酸锂+石墨方案，电芯为圆柱 18650 方案，系统能量密度约 120Wh/kg。
- Model S 于 2009 年推出，2012 年开始交付，采用 NCA+石墨方案，电芯沿用圆柱 18650，系统能量密度超过 150Wh/kg。
- Model X 是一款 SUV，于 2012 年首次亮相，2015 年开始交付，采用 NCA+石墨方案，电芯沿用圆柱 18650，系统能量密度超过 150Wh/kg。
- Model 3 于 2014 年亮相，2017 年开始交付，这款车是特斯拉真正向大众市场进军的里程碑产品，采用了新型的 21700 圆柱电芯，采用 NCA+硅碳方案，并且模组和 Pack 系统也做了调整，系统能量密度也有提升。
- 国产 Model 3 于 2019 年末开始交付，电池供应商增加了 LG 化学、宁德时代。
- Model Y 于 2019 年发布，2020 年开始交付。这是一款 SUV 车型，与 Model 3 共享 75%的零部件，电池仍然采用 21700 圆柱电芯，其他参数可能与 Model 3 接近。

表 6：特斯拉已交付车型的动力电池演变过程

车型	上市年份	续航里程 (km)	正极类型	负极类型	单体型号	供应商	单体能量密度 (Wh/kg)	系统能量密度 (Wh/kg)	电量 (kWh)
Roadster	2008	393	早期为 LCO	石墨	18650	LG (RoadsterR80) 等		120	53
Model S	2012	400	NCA	石墨	18650	松下	243		60
		450	NCA	石墨	18650	松下	243		70
		490	NCA	石墨	18650	松下	243		75
		500	NCA	石墨	18650	松下	243		85
		557	NCA	石墨	18650	松下	258	152	90
		650	NCA	石墨	18650	松下	258		100
Model X	2015	355	NCA	石墨	18650	松下	243		60
		400	NCA	石墨	18650	松下	243		75

	470	NCA	石墨	18650	松下	258	152	90
	500/550	NCA	石墨	18650	松下	258		100
Model 3 2017	460	NCA	硅碳	21700	松下	300	159.5	60
	480	NCA	硅碳	21700	松下	300		60
	595	NCA	硅碳	21700	松下	300		75
	590	NCA	硅碳	21700	松下	300		75
	664	NCA	硅碳	21700	松下	300		75
国产 Model 3 2019	445	NCM811	石墨	21700	LG	300	145	52
	455	NCA	硅碳	21700	松下	300	153	52
	507	NCA	硅碳	21700	松下	300		
Model Y 2020	509	NCA	硅碳	21700	松下	300		

资料来源：特斯拉官网等，光大证券研究所整理

2.2、圆柱电池：受益于特斯拉

1992年，日本索尼公司发明了锂电池。综合考虑当时的设备工艺和技术条件，索尼选择了一条在当时看来最稳妥可行的方案——18650圆柱形电池。

1994年，松下开始制造锂离子电池。1997年，搭载松下圆柱形镍氢电池的第一代混动车型丰田普锐斯上市。到了1998年，松下的18650圆柱形锂电池已批量装配在世界多个品牌的笔记本电脑。

因此，在特斯拉为第一代Roadster(2008年上市)选择电池供应商的时候，18650圆柱形电池是当时最成熟稳定的锂离子电池。特别是日本厂商，在经过多年积累，在生产工艺方面积累了大量经验，其生产的18650圆柱形电池在一致性、安全性方面都达到了较高的水平。

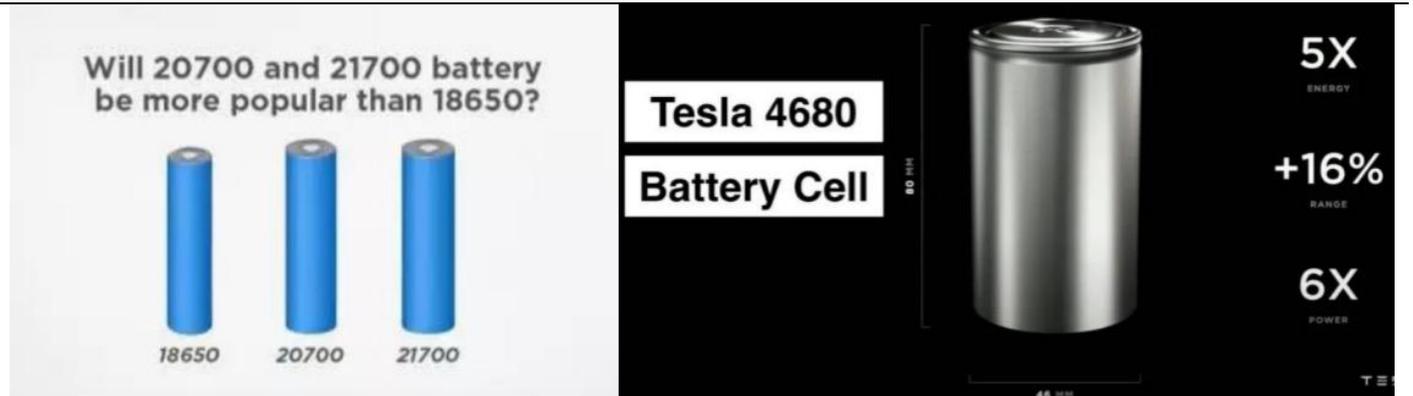
2008年起，松下牵手特斯拉，强强联合，为特斯拉独供松下18650圆柱型电池，正式开启了圆柱形锂电池应用于纯电动车的时代。

表 7：松下电池业务发展历史

时间	事件
1994	成功研发锂电子充电电池
1994	三洋开始生产圆柱、方形锂电池
1998	研发方形锂电池
1999	生产聚合物电池
2004	三洋开始给本田 HEV 和福特 PHEV 生产电池
2008	开始与特斯拉合作，为特斯拉独家提供 18650 圆柱型锂离子电池
2010	日本 Suminoe 工厂投产
2011	松下收购三洋电机
2013	日本 kasai 工厂扩大产量
2014	松下与特斯拉合资共 50 亿美元，其中松下出资 16 亿美元，在美国内华达州首建 Gigafactory 超级工厂，为特斯拉生产 21700 锂离子电池
2015	建设大连工厂生产方形锂离子电池，打造中国“新能源专用方形锂电工厂”
2017	美国 Gigafactory 超级工厂投产
2017	苏州工厂投产，18650 型锂离子电池年产能达到 1 亿只
2018	大连工厂开始量产，产能 5Gwh
2019	在中国上海建设超级工厂

资料来源：公司官网，鑫椤锂电，高工锂电，真锂研究，光大证券研究所整理

图 14：不同尺寸圆柱电池对比、松下推出的 4680 电池



资料来源：高工锂电，OFweek，特斯拉官网，光大证券研究所

专供特斯拉需求，松下主攻圆柱型锂离子电池。

(1) 发展初期的特斯拉在比较“与电池供应商一起去改善层叠式电池的生产工艺使其一致性更高”和“管理单体容量小，单体数量多但一致性好的 18650 圆柱型电池”后，人力物力有限的特斯拉更倾向于选择开发一套管理单体数量多但单体一致性很好的电池系统。

(2) 多年来，日本厂商在 18650 电池的生产工艺上积累了大量的经验，使得产出的 18650 电池的一致性、安全性都达到了非常高的水准。松下生产的 18650 电池是最早也是工艺十分成熟的锂离子电池，因此松下与特斯拉随即达成合作，松下因此对圆柱电池的资本投入规模不断增加，方形电池产能规模相对而言一直较小。

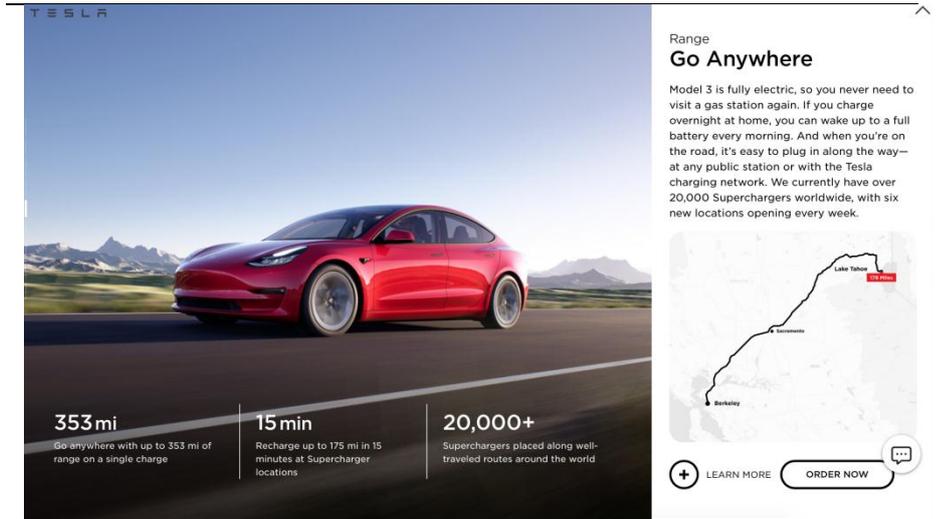
(3) 随着新能源市场的需求增加，特斯拉新能源汽车订单量不断增加，松下领先的圆柱型锂离子电池技术和与日俱增的电池产能需求成就了松下圆柱型动力电池领域霸主地位。

2.3、从 18650 到 21700 再到 4680，维持圆柱电池优势

松下不断升级电池技术，从 18650 到 21700，能量密度不断提升。2008 年松下开始与特斯拉合作，生产 18650 钴酸锂电池供电 Roadster，但最初能量密度只有 50-70Wh/kg，目前松下 NCA 材料 18650 电池最高单体能量密度已达到近 260Wh/kg。

2014 年松下开始量产 21700 电池，增大了电池尺寸达到了电池扩容的效果，单体容量上升 35%，大电芯在推进电池性能提升的同时，降低了 pack 系统管理难度，减少了电池包金属结构件及导电连接件成本。

图 15: 特斯拉 Model 3 续航性能



资料来源：特斯拉官网，光大证券研究所

21700 电池相比于 18650 电池，能量密度提升 20%左右，并具有更高的充电速率，成本更低，续航性能更强，相比于其他新能源汽车优势尽显。同时相比于 18650 电池系统售价 185 美元/Wh，21700 的系统售价能够降低到约 170 美元/Wh，下降约 9%，成本能够得到有效控制。凭借特有技术的经验积累以及和特斯拉降低成本提高质量的合作生产，松下在 NCM 和 NCA 电池方面的性价比得到了下游验证。

图 16: 松下公司的 18650 电池



资料来源：真锂研究，光大证券研究所

图 17: 松下公司的 21700 电池



资料来源：EV 世纪，光大证券研究所

表 8: 18650 与 21700 参数对照

配套电池型号	电池规格	电池容量	电池能量密度	售价
18650	直径 18mm*长度 65mm	2200-3600mAh	250Wh/kg	约 185 美元/kWh
21700	直径 21mm*长度 70mm	3000-4800mAh	300Wh/kg	约 170 美元/kWh

资料来源：鑫椏锂电，光大证券研究所，截至 2018 年

当下松下生产 18650 电池配套供给特斯拉 Model S 和 Model X，21700 电池配套供给特斯拉 Model 3。2019 年松下投资升级其在日本的 18650 电池生产线，以生产特斯拉使用的新型 21700 电池。

3、 特斯拉引领 4680 电池结构创新，趋势确立、各家跟进

3.1、 为什么是 4680？

电池降本曲线近年来趋缓，促使特斯拉从电池设计和生产方面重新思考。特斯拉从电芯设计、电池工厂、正极材料、负极材料、电芯-车辆整合五个方面实现持续创新和降本。2020 年 9 月特斯拉在电池日首次发布了 4680 电池。4680 大圆柱是电池形态的改进和创新，在电芯设计方面能够不断降本增效，提升技术指标，同时能够在整车层面实现和 CTC、一体化压铸的整合，在制造层面大幅降本，实现“极限”制造。

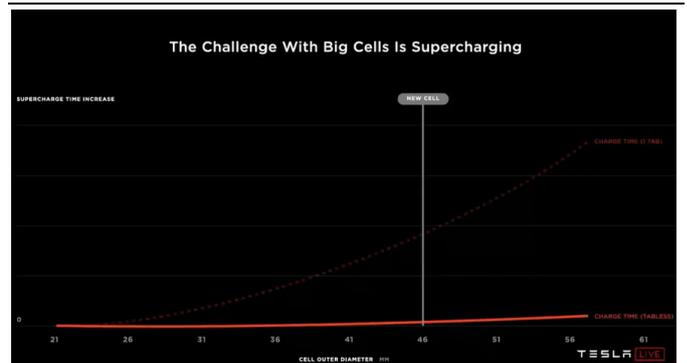
为什么是 4680？ 4680 平衡的是成本降低与体积降低（续航里程）。提高圆柱电池的的尺寸，可以降低结构件等的成本，但降本幅度趋缓。但尺寸过大，圆柱电池的空间利用率降低，电芯体积能量密度降低从而影响续航；并且大电芯的散热问题难以解决。因此，为了平衡降本和续航，4680（46mm 直径，80mm 长度）成了尺寸的一个“最优解”。需要注意的是，最优解存在一个范围，4680 泛指大圆柱电池的的尺寸，也包括 4695 等其他型号。

图 18：圆柱电池直径可提升续航，降低成本



资料来源：特斯拉电池日 PPT；横轴：圆柱电池直径，纵轴：提升幅度；黄线：续航里程，红线：成本降幅

图 19：“无极耳”大幅提升快充性能



资料来源：特斯拉电池日 PPT；横轴：圆柱电池直径，纵轴：快充时间；虚线：有极耳，红线：无极耳

3.1.1、 4680 大圆柱技术指标提升，推动高镍三元+硅基发展

更加适配高镍三元+硅基负极的高能量密度方案。4680 和能量密度更高的高镍三元正极、硅基负极相得益彰，更加适配高能量密度路线。在 4680 大圆柱体系中，正极主流厂商采用 NCM811 正极，且由于 4680 大圆柱对于硅基负极体积膨胀的容忍性更高，因此未来更加适配高镍+硅基负极体系。

结构简化，系统能量密度提高。4680 单体电芯重量虽然更重，是 21700(70g) 的五倍，但单体电芯容量更高。换算后，4680 单体电芯的能量密度能达到 283W/kg，高于 21700，组装成模组和电池包后，能够减少面积、提升容量。21700 需要两大两小共四个模组，4680 不需要模组，配套的结构件、冷却系统、线缆等重量共 12kg，仅是 21700 配套重量的四分之一。

快充性能大幅提高。圆柱电池外径越大，成本越低。大圆柱最大的挑战是快充速度，由于体积变大，在超级快充的情况下电芯内部散热问题难以解决，所以通过创新“无极耳”（tabless）设计，降低电流距离，实现内阻下降，解决发热问题。4680 大圆柱能够在 20 分钟内完成从 10%到 80%SOC 的快充，甚至能达到 10、15 分钟，相较于 21700 的 30 分钟，**充电时间更短**。这是因为 4680 创新

性地采用了无极耳的结构，电流可以从底部向各个方向传输，相较于 21700 和 18650 的极片横向传输达到极耳，内阻要降低不少，在倍率性能上占据优势。

据特斯拉电池日报道，4680 新电池（46mm 直径，80mm 长度）实现了多项技术指标提升：续航里程提升 16%，充放电功率是 21700 电池 6 倍、能量是 21700 电池 5 倍，而成本可以下降 14%。

图 20：特斯拉 4680 大圆柱及无极耳设计



资料来源：特斯拉电池日 PPT

3.1.2、4680+CTC+一体化压铸车身，“极限”制造无限可能

4680 大圆柱还可作为一种“结构电池”，由于标准化程度高，可灵活运用于各车型的 CTC 设计。大圆柱有着双重结构，不仅可作为供能设备，也可以作为结构件。据特斯拉电池日报道，相比于 21700 电池，提升 16% 续航，减少 370 个零件数量。

一体化压铸车身与 4680+CTC 适配性高，协同降低制造成本，实现“极限”制造。特斯拉还提出一体式压铸后车身总成，将原来通过零部件冲压、焊接的总成一次压铸成型，相比原来可减少 79 个部件，制造成本因此下降 40%。

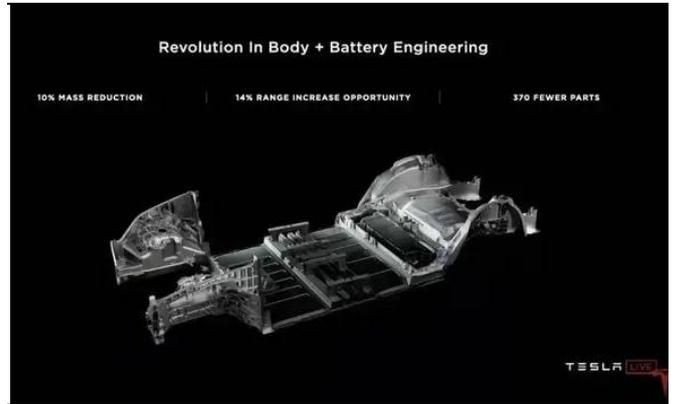
一体化压铸车身和高集成度电池设计，不仅仅是产品创新，而且是一项重大简化，减少了浇铸设备、结构性电池 pack。据特斯拉电池日报道，相比之前的车身设计，单 GWh 投资降低了 55%，底盘面积节约了 35%。在电池 pack 层面，可降本 7%。

图 21：特斯拉的 4680 Model Y 的结构设计



资料来源：特斯拉 2021 柏林工厂开放日

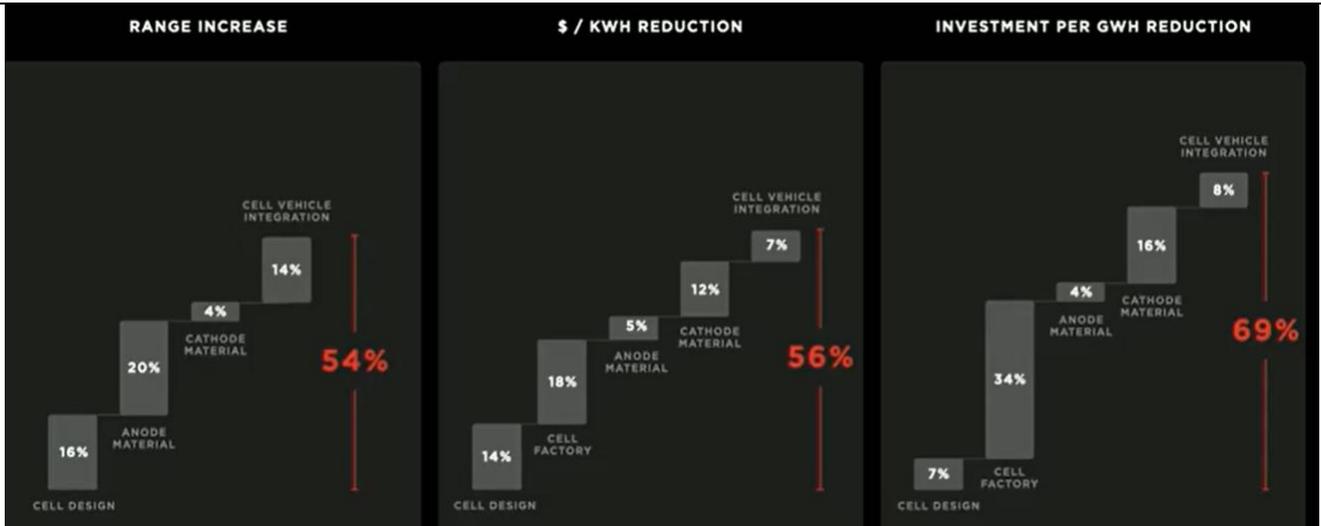
图 22：特斯拉一体化车身



资料来源：特斯拉电池日 PPT

4680 结构创新推动三元电池体系持续降本。从特斯拉公布的路径来看，其当前的磷酸铁锂电池主要是依靠中国供应商制造的，而高镍电芯则一方面依靠自己的团队，另一方面也在推动松下、LG 等原供应商制造开发。在高镍电池方面，特斯拉有信心在续航里程上相比于 21700 提升 54%（电芯设计、负极、正极及电芯底盘集成分别贡献提升 16%、20%、4%、14%）；单位成本下降 56%（电芯设计、电芯工厂、负极、正极及电芯底盘集成分别贡献下降 14%、18%、5%、12%、7%）；单位设备投资额下降 69%（如下图）。

图 23：特斯拉降本目标



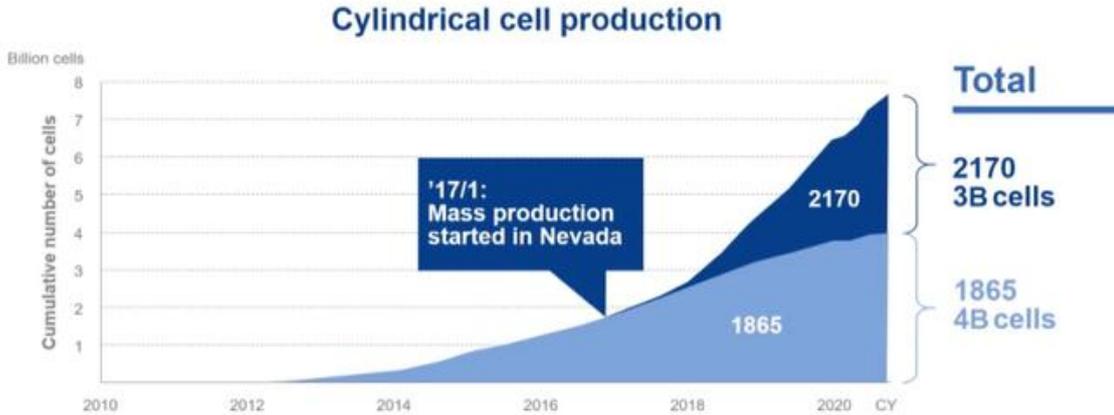
资料来源：特斯拉电池日 PPT

3.1.3、预计 2025 年特斯拉 4680 电池装机超 100GWh

特斯拉销量及 4680 电池测算假设：

- 1) 2021 年 特斯拉全球交付量 93.6 万辆（同比增长 88%），据光大证券汽车团队 2022 年 1 月 28 日报告《4Q21 汽车毛利率抬升，2022E 聚焦产能与供应量——特斯拉 (TSLA.O) 2021 四季度业绩点评》的预测，预计 2022E 全球交付量 140+万辆。
- 2) 磷酸铁锂电池在特斯拉车型中占比将提升，三元电池占比逐年降低。特斯拉在其 21Q3 投资者电话会议上表示，特斯拉正在计划改变其标准续航版车型的电芯类型，将使用磷酸铁锂（LFP）电芯取代之前的三元锂电池，而长续航版车型则会继续使用三元锂电池。由于中国新能源车市场中磷酸铁锂电池技术较为成熟，三元、铁锂电池销售占比均衡，预计海外新能源车市场中磷酸铁锂占比将提升。
- 3) 4680 电池与高镍三元电池体系适配性高，预计在三元车型中渗透率逐步提升。特斯拉在 21Q4 财报电话会上表示，2022 年已经在德州工厂使用 4680 电芯制造 Model Y 车型，预计于 2022 年一季度末开始交付，渗透率之后逐步提升；中国和欧洲市场渗透率提升进度预计稍慢于美国市场。随着未来良品率提升、成本下降，4680 电芯可能在 Model S 和 Model X 上使用。
- 4) 参考 21700 替代 18650 圆柱电池的速度，21700 圆柱电池 2017 年量产之后，3 年后 21700 型号即占据了圆柱电池的过半份额。随着 4680 良率逐步提升至 90%以上，替代速度会很快。

图 24：松下 21700 替代 18650 圆柱电池的进度



资料来源：松下《Evolution of Battery Technology and Manufacturing at Panasonic》。左图纵轴：圆柱电芯产量，单位：十亿只

5) 随着续航里程提升与车型结构变化，预计 2021-25E 特斯拉车型的平均带电量分别为 64 / 70 / 73 / 74 / 75 kWh。

据我们测算，随着特斯拉全球销量增长以及 4680 电池在三元电池车型中渗透率提升，预计 2025 年特斯拉搭载 4680 电池的车型销量将超 160 万辆，在特斯拉总销量中渗透率近 50%，装机量预计达 123GWh。

表 9：特斯拉销量及 4680 电池需求测算

	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
特斯拉全球销量 (万辆)	93.6	145	207	271	336
YoY		54%	43%	31%	24%
Model 3 销量 (万辆)	39.5	49.5	59	74	81
Model Y 销量 (万辆)	51.6	81	123	160	205
Model S&X 销量 (万辆)	2.5	4	5	7	10
Cybertruck 等销量 (万辆)	0	10	20	30	40
三元渗透率	80%	74%	68%	64%	59%
4680 在三元渗透率	0%	13%	35%	52%	82%
搭载 4680 电池的车型销量 (万辆)	0	14	50	90	164
4680 装机渗透率	0%	10%	24%	33%	49%
4680 电池装机量 (GWh)	0	10	36	66	123
yoy			255%	85%	85%

资料来源：Wind, marklines, 光大证券研究所测算

3.2、 4680 电池趋势确立，吸引多家企业布局

各家头部企业积极布局技术研发，加速推进 4680 量产下线。特斯拉的大规模量产进展较快，预计 2022 年将批量交付，据 SNE Research，宝马紧随其后，量产进度预计将在 2024-2025 年左右。在特斯拉和宝马的带动下，更多车企有望转入大圆柱这一路线。

特斯拉: 2020 年电池日上, 特斯拉首次推出了新型 4680 电池。2021 年 10 月, 特斯拉在柏林工厂首次展示 Model Y 的集成式底盘电池包。特斯拉在 21Q4 财报电话会上表示, 2022 年已经在德州工厂使用 4680 电池制造 Model Y 车型, 预计于 2022 年一季度末开始交付。

松下: 作为特斯拉在海外市场最大的供应商, 松下走在了研发的最前沿。松下公布了其为特斯拉研发的 4680 电池原型, 并宣称已经解决了多个技术瓶颈, 据外媒 CleanTechnica 报道, 松下电池部门负责人忠信和雄表示, 松下将于 2022 年 4 月试生产 4680 电池, 有望在 2022 年内实现特斯拉装车。

亿纬锂能: 扩产 20GWh 乘用车用大圆柱电池项目。2021 年 11 月, 亿纬锂能公告, 公司拟与荆门高新区管委会签订《合同书》, 将分别在荆门高新区投资建设 20GWh 乘用车用大圆柱电池生产线及辅助设施项目、16GWh 方形磷酸铁锂电池生产线及辅助设施项目, 投资项目固定资产投资总额约为 62 亿元。

StoreDot: 以色列电池初创公司 StoreDot 2021 年 9 月宣布成功生产出第一款 4680 圆柱形电池, 只需 10 分钟即可充满电。StoreDot 与合作伙伴亿纬锂能的样品产线正在提升产能, 有望在 2024 年实现新电池的批量生产。

表 10: 4680 大圆柱电池进展

公司	时间表											目标客户
	2020		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	
特斯拉	Battery Day (20.9 月)	Pilot	Pilot (70~80%)	MP	Prospects to start mass production in 2022 (Tesla)							In house
松下		Pilot	Pilot (70~80%)	MP								Tesla...
LGES		Design	Pilot	Pilot	MP			Prospects to start mass production in 2025(BMW)				Tesla, BMW...
三星 SDI		Design	Pilot	Pilot	Pilot	MP						BMW...
宁德时代			Design	Pilot	Pilot	MP(not fixed)						Tesla, BMW, ...
比克		Sample	Pilot	Pilot	MP							Tesla bidding
亿纬			Design	Pilot	Pilot	MP(not fixed)						BMW bidding
Storedot			Sample	Pilot	Pilot	MP						VinFast

资料来源: SNE Research

在特斯拉引领下, 预计全球车企及电池厂将跟进 4680 电池趋势。假设:

- (1) 据中国汽车动力电池产业创新联盟, 2021 年 1-12 月, 我国动力电池装车量累计 154.5GWh, 同比累计增长 142.8%。据 SNE Research, 2021 年全球动力电池装机量为 296.8GWh, 比上年增长 102.18%。新能源车销量长期向好, 带动动力电池装机高速增长。我们根据 2022E-2025E 的国内和海外新能源车销量预测得出全球动力电池装机。
- (2) 根据 1.4 章圆柱电池装机份额数据, 预计 4680 大圆柱将带动圆柱电池的装机比例, 假设国内圆柱电池装机占比由 2021E 的 11% 提升至 2025E 的 20%, 海外圆柱电池装机占比由 2021E 的 30% 提升至 2025E 的 40%;

- (3) 4680 大圆柱在圆柱电池中的渗透率在 2023E 后快速提升，且海外由于圆柱电池市占率较高、4680 圆柱电池在特斯拉的引领下发展较快，渗透率略领先于国内；
- (4) 由于特斯拉在 4680 大圆柱电池的量产进度领先，预计 2022-23 年全球 4680 电池产量基本以特斯拉为主，与表 9 的测算结果吻合。

据我们测算，2025 年全球 4680 电池装机量预计将达 264GWh，在全球动力电池装机量中渗透率达到 22%，在圆柱电池装机量中渗透率将达 68%，有望实现从 0 到 1 到 N 快速增长。

表 11：全球 4680 电池装机量测算

4680 空间测算		2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
国内动力装机	国内新能源车销量 (万辆)	352.1	520	700	910	1143
	整体装机 (GWh)	154.5	225	295	381	486
	圆柱占比	11%	13%	15%	17%	20%
	圆柱装机 (GWh)	17	29	44	66	97
	4680 占圆柱		1%	16%	31%	60%
	4680 装机 (GWh)		0.3	7	20	58
海外动力装机	海外新能源车销量 (万辆)	298	552	792	1088	1442
	整体装机 (GWh)	142.3	274.7	397.4	549.3	735.5
	圆柱占比	30%	32%	35%	37%	40%
	圆柱装机 (GWh)	43	89	138	204	294
	4680 占圆柱		12%	22%	39%	70%
	4680 装机 (GWh)		11	30	80	206
全球圆柱电池装机合计 (GWh)		60	117	181	270	391
全球 4680 大圆柱装机合计 (GWh)			11	37	100	264
4680 渗透率-占圆柱			9%	20%	37%	68%
4680 渗透率-占动力			2%	5%	11%	22%

资料来源：中汽协，marklines，动力电池创新联盟，光大证券研究所测算

4680 电池本质上是对电池结构的创新，可做到方形电池的大容量和能量密度的同时，也兼具了圆柱电池散热好、可集成度高的优点，但对材料体系、生产工艺及设备都提出了更高的要求。4680 大圆柱电池在特斯拉和诸多电池厂的引领推动下，将在未来五年实现 0 到 1 到 N 的快速增长，成为中高端乘用车电池的大趋势，吸引其他厂商“入场”，发展前景良好。

4、投资建议

4680 电池的创新将推动锂电全产业链的革新，而 4680 电池的初衷在于提升能量密度、降低电池成本，这也在一定程度上解决了锂电池多年以来的“痛点”，技术创新带来的效能提升和成本降低，有望进一步促使全球电动汽车渗透率提升。而站在锂电技术高点的负极材料中的硅碳负极、电解液中的新锂盐 LiFSI、导电剂材料中的单壁碳纳米管 CNT 都有望在新一轮技术浪潮中加速驶入快车道。

1、电池：头部电池厂商纷纷加码 4680 电池阵营，未来有望成为圆柱电池主流型号。包括松下、LG 新能源、三星 SDI、宁德时代、亿纬锂能、StoreDot、比克电池均已深度布局 4680 电池，2022 年有望成为 4680 正式量产的“元年”。建议关注**宁德时代、亿纬锂能**。

2、结构件：国内结构件厂商积极布局 4680 电池壳，易拉罐设备生产厂商将大批量自动化产线和超薄金属成形技术运用于电池壳产线，或带来技术升级、降本增效的机会。建议关注**科达利、斯莱克、昇兴股份**。

3、正极：4680 电池设计的初衷是提升电池能量密度，高镍正极更能够达到高能量密度，但 4680 电池并不是三元锂电池独有技术，它同样可以兼容磷酸铁锂的电池体系，通过改善 4680 电池结构，磷酸铁锂体系的电池同样能够达到提升电芯能量密度的目的。当前时点来看，4680 电池技术主要由特斯拉、松下引领，化学体系由 NCA、高镍三元主导。建议关注**芳源股份、当升科技、中伟股份、容百科技**等。

4、负极：4680 电池为提升能量密度，将导入更多的硅基负极用量比例，硅基材料可以突破现有锂电材料能量密度的瓶颈。建议关注**贝特瑞、璞泰来、杉杉股份**。

5、电解液：由于硅基负极掺杂比例提升，需要搭配有较好的热稳定性、电化学稳定性、更高电导率的 LiFSI，电解液中的新型锂盐 LiFSI 用量增加，建议关注**天赐材料**等。

6、添加剂：硅基负极本身的导电性能差，因此需要增加单壁碳纳米管的使用。建议关注**天奈科技**。

5、风险分析

1、新能源车下游需求不及预期。新能源车销量不及预期影响 4680 电池的订单需求提升；

2、4680 电池渗透率提升进度不及预期。4680 作为圆柱电池的一种，若优势不能显著高于其他小圆柱、方形、软包电池，渗透率提升将不及预期；

3、竞争加剧导致盈利能力下滑。4680 大圆柱电池在降本增效方面具有先发优势，若众多厂商参与将使竞争加剧，超额收益降低。

行业及公司评级体系

评级	说明
买入	未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 15%以上
增持	未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 5%至 15%；
中性	未来 6-12 个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至 5%；
减持	未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 5%至 15%；
卖出	未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 15%以上；
无评级	因无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使无法给出明确的投资评级。
基准指数说明：	A 股主板基准为沪深 300 指数；中小盘基准为中小板指；创业板基准为创业板指；新三板基准为新三板指数；港股基准指数为恒生指数。

分析、估值方法的局限性说明

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

分析师声明

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，以勤勉的职业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告，并对本报告的内容和观点负责。负责准备以及撰写本报告的所有研究人员在此保证，本研究报告中任何关于发行商或证券所发表的观点均如实反映研究人员的个人观点。研究人员获取报酬的评判因素包括研究的质量和准确性、客户反馈、竞争性因素以及光大证券股份有限公司的整体收益。所有研究人员保证他们报酬的任何一部分不曾与、不与、也将不会与本报告中的具体推荐意见或观点有直接或间接的联系。

法律主体声明

本报告由光大证券股份有限公司制作，光大证券股份有限公司具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格，负责本报告在中华人民共和国境内（仅为本报告目的，不包括港澳台）的分销。本报告署名分析师所持中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格编号已披露在报告首页。

中国光大证券国际有限公司和 Everbright Securities(UK) Company Limited 是光大证券股份有限公司的关联机构。

特别声明

光大证券股份有限公司（以下简称“本公司”）创建于 1996 年，系由中国光大（集团）总公司投资控股的全国性综合类股份制证券公司，是中国证监会批准的首批三家创新试点公司之一。根据中国证监会核发的经营证券期货业务许可，本公司的经营范围包括证券投资咨询业务。

本公司经营范围：证券经纪；证券投资咨询；与证券交易、证券投资活动有关的财务顾问；证券承销与保荐；证券自营；为期货公司提供中间介绍业务；证券投资基金代销；融资融券业务；中国证监会批准的其他业务。此外，本公司还通过全资或控股子公司开展资产管理、直接投资、期货、基金管理以及香港证券业务。

本报告由光大证券股份有限公司研究所（以下简称“光大证券研究所”）编写，以合法获得的我们相信为可靠、准确、完整的信息为基础，但不保证我们所获得的原始信息以及报告所载信息之准确性和完整性。光大证券研究所可能将不时补充、修订或更新有关信息，但不保证及时发布该等更新。

本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次发布时光大证券研究所的判断，可能需随时进行调整且不予通知。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。客户应自主作出投资决策并自行承担投资风险。本报告中的信息或所表述的意见并未考虑到个别投资者的具体投资目的、财务状况以及特定需求。投资者应当充分考虑自身特定状况，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及作者均不承担任何法律责任。

不同时期，本公司可能会撰写并发布与本报告所载信息、建议及预测不一致的报告。本公司的销售人员、交易人员和其他专业人员可能会向客户提供与本报告中所载观点不同的口头或书面评论或交易策略。本公司的资产管理子公司、自营部门以及其他投资业务板块可能会独立做出与本报告的意见或建议不相一致的投资决策。本公司提醒投资者注意并理解投资证券及投资产品存在的风险，在做出投资决策前，建议投资者务必向专业人士咨询并谨慎抉择。

在法律允许的情况下，本公司及其附属机构可能持有报告中提及的公司所发行证券的头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或正在争取提供投资银行、财务顾问或金融产品等相关服务。投资者应当充分考虑本公司及本公司附属机构就报告内容可能存在的利益冲突，勿将本报告作为投资决策的唯一信赖依据。

本报告根据中华人民共和国法律在中华人民共和国境内分发，仅向特定客户传送。本报告的版权仅归本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式、任何目的进行翻版、复制、转载、刊登、发表、篡改或引用。如因侵权行为给本公司造成任何直接或间接的损失，本公司保留追究一切法律责任的权利。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。

光大证券股份有限公司版权所有。保留一切权利。

光大证券研究所

上海

静安区南京西路 1266 号
恒隆广场 1 期办公楼 48 层

北京

西城区武定侯街 2 号
泰康国际大厦 7 层

深圳

福田区深南大道 6011 号
NEO 绿景纪元大厦 A 座 17 楼

光大证券股份有限公司关联机构

香港

中国光大证券国际有限公司
香港铜锣湾希慎道 33 号利园一期 28 楼

英国

Everbright Securities(UK) Company Limited
64 Cannon Street, London, United Kingdom EC4N 6AE