

电气设备

科创板专题之一：能源革命，创新先行

科创板为技术创新和自主产权提供融资渠道，有望加快行业技术进步。创新是企业长期竞争力之本，处于技术快速迭代阶段的新能源产业有望充分受益于科创板的设立。技术创新是推动经济发展的核心动力，亦是企业构建护城河、打造核心竞争力的必经之路。在2018年11月5日首届中国国际进口博览会开幕式上，习近平主席表示“创新是第一动力。只有敢于创新、勇于变革，才能突破世界经济发展瓶颈”。新能源产业作为能源未来发展方向，持续的研发创新是产业发展的根本，上交所将新能源产业列为建议保荐机构重点推荐产业之一，将极大改善新能源产业融资环境，加速技术进步。

新能源发电产业降本增效是技术发展方向，风机大型化、光伏高转换效率化和核电国产化是必经之路。虽然我国风电光伏装机容量已达到全球领先水平，但仍处于平价上网的前夜，风光发电成本仍比火电高，技术进步带来的成本下降是行业实现风光平价的关键。陆上风机大型化趋势愈发明显，海上风电也处于高速发展期。光伏对于高效电池组件的追求从未停歇。核电具备基荷，三代核电技术路线已经确认，技术进步加快设备国产化进程实现核电安全可靠大规模发展。

新能源汽车产业尚处于导入期，动力电池技术快速迭代，低成本高能量密度是方向。目前新能源汽车产业的核心问题在于中游的动力电池性能不够好以及下游的车型品质不够好，因此中游的技术迭代和下游的供给优化是驱动新能源汽车产业发展的根本。中游技术迭代中短周期表现为高镍化趋势，高镍动力电池能量密度提升，降低各环节材料单耗实现成本下降，同时相同带电量重量减轻降低百公里电耗，提升乘用车续航里程。长周期固态电池是下一代突破性技术，尚处于实验室阶段。

高研发投入提升企业长期核心竞争力，与短期财务指标背离，处于生命周期不同阶段的公司，科创板将可更有效定价。技术研发有助于帮助公司提升自身的核心竞争力，并扩大其市场竞争地位。从A股已上市的公司来看，隆基股份为光伏行业龙头，研发费用占收入比例达到8%，相对估值也高于同行业其他公司。在风电、核电和新能源车板块，同样可以看到这样的趋势。从科创板的上市标准来看，对净利润要求并不高。同时成长期企业FCFF波动较大，且大量的研发支出或造成自由现金流净流出，A股常用的PE相对估值法和DCF绝对估值法或适用度一般。对于初创型企业，新技术还在前期研发阶段，项目成功与否存在不确定性，实物期权定价（real option valuation）是较好定价方法。对于成长期企业，EV/（EBITDA+研发费用）排除前期研发性资本投入和研发性费用支出对盈利能力的影响，给予企业更合理估值。

标的方面，建议关注目前上交所已经受理的容百科技和天奈科技，和目前行业内未上市的优质企业。

风险提示：科创板落地不及预期；风电环保政策和海上风电技术影响行业发展；风机招标价格下降影响风电设备商毛利率；国内光伏政策不及预期，全球装机需求受宏观经济影响不及预期；核电开工受阻；高镍动力电池产业化进展低于预期。

增持（维持）

行业走势



作者

分析师 王磊

执业证书编号：S0680518030001

邮箱：wanglei1@gszq.com

分析师 孟兴亚

执业证书编号：S0680518030005

邮箱：mengxingya@gszq.com

研究助理 吴星煜

邮箱：wuxingyu@gszq.com

相关研究

- 1、《电气设备：新能源汽车政策靴子落地，齐齐哈尔示范区2.52GW风电启动招标》2019-03-31
- 2、《电气设备：靴子落地，新能源汽车长周期投资机会来临》2019-03-27
- 3、《电气设备：容百科技科创板上市获受理，央企能源集团加大风电资本开支》2019-03-24

内容目录

一、科创板助力新能源行业加速发展.....	4
1.1 科技创新是行业立身之本，电新板块充分受益.....	4
1.2 高研发占比企业存在一定估值溢价，科创板估值体系或更注重研发.....	5
二、聚焦行业前沿科技，挖掘潜在科创板标的.....	9
2.1 风机大型化加快风电平价上网.....	9
2.1.1 陆上风机正在步入 4.0MW 时代.....	9
2.1.2 海上风电兴起助力海洋工程技术进步.....	10
2.2 光电转换效率提升是光伏企业竞争的核心技术.....	11
2.2.1 N 型电池片或将引领行业下一次电池片技术革命.....	12
2.2.2 组件技术助力转换效率提升.....	14
2.3 大型核电和小堆技术齐头并进助力高端设备国产化.....	15
2.3.1 CAP1400 和华龙一号三代大型核电积极推进.....	15
2.3.2 核电模块化和小堆亦是未来发展趋势.....	18
2.4 新能源汽车产业尚处于导入期，技术快速迭代.....	20
2.4.1 新能源汽车产业尚处于导入期.....	20
2.4.2 技术快速迭代是现阶段新能源汽车产业主特征.....	22
三、科创板潜在标的梳理.....	24
3.1 上交所已受理标的.....	24
3.1.1 容百科技：高镍正极产业化先驱.....	24
3.1.2 天奈科技：碳纳米管材料领导者.....	26
3.2 行业目前未上市、潜在科创板标的.....	30
风险提示.....	30

图表目录

图表 1: 上海证券交易所科创板上市规则.....	4
图表 2: 《上海证券交易所科创板企业上市推荐指引》.....	5
图表 3: 电力设备新能源板块研发投入占比和估值情况对比，注：财务数据使用的是 2017 年财务数据.....	6
图表 4: 实物期权定价两叉树演示.....	7
图表 5: 电力设备新能源板块 PE_ttm vs EV/(EBITDA+研发)，注：财务数据使用的是 2017 年财务数据.....	8
图表 6: 乌兰察布各大风机厂投标机型梳理.....	10
图表 7: 300MW 海上风电场安装成本对比，单位：亿元.....	11
图表 8: 成本优势分析.....	12
图表 9: P 型 PERC 与不同结构的 N 型电池性能对比.....	13
图表 10: 2018-2025 年 N 型电池转换效率变化趋势.....	14
图表 11: 各种电池技术市场占比.....	14
图表 12: 组件提升 CTM 途径.....	14
图表 13: 各类组件技术市场渗透率预测.....	15
图表 14: CAP1400 vs AP1000.....	15
图表 15: CAP1400 六大试验课题.....	16
图表 16: CAP1400 关键设备国产化进程.....	17
图表 17: ACP1000 发展历程.....	18
图表 18: ACPR1000+ 发展历程.....	18

图表 19: 核电大堆与小堆的比较	18
图表 20: 大型核电站与小型堆环境适应性对比	19
图表 21: 汽车属性由移动工具向智能移动终端转变	20
图表 22: 各国能源结构转型诉求强烈	20
图表 23: 技术变革带来的渗透率变化呈现 S 型曲线形态	21
图表 24: 中国新能源汽车产业进入成长期的临界点预计为 2021 年	21
图表 25: 2021 年可实现全生命周期平价	21
图表 26: 国际主流车企新能源车型规划	22
图表 27: 中游技术迭代和下游供给优化是驱动产业发展的根本	22
图表 28: 不同正极材料克容量对比, 811 提升显著	23
图表 29: 不同材料体系所能达到能量密度	23
图表 30: 相关固态电池样品技术方案, 固态电池后材料体系发生变化	24
图表 31: 公司发展历程	24
图表 32: 公司主要产品	25
图表 33: 公司近三年来营收的变化	26
图表 34: 公司近三年来净利的变化	26
图表 35: 公毛利率和净利率变化情况	26
图表 36: 公司售价、单位成本和单位毛利情况	26
图表 37: 公司发展历程	27
图表 38: 碳纳米管可按结构分为两种类型	27
图表 39: 碳纳米管具有多项突出性能优势	27
图表 40: 公司主要产品一览	28
图表 41: 公司营业收入变化 (单位: 亿元)	28
图表 42: 公司净利润变化	28
图表 43: 公司毛利率及各项费用率呈现走低态势	29
图表 44: 碳纳米管粉体毛利整体下降	29
图表 45: 碳纳米管导电浆料毛利整体下降	29
图表 46: 2018 年中国碳纳米管导电浆料市场竞争格局 (销售额)	29
图表 47: 2018 年中国碳纳米管导电浆料市场竞争格局 (出货量)	29
图表 48: 电新板块部分未上市公司梳理	30

一、科创板助力新能源行业加速发展

1.1 科技创新是行业立身之本，电新板块充分受益

科技创新给企业带来长期竞争力。纵观历史，科技创新是推动经济发展的核心动力，亦是企业构筑护城河和核心竞争力的必经之路。在2018年11月5日首届中国国际进口博览会开幕式上，习近平主席表示“创新是第一动力。只有敢于创新、勇于变革，才能突破世界经济发展瓶颈”。电力设备新能源行业中，新能源汽车业尚处于行业导入期，技术快速迭代，新技术加快推进行业发展；风电光伏虽然目前装机容量已达到全球领先水平，但仍处于平价上网的前夜，技术进步带来的成本下降是行业实现风光平价的关键；核电具备基荷，三代核电技术路线已经确认，技术进步加快设备国产化进程实现核电安全可靠大规模发展。

科创板为技术创新和自主产权提供融资渠道，加快行业技术进步。2018年11月5日，习近平主席在首届中国国际进口博览会开幕式上宣布将在上海证券交易所设立科创板并试点注册制。科创板的设立有助于为具备硬科技的公司提供优良的融资环境，避免其远赴香港或海外IPO，将国内潜在的优质企业留在A股，让投资者能够享受这些企业带来的红利。2019年3月1日上海证券交易所发布的《上海证券交易所科创板股票上市规则》中包括了5条科创板上市的财务指标，其中仅有一条对净利润表示有所要求，上市要求得到大幅放松。

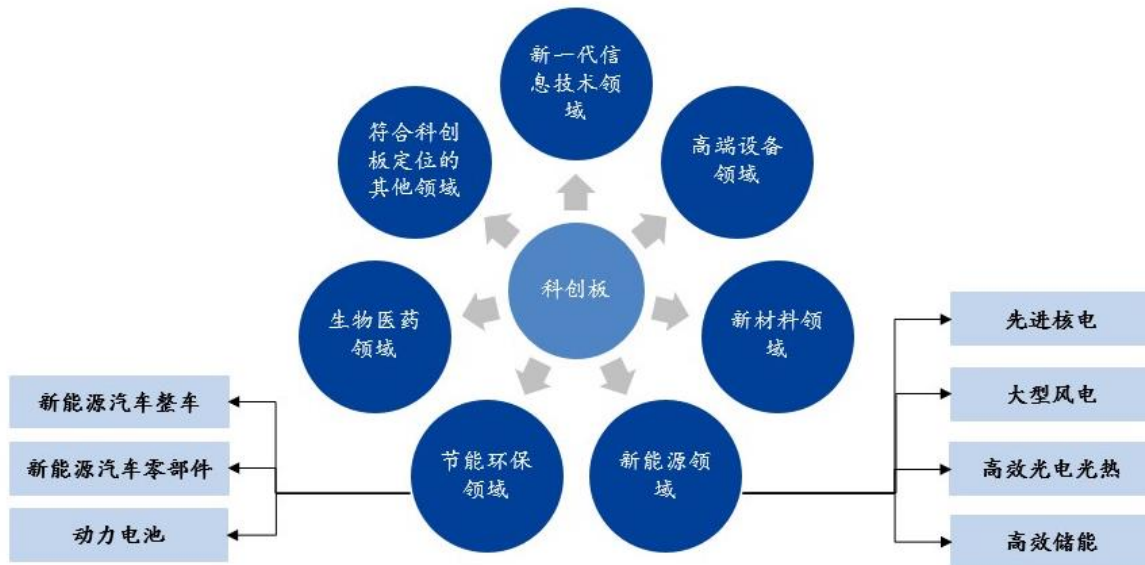
图表 1: 上海证券交易所科创板上市规则

	上市标准	市值（亿元）	财务指标
1	市值+净利润	≥10	1) 最近2年净利润均为正且累计≥5000万元 或者 2) 最近一年净利润为正且营业收入≥1亿元
2	市值+营收+研发	≥15	最近一年营业收入≥2亿元；最近三年累计研发投入占最近三年累计营业收入的比例≥15%
3	市值+现金流	≥20	最近一年营业收入≥3亿元；最近三年经营活动产生的现金流量净额累计不低于人民币1亿元
4	市值+营收	≥30	最近一年营业收入≥3亿元
5	市值+核心技术	≥40	主要业务或产品的市场空间大，目前已取得阶段性成果（医药行业企业至少有一项核心产品获准开展二期临床试验）

资料来源：《上海证券交易所科创板上市规则》，国盛证券研究所

电新板块为上交所建议保荐机构重点推荐板块之一，行业有望充分受益。在2019年3月3日上交所发布的《上海证券交易所科创板企业上市推荐指引》中，上交所建议保荐机构重点推荐 1) 新一代信息技术领域的公司；2) 高端设备领域的公司；3) 新材料领域的公司；4) 新能源领域的公司；5) 节能环保领域的公司；6) 生物医药领域的公司；7) 符合科创板定位的其他领域公司。电新板块公司在本次科创板中或将大幅受益。

图表 2: 《上海证券交易所科创板企业上市推荐指引》



资料来源: 上交所, 国盛证券研究所

1.2 高研发占比企业存在一定估值溢价, 科创板估值体系或更注重研发

高研发费用助力企业核心竞争力的提升, 相对估值较高。技术的研发有助于帮助公司提升自身的核心竞争力, 并扩大其市场竞争地位。从A股已上市的公司来看, 隆基股份为光伏行业龙头, 研发费用占收入比例达到 8%, 相对估值也高于同行业其他公司。在风电、核电和新能源车板块, 同样可以看到这样的趋势。

图表3: 电力设备新能源板块研发投入占比和估值情况对比, 注: 财务数据使用的是2017年财务数据

	总市值 (亿元)	研发费用 (亿元)	营业收入 (亿元)	研发费用/收入	PE_ttm
光伏					
隆基股份	707	11	139	8.00%	23
中环股份	262	4	82	4.58%	44
阳光电源	164	4	94	3.74%	20
通威股份	437	5	248	2.06%	20
风电					
金风科技	571	14	264	5.37%	18
天顺风能	122	1	30	4.51%	25
日月股份	105	1	18	3.87%	43
金雷风电	43	0	7	3.12%	37
振江股份	34	0	10	2.88%	48
核电					
应流股份	47	2	13	13.37%	76
江苏神通	39	0	7	6.38%	37
东方电气	318	12	306	3.92%	28
上海电气	867	30	830	3.62%	29
中国核建	241	7	433	1.65%	26
新能源车					
宁德时代	1872	16	200	8.16%	52
星源材质	58	0	5	8.03%	26
国轩高科	196	3	51	6.57%	23
亿纬锂能	193	2	29	6.52%	34
新宙邦	101	1	17	6.07%	32
当升科技	128	1	19	5.56%	40
宏发股份	193	3	59	4.99%	28
璞泰来	234	1	21	4.46%	39
恩捷股份	290	0	12	3.75%	54
杉杉股份	170	0	88	0.42%	11

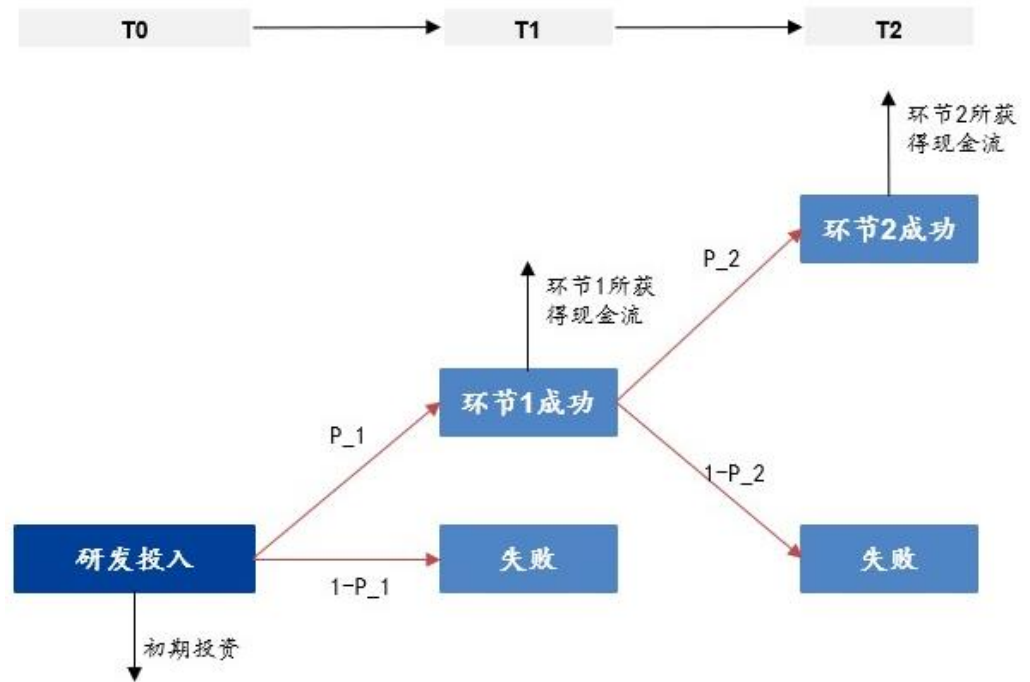
资料来源: Wind, 国盛证券研究所

科创板旨在技术创新, 不同阶段企业估值方法或存在差异。科创板的设立体现了国家推进创新驱动、科技强国的战略意图与扶持高科技企业发展的决心。从科创板的上市标准来看, 对净利润要求并不高。同时成长期企业 FCFE 波动较大, 且大量的研发支出或造成自由现金流净流出, A股常用的 PE 相对估值法和 DCF 绝对估值法并不适用。

初创型研发企业: 实物期权定价 (real option valuation)

对于初创型企业, 新技术还在前期研发阶段, 项目成功与否存在不确定性, 实物期权定价 (real option valuation) 是较好定价方法。实物期权定价 (real option valuation) 第一步先不考虑公司的研发投资决策的不确定性, 对企业进行现金流折现; 然后建立事件树和决策树对公司的研发项目进行不确定性模拟和决策, 从而实现对研发项目的估值。

图表 4: 实物期权定价两叉树演示



资料来源: 国盛证券研究所

成长性企业: $EV / (EBITDA + \text{研发费用})$

$EV / (EBITDA + \text{研发费用})$ 排除前期研发性资本投入和研发性费用支出对盈利能力的影响。考虑到成长性企业大量的前期投入和研发费用对公司净利润有一定影响, $EV / (EBITDA + \text{研发费用})$ 倍数使用企业价值 (EV) 除以息税折旧前盈利 (EBITDA) 加上当前的研发, 反映了投资资本 (股权和债券) 的市场价值和企业收益 (扣除研发费用) 间的比例关系。从 A 股的标的来看, 同行业之内, 不同公司的 $EV / (EBITDA + \text{研发})$ 的差别相比于 PE 之间的差别较小, 也更利于对重视研发的成长性企业进行估值。

图表 5: 电力设备新能源板块 PE_ttm vs EV/ (EBITDA+研发), 注: 财务数据使用的是 2017 年财务数据

	PE_ttm	EV/ (EBITDA+研发)
光伏		
隆基股份	23	13
中环股份	44	15
阳光电源	21	10
通威股份	21	12
风电		
金风科技	18	14
天顺风能	25	17
日月股份	43	25
金雷风电	36	16
振江股份	50	19
核电		
应流股份	75	14
江苏神通	37	24
东方电气	28	14
上海电气	29	13
中国核建	25	14
新能源车		
宁德时代	51	25
星源材质	26	28
国轩高科	23	12
亿纬锂能	34	30
新宙邦	32	20
当升科技	39	30
宏发股份	28	11
璞泰来	40	36
恩捷股份	54	113
杉杉股份	11	18

资料来源: Wind, 国盛证券研究所

二、聚焦行业前沿科技，挖掘潜在科创板标的

虽然我国风电光伏装机容量已达到全球领先水平，但仍处于平价上网的前夜，风光发电成本仍比火电高，技术进步带来的成本下降是行业实现风光平价的关键。陆上风机大型化趋势愈发明显，海上风电也处于高速发展期。光伏对于高效电池组件的追求从未停歇。核电具备基荷，三代核电技术路线已经确认，技术进步加快设备国产化进程实现核电安全可靠大规模发展。同时新能源汽车产业尚处于导入期，动力电池技术快速迭代，低成本高能量密度是方向。中游技术迭代中短周期表现为高镍化趋势，高镍动力电池能量密度提升，降低各环节材料单耗实现成本下降，同时相同带电量重量减轻降低百公里电耗，提升乘用车续航里程。长周期固态电池是下一代突破性技术，尚处于实验室阶段。科创板落地将为具备以上技术优势的企业提供更好的资本助力，潜在上市标的可从技术储备方向去挖掘，掌握上述技术的企业拥在未来有更好的商业竞争力。

2.1 风机大型化加快风电平价上网

2.1.1 陆上风机正在步入 4.0MW 时代

风电行业进入竞价时代，降本增效是核心。2018年5月24日，国家能源局印发《关于2018年度风电建设管理有关要求的通知》，《通知》指出“尚未印发2018年度建设方案的省（自治区、直辖市）新增集中式陆上风电项目和未确定投资主体的海上风电项目应全部通过竞争方式配置和确定上网电价；已印发2018年度风电建设方案的省（自治区、直辖市）和已经确定投资主体的海上风电项目2018年可继续推进原方案；从2019年起，各省（自治区、直辖市）新增核准的集中式陆上风电项目和海上风电项目应全部通过竞争方式配置和确定上网电价”。这标示着我国风电即将进入竞价上网时代。

平价基地启动，风电重返三北。随着风电平价上网渐行渐近，得益于三北优质的风电资源，2018年3月6日，国家能源局发布了《关于乌兰察布风电基地规划建设有关事项的复函》，表示将乌兰察布风电基地一期600万千瓦纳入内蒙古自治区2018年新增风电建设管理规模，所发电量按照可再生能源优先发电原则参与京津冀电力市场交易，国家不予补贴。这有望成为国内第一个非示范项目的风电平价上网基地。2018年12月4日，乌兰察布风电基地一期600万千瓦示范项目可行性研究报告顺利通过审查，后续开工可期。

乌兰察布风电基地开标，陆上风机即将步入 4MW 时代。2019年3月15日，内蒙古乌兰察布风电基地一期600万千瓦风电平价示范项目开标结果公布。从结果来看，本次分为5个标段，招标总规模为6GW。陆上风机大型化趋势明显，4MW以上机型占比57.6%。其中金风科技推出的所有机型均在4.5MW及以上，上海电气大部分机型也在4.5MW及以上。最大的机型为金风科技的GW155/5600，达到5.6MW。在叶轮直径方面，最小叶轮直径也达到了136米，最大叶轮直径为156米，分别是明阳智能的MySE4.0-156/100和联合动力的UP3200-156。

图表 6: 乌兰察布各大风机厂投标机型梳理

序号	投标人	机型	参数	
			功率 (MW)	直径 (m)
1	浙江运达	WD147-3600	3.6	147
		H136-3.4MW	3.4	136
2	重庆海装	H140-3.4MW	3.4	140
		H146-3.4KW	3.4	146
		H146-4.2MW	4.2	146
		H146-3.6MW	3.6	146
3	中车株洲	WT38000146	3.6	146
4	远景能源	EN-148/4.2	4.2	148
		EN-141/3.6	3.6	141
		EN-14V3.85	3.85	141
5	金风科技	OW155/4500	4.5	155
		GW136/4500	4.5	136
		GW136/4800	4.8	136
		GW 155/5600	5.6	155
6	湘电风能	XE146-3200	3.2	146
		XE148-4000	4	148
7	维斯塔斯	V136-4.3MV/	4.3	136
		V150-4.3MW	4.3	150
8	通用电气	5.17MW	5.17	-
9	太重	TZ3400/146	3.4	146
		W3450-146	3.45	146
		W4500 155	4.5	155
		W4800-146	4.8	146
		W5000-155	5	155
11	明阳智能	MySE3.2-145/90	3.4	145
		MySE4.0-156/100	4	156
		MySE4.2-145/90	4.2	145
12	歌美飒	SG145-4.8	4.8	145
		SG155-4.8	4.8	155
13	联合动力	UP3200 156	3.2	156
		UP3400-141	3.4	141
14	东方电气	DEW D4200 155	4.2	155
		DEW-D4500-155	4.5	155

资料来源: 风电形行, 国盛证券研究所

2.1.2 海上风电兴起助力海洋工程技术进步

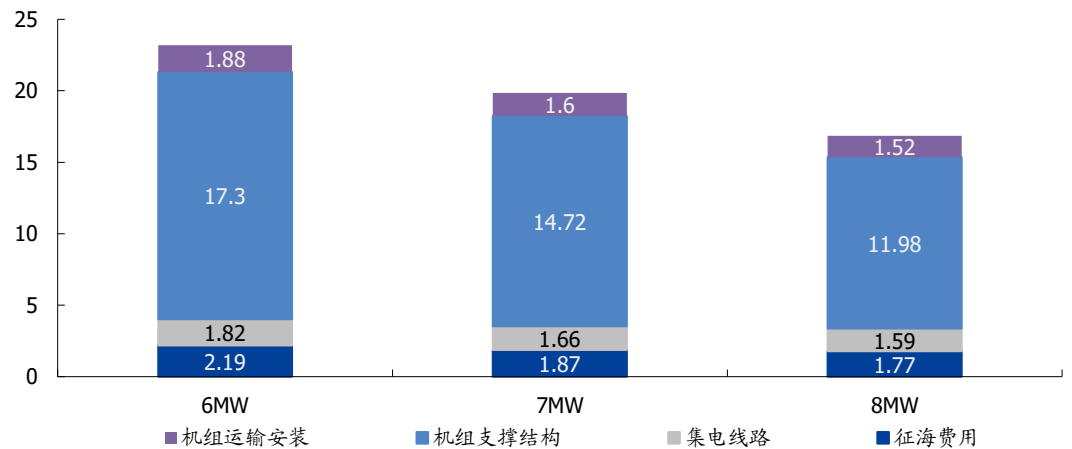
截至 2018 年底, 我国海上风电累计并网达 **3.63GW**, 产业链逐步成熟, 海上风电或将迎来黄金时代。根据国家能源局数据, 2018 年底, 我国新增海上风电 1.16GW, 海上风电累计装机容量达 3.63GW。根据彭博新能源研究, 海上风电市场要从新兴市场走向成熟市场需要 3-4GW 装机规模积累。目前我国已完成海上风电装机突破 3GW, 且各省积

极表示要建设和完善海上风电产业链，我国海上风电有望加速迈向成熟市场。目前已确认海上风电投资业主的项目已超过 10GW，后续均有望随着海上风电成本下降而加速开工投产，我国海上风电有望迎来黄金时代。

海上风电发展需要海洋工程技术的支撑。有别于陆上风电，海上风电建设需要进行海底地质条件检测和海面作业，对海洋工程技术和装备要求较高。近年以来，各地方政府大力支持海洋装备发展。山东省在《山东海洋强省建设行动方案》中表示要带动海洋装备全产业链协同发展；广东省在《广东省海洋经济发展“十三五”规划》也表示要大力发展海上风电装备制造业，形成加强海上风电研发设计、制造施工、运维等一体化上下游产业链。勘测设计上，设计单位在施工优化方面已取得明显突破，已经具备提供全生命周期技术服务能力。2019年1月发布的《海洋工程装备制造业持续健康发展行动计划(2017年~2020年)》也明确表示要加快对海上风电装备、海上风电场建设与运维装备的研制，实现工程化和产业化应用。

大兆瓦风机研发助力海上风电加快平价上网。现在国内海上风电经过这几年发展，已经取得重大突破。金风今年推出了新一代海上大兆瓦产品，名为 GW6.X 平台及整体解决方案。2018年2月8日金风科技 6.7MW 风机在福清兴化湾样机试验风场吊装完成，这也是目前亚太地区最大单机容量。上海电气在 2018年3月2日与西门子歌美飒签订技术转让协议，正式引进 SG 8MW-167 海上风电机组。远景能源也推出了 EN-148/4.5MW 来应对国内沿海风速低、台风强以及地质复杂的情况，抗台风性能强。中国海装也正在进行 5MW 风电机组的研发。大功率风机的使用可以有效降低征海面积，缩短机组安装时间，减少海缆和基础设施与施工费用。金风科技表示对于一个 300MW 的海上风电场，使用 8MW 风机和 6MW 风机相比，8MW 可以减少 20% 机位，降低征海面积 39%，建设设备有望节省 6.33 亿元。大型海上风机的推出有望加快海上风电平价上网进程。

图表 7: 300MW 海上风电场安装成本对比, 单位: 亿元



资料来源: 金风科技, 国盛证券研究所

2.2 光电转换效率提升是光伏企业竞争的核心技术

光伏发电最终以实现平价上网为目标，光伏产业降本**是必经之路**。同时每一次补贴退坡都会被动迫使产业链价格加速下行，故而保持成本优势既是平价上网的大势所趋，也是应对行业波动的密匙。成本优势的主要来源包括：

- 1) 设备或辅材、能源等设备的价格优势：主要依赖于设备国产化进程、厂商布局选址和产业化进程中经验的积累和沉淀；
- 2) 规模效应所产生的成本优势：主要得益于产能的有序扩张和产能利用率的稳定；

3) 技术革新从而提高光电转换效率而带来的单瓦成本的降低: 主要得益于新技术的研发和产业化生产, 提高效率的同时减少辅材的用量。

图表 8: 成本优势分析



资料来源: 国盛证券研究所

转换效率提升摊销电站初期投资中 **BOS 成本**, 降低度电成本。光伏初期投资成本可以分为组件成本和非组件成本 (BOS, Balance of System)。BOS 成本中主要包括土地、支架、电缆、汇流箱等和组件数量相关的成本和逆变器、配电柜、升压系统等和组件数量无关的成本。随着转换效率的提升, 同等规模光伏电站所需组件数量减少, 从而减少 BOS 中和组件数量相关的对应成本。

2.2.1 N 型电池片或将引领行业下一次电池片技术革命

N 型单晶硅片少子寿命更长。相较于 P 型单晶硅, N 型单晶硅主要单晶硅中掺磷, N 型材料中的杂质对少子空穴的捕获能力低于 P 型材料中的杂质对少子电子的捕获能力, 相同电阻率的 N 型硅片的少子寿命比 P 型硅片的高出 1~2 个数量级, 达到毫秒级。由于 N 型硅片掺磷元素, 磷与硅相容性差, 拉棒时磷分布不均, N 型硅片生产工艺和 P 型硅片相比难度较大。不过通过 N 型单晶硅片生产的 N 型电池组件在发电转换效率和后期衰减上都优于 P 型电池组件。

图表 10: N 型硅片、N 型组件优势及应用

序号	项目	优势特性	应用
1	N 型硅片	<p>少子寿命高。 N 型材料中的杂质对少子空穴的捕获能力低于 P 型材料中的杂质对少子电子的捕获能力, 相同电阻率的 N 型 CZ 硅片的少子寿命比 P 型硅片的高出 1~2 个数量级。</p> <p>金属污染的容忍度高。 Fe、Cr、Co、W、Cu、Ni 等带正电荷的金属元素对于少子空穴的捕获能力比较弱, 对少子为空穴的 N 型硅片影响较小。</p> <p>光致衰减小。 光致衰减来源于硅片中的硼和氧形成的硼氧复合中心, 掺磷的 N 型晶体硅中硼含量极低, 消除了硼氧复合中心对电性能的影响。</p>	<p>PERT 电池, PERL 电池, HIT 电池, IBC 电池, HBC 电池。</p> <p>PERT 电池根据其发射结的位置, 分为正结型和背结型; 根据其受光面不同分为单面受光型和双面受光型。</p> <p>PERL 分为单面受光型和双面受光型。</p>
2	N 型组件	<p>弱光响应好。 由于 N 型硅片少子寿命高, N 型晶硅组件在光强小于 600W/m² 的弱光情况下, 相对发电效率明显高于 P 型晶硅组件。</p> <p>双面电池组件输出功率高。 组件的反面能够将周围环境的反射光与折射光转换成电能, 大幅提升了光伏电池的综合转换效率, 组件输出功率高。</p>	<p>分布式电站, 屋顶式电站</p>

资料来源: 北极星太阳能光伏网, 国盛证券研究所

N-PERT、TopCon、异质结和 IBC 各类 N 型电池片技术助力电池片转换效率再上一个台阶。在 N 型硅片的基础上，电池片技术分别有 N-PERT、TopCon、异质结和 IBC。1) N-PERT 是钝化发射极背表面全扩散电池，主要特点是背表面扩散全覆盖以降低电池的背面接触电阻和复合速率。2) TopCon 电池在传统电池片表面引入隧穿氧化层和磷掺杂的多晶硅层。氧化层的钝化作用可以降低少子复合速率，而磷掺杂的多晶硅层对多子也有很好的传导效果，这使得 TOPCon 电池具有高的开路电压和填充因子，这使得 TOPCon 电池的转换效率可以达到 22.5-23%。在生产方面，Topcon 部分设备和现有大部分 PERC 产线设备兼容，可以在现有产线上进行改造升级。3) 异质结电池是由单晶硅和掺杂非晶硅组成 PN 异质结，在异质结界面处嵌入本征非晶硅钝化层，然后在发射层两端溅射一层 TCO (Transparentconductive oxide) 薄膜，再低温沉积一层金属电极。异质结电池片转换效率在 22.5%~23.5%左右，基本无光衰现象，而且在生产过程中是低温过程，上下表面结构对称，无机应力产生，可以实现硅片薄片化。2018 年以来，大部分电池片厂商开始布局异质结技术。4) IBC 技术名为交指式背接触技术，把正负电极都置于电池背面，减少置于正面的电极反射一部分入射光带来的阴影损失。IBC 转换效率可以达到 25%，但是生产难度较高和设备较贵，目前还在前期阶段。

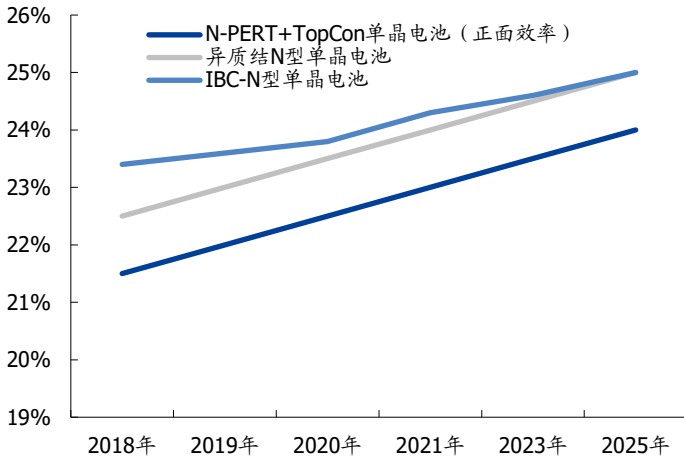
图表 9: P 型 PERC 与不同结构的 N 型电池性能对比

	P-Mono PERC	N-Pert	N-Pert+TOPCon	异质结	IBC	
电池片效率	21.5%-22%	21.5-21.7%	22.5-23%	22.5-23.5%	23.5-24.5%	
现有产能	约 63GW	约 2.1GW	约 2GW	约 3.8GW	约 1.5GW	
目前主要量产企业	主流电池片厂商	中来 林洋	LG REC	Panasonic 晋能、通威	Sunpower LG	
优点	从现有产线升级简单	可从现有产线升级	可从 PERT 再升级	工序少	效率高	
现状比较	量产性	非常成熟	已可量产	只有 LG 量产	已可量产	国内尚未量产实绩
	技术难度	容易	较容易	难度很高	难度高	难度极高
	工序	少	较少	多	最少	非常多
	设备投资	少	设备投资较少	设备仍贵	设备仍贵	非常贵
	与现有产线兼容性	已有许多现有产线	可用现有设备升级	可从 PERT 再升级	完全不兼容	几乎不兼容
当前问题	后续提效线路不明朗	与双面 P-PERC 项目没有性价比	量产难度大、背面收光较差	与现有设备不兼容，设备投资仍贵	难度高，成本也远高于前述技术路线	

资料来源: Pvinfolink, 国盛证券研究所

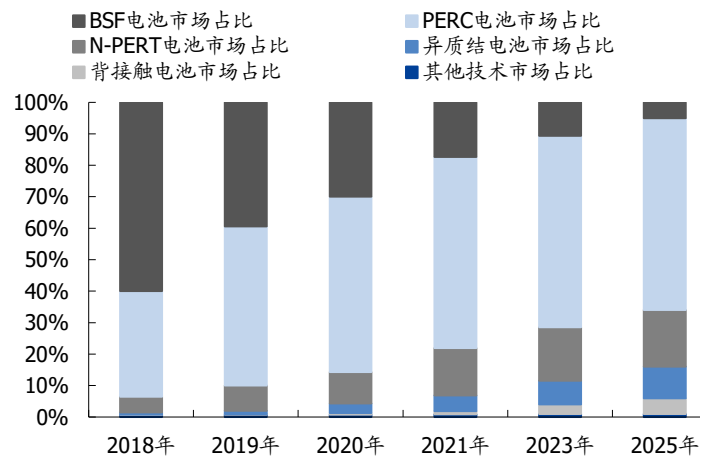
N 型电池片转换效率和渗透率有望继续提升。根据《2018 年中国光伏产业发展线路图》预测，N-PERT+TopCon 单晶电池到 2025 年转换效率可以达到 24%，异质结和 IBC 电池的转换效率可以达到 25%。在市占比方面，2018 年 N 型电池片市场渗透率为 5.8%，预计到 2025 年会提高到 32%，渗透率将大幅提升。

图表 10: 2018-2025 年 N 型电池转换效率变化趋势



资料来源:《2018 年中国光伏产业发展线路图》, 国盛证券研究所

图表 11: 各种电池技术市场占比

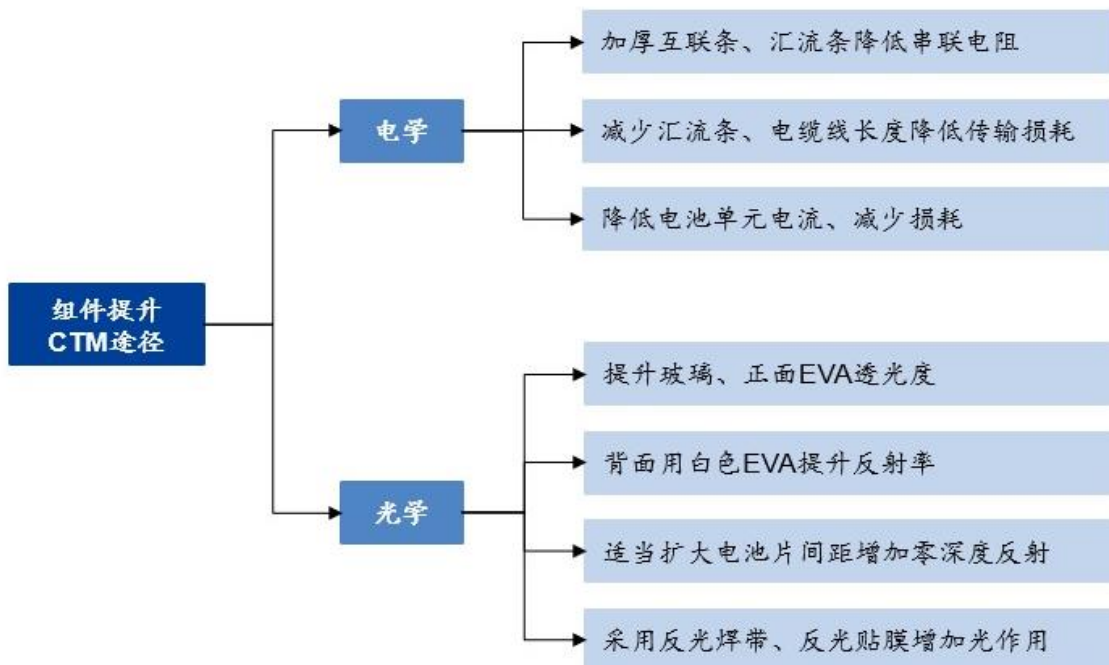


资料来源:《2018 年中国光伏产业发展线路图》, 国盛证券研究所, 注: BSF 电池指常规电池及多晶黑硅电池结构

2.2.2 组件技术助力转换效率提升

组件技术旨在减少电池封装过程中的功率损失, 提高 CTM 值。CTM (cell to module) 指的是组件的额定功率和电池片功率的比值。根据《2018 年中国光伏产业发展线路图》, 多单晶组件的 CTM 值分别为 99.1%和 97%。近年来, 各类组件技术不断推出, 其中半片和 MBB 技术和普通同类电池相比, CTM 可以提高 2 个百分点; 反光焊带可以提高 1 个百分点。

图表 12: 组件提升 CTM 途径

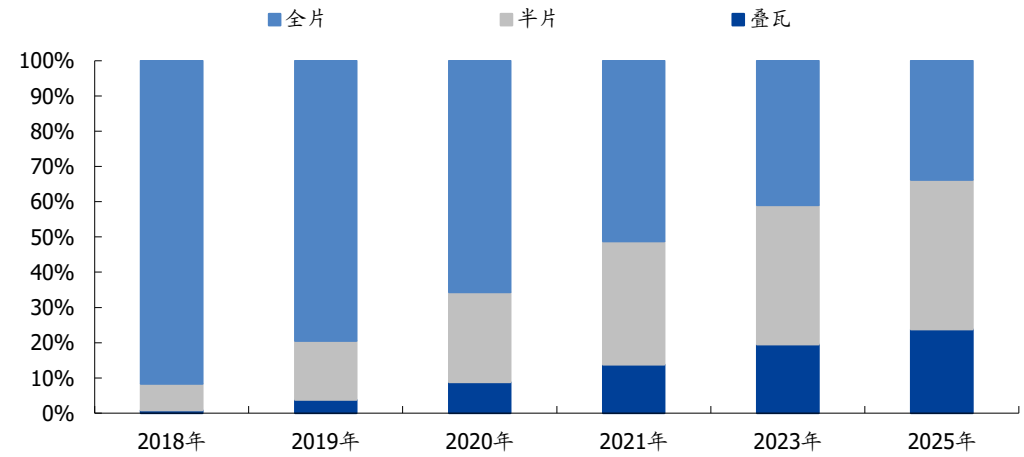


资料来源: 海润光伏, 国盛证券研究所

小尺寸电池片可以降低组件内部损耗和热斑效应, 半片和叠瓦组件技术兴起。半片组件中常规电池片被对切后, 再联接起来。在整个组件中的电池片被分为两组, 每组为串联起来的 60 个半片电池片, 电池片通过被切开的方式, 每条主栅的电流被降低到了原来

的 1/2，内部损耗被降到了原来的整片电池的 1/4。叠瓦技术则是将电池片切成小片，然后用专用导电胶进行链接，这样减少了表面的金属间隙和传统金属栅线的线损，从而提高转换效率。《2018 年中国光伏产业发展线路图》预测到 2025 年，全片电池的市占率将降至 50%以下，小尺寸电池片渗透率持续提升。

图表 13: 各类组件技术市场渗透率预测



资料来源: 《2018 年中国光伏产业发展线路图》，国盛证券研究所

2.3 大型核电和小堆技术齐头并进助力高端设备国产化

2.3.1 CAP1400 和华龙一号三代大型核电积极推进

源于 AP1000，强于 AP1000，CAP1400 是我国自主研发的三代核电非能动机组。CAP1400 是我国在引进的美国西屋公司 AP1000 的基础上消化、吸收再升级的非能动大型先进压水堆核电机组。相比于 AP1000，CAP1400 的机组功率提高 20%，进一步降低了堆芯熔化概率，提高了抗击大型商运飞机撞击能力，优化了放射性废物处理系统。我国在 2010 年 6 月完成了 CAP1400 示范工程概念设计，并在当年 12 月通过了国家能源局审查；在 2012 年 CAP1400 的出版设计基本完成，并于 2014 年 1 月通过了国家能源局审查。2016 年 4 月，CAP1400 通过国际原子能机构 IAEA 的通用安全审评，取得国际认可。CAP1400 的总体设计目标是要提高电厂容量等级、优化电厂总体参数、平衡电厂设计、重新进行全厂安全设计工程设计和关键设备设计与验证、全面推进设计自主化与设备国产化、积极应对福岛事件后的国际国内技术政策、实现当前最高安全目标、满足最严环境排放要求，进一步提高经济性，从而使综合性能达到三代核电的世界领先水平。根据设计升级，CAP1400 的机组功率比 AP1000 提高 20%，同时进一步降低了堆芯熔化概率，提高了抗击大型商运飞机撞击能力，优化了放射性废物处理系统。

图表 14: CAP1400 vs AP1000

主要技术指标	AP1000	CAP1400
热（电）功率	3400MWth	4058MWth
堆芯损坏概率	5×10^{-7} 堆年	4×10^{-7} 堆年
电站可用率	>93%	>93%
热工裕量	>15%	>15%
操纵员响应时间	72 小时	72 小时

资料来源: 国家电投，国盛证券研究所

六大试验课题为 CAP1400 提供技术支持。核电专项 CAP1400 示范工程六大试验是核电

重大专项支持设立的基础类重大验证课题，属于支撑论证三代非能动核电关键系统运行及重要设备性能的机理研究，包括 CAP1400 非能动堆芯冷却系统性能研究及试验、CAP1400 熔融物堆内滞留（IVR）研究及试验、CAP1400 非能动安全壳冷却系统性能试验、CAP1400 反应堆结构水力模拟试验、CAP1400 堆内构件流致振动试验和 CAP1400 蒸汽发生器及关键部件性能试验。六大试验均为系统性试验，需要各类设备和零部件构成后共同作用。六大试验在于验证各系统的可靠性，确保各部分达到预期效果。

图表 15: CAP1400 六大试验课题

序号	课题名称	试验承担单位	通过时间
1	CAP1400 非能动堆芯冷却系统性能研究及试验	上海核工院、国核华清(北京)核电技术研发中心有限公司	2018/1/15-16
2	CAP1400 熔融物堆内滞留（IVR）研究及试验	上海核工院、国核华清（北京）核电技术研发中心有限公司、上海交通大学	2018/4/19-20
3	CAP1400 非能动安全壳冷却系统性能试验	上海核工院、国核华清（北京）核电技术研发中心有限公司、上海交通大学	2018/4/25-26
4	CAP1400 反应堆结构水力模拟试验	上海核工院、中国核动力研究设计院	2015/8/28-29
5	CAP1400 堆内构件流致振动试验	上海核工院、中国核动力研究设计院	2015/8/28-29
6	CAP1400 蒸汽发生器及关键部件性能试验	上海核工院、核动力运行研究所和中核武汉核电运行技术股份有限公司	2016/10/10

资料来源：新华网、北极星电力网、国盛证券研究所

从 AP1000 到 CAP1000，再到 CAP1400，我国核电装备制造能力大幅提升，美国对华出口禁令难挡中国走向核电强国之路。我国在引进 AP1000 之初，便开始了 AP1000 的国产化标准设计，同时全程介入 AP1000 依托工程的装备和关键部件的研发生产。随着 AP1000 关键设备的研制和国产化深入，我国在 2011 年突破了 AP1000 蒸汽发生器的关键技术；并在 2018 年 9 月 11 日，我国沈阳鼓风机集团和哈电集团成功研制了 AP1000 屏蔽电机主泵，成为继美国之后第二个具备 AP1000 生产能力的国家。随着 AP1000 设备国产化的深入，我国装备制造能力得到大幅提升，我国也开始了 CAP1400 的关键设备国产化。美国当地时间 10 月 11 日，美国能源部发布《美国对中国民用核能合作框架》（US. Policy Framework on Civil Nuclear Cooperation with China），计划对出口到中国的民用核能科技进行限制，主要是针对我国日渐强大的核电技术进行反制，主要限制的是 1) 核电轻水小堆；2) 非轻水先进堆；3) 2018 年 1 月 1 日以后的新技术。目前我国 CAP1400 主要设备均在国产进程中。美国对我国的核反制只会倒逼我国核产业加速发展。

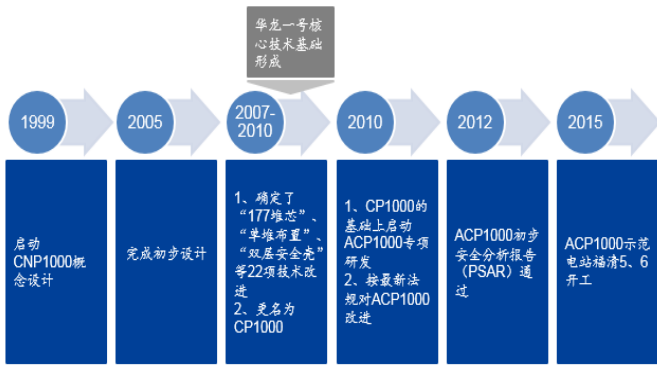
图表 16: CAP1400 关键设备国产化进程

序号	部位	CAP1400 部分核心设备	负责单位	核心部件/铸件厂商	当前进度
1	核岛	主泵-屏蔽电机主泵	哈电	应流股份	完成样机制造, 样机通过定子屏蔽套高压氦检漏
2	核岛	主泵-湿绕组电机主泵	上海电气凯士比		已完成样机制造, 计划在 10 月中开始样机试验
3	核岛	压力容器	中国一重	宁波天生密封件	课题通过验收
4	核岛	蒸汽发生器	上海核工院、东方电气、上海电气、中国一重、中国二重、上海重型机器厂等		课题通过验收
5	核岛	爆破阀	中核科技	应流股份	产品样机通过鉴定会
6	核岛	冷却剂主管道	中国二重		课题通过监督评估
7	核岛	钢制安全壳压力容器	山东核电设备制造		课题通过验收
8	核岛	堆内构件	上海第一机床		课题通过验收
9	常规岛	汽轮发电机	东方电气		通过厂内型式试验, 研制成功
10	其他	数字化仪控系统	国核自仪		工程样机通过验收
11	其他	燃料组件	上海核工院、中核北方核燃料元件、国核宝钛铝业		进入先导组件研制阶段

资料来源: 北极星电力网, 国家核电, 国盛证券研究所

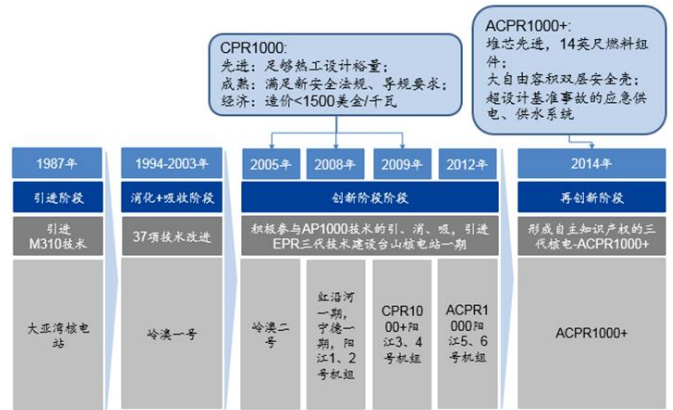
中核、中广核技术融合, “华龙一号” 孕育而生。1999 年中核集团启动 CNP1000 概念设计, 并在消化吸收引进了 AP1000 技术之后, 完成了具有完整自主知识产权的三代核电 ACP1000。同时 2005 年中广核以法国引进的百万千瓦级堆型——M310 型为基础, 推出了 CPR1000 并在此基础上对安全性与成熟性等方面进行了多项创新, 成功研发出拥有自主知识产权的 ACPR1000+。2014 年 8 月 22 日, 中核与中广核正式签署《关于自主三代百万千瓦核电技术“华龙一号”技术融合的协议》, 双方同意在 ACP1000 和 ACPR1000+ 技术基础上各取所长, 联合开发, 设计成一套拥有我国自主知识产权的三代路线, 自此“华龙一号”正式孕育而生。2017 年 5 月, 福清 5 号机组吊装成功, 标志着“华龙一号”全球首堆全面进入设备安全阶段。“华龙一号”的发展标志着中国核电从“中国制造”走到了“中国创造”, 中国核电的“强国梦”正在实现。

图表 17: ACP1000 发展历程



资料来源: 国盛证券研究所

图表 18: ACPR1000+ 发展历程



资料来源: 国盛证券研究所

坚持国产化路线, 是我国核事业的主旨。始终坚守国产化路线, 是我国核电技术能够真正独立自主、不受国外制约的唯一途径。在“华龙一号”所有国产化进程中, 最艰难的是被称作为核电站“心脏”的主泵, 我国核电站 2008 年以前使用的主泵皆是国外进口的, 为发展自己的核心竞争力, 中核公司结合以往参与的各类项目与自身自主设计的技术优势, 对全球市场上的主泵做了详细的分析与研究, 目前已实现主泵大部分核心关键部件完全国产化, 国产主泵泵壳寿命也提升至 60 年, 目前, “华龙一号”技术设备国产化率已超 85% 预计未来随着技术与研发的不断投入, “华龙一号”国产化率还将不断提升。

2.3.2 核电模块化和小堆亦是未来发展趋势

模块小型堆具有高参数, 可满足核能发电、工业工艺供热、城市区域供热、海水淡化等多种用途所需的热能参数要求。国际原子能机构 (IAEA) 将“小型先进模块化多用途反应堆 (小堆)”定义为 30 万千瓦以下的反应堆。小堆相较于大堆型, 小型核电反应堆采用一体化、模块化的设计方式, 并结合高安全性特点, 使得小堆具有很好的环境适应性以及选址优势。这让小堆可以建立在人口密集地区周边, 靠近用户, 实现热电联产和分布式供电等多种能源需求供给。同时海上小堆的研发可以为海上油气田开采、海岛开发等供给能源, 还能开发核动力破冰船和核动力商船。

图表 19: 核电大堆与小堆的比较

对比项	大型核电站	小型反应堆
功能	主要为供电	供电, 海水淡化, 供热等
安全性	堆芯熔化概率约 10 ⁻⁶ ~10 ⁻⁷ , 大规模放射性释放概率约 10 ⁻⁷ ~10 ⁻⁸	堆芯熔化概率约 10 ⁻⁸ , 大规模放射性释放概率约为 10 ⁻⁹
建造周期	一般 5~7 年	一般首堆 3 年, 后续机组可缩短为 2 年
经济性	单位造价约为 15000 元/kW	单位造价预计为 19000 元/kW, 规模化后可能降低成本
初始投资	初始投资大, 易造成融资困难	投资灵活, 初始投资小

资料来源: 中国产业信息, 国盛证券研究所

图表 20: 大型核电站与小型堆环境适应性对比

指标	含义	大型反应堆	小型堆
非居住区	区域内严禁有常住居民	500 米	200 米
规划限制区	区域内必须限制人口的机械增长，不应有 1 万人以上的乡镇	5 公里	400 米
应急规划区	区域内需制定有核事故的应急计划和应急防护措施	7-10 公里	无要求

资料来源：中国产业信息，国盛证券研究所

十三五规划聚焦小堆发展，国内小堆技术发展迅速。我国政策大力支持小堆技术发展。《能源发展“十三五”规划》要求“在核电建设方面，坚持热堆、快堆、聚变堆‘三步走’技术路线，以百万千瓦级先进压水堆为主，积极发展高温气冷堆、商业快堆和小型堆等新技术”；《电力发展“十三五”规划》提出要开展小型智能堆、商业快堆和熔盐堆等先进核能技术研发；《能源技术创新“十三五”规划》也表示将建设模块化小型堆和低温供热堆示范工程纳入示范实验类进行重点发展。我国的小堆主要技术路线为中国核工业集团公司开发的 ACP100。为了结合海洋环境，采用钢安全壳、长寿期棒控堆芯和反应堆处海面下等措施的 ACP100S 和 ACP25S 相继推出。ACP100S 和 ACP25S 能确保换料周期超两年、事故时非能动余热导出、反应堆绝对安全。目前我国的“ACP100S 大型海上核动力浮动平台示范项目”已在胶东开工建设。这个平台共包括 2 个大型海上浮动核电站系统，每个系统采用双堆布置，单堆 12.5 万千瓦，发电总量可达 30 万千瓦，每年大概可以供应 4000 万度电，1600 万吨高温蒸汽、1000 万吨淡水以及 200 吨浓盐水，每年可以减少燃煤消耗 500 万吨。

2.4 新能源汽车产业尚处于导入期，技术快速迭代

2.4.1 新能源汽车产业尚处于导入期

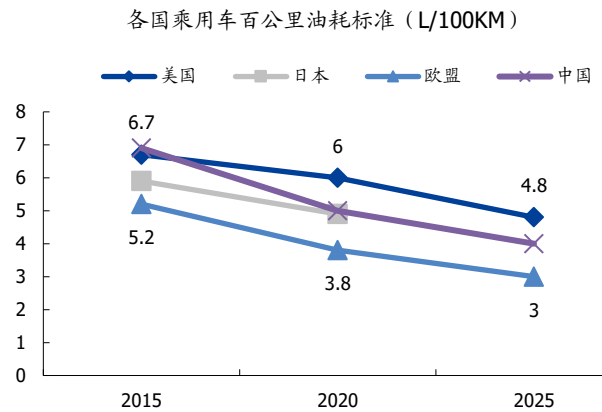
技术决定产业方向，新能源汽车产业底层驱动是汽车智能化+能源革命。随着智能、网联技术迭代，信息技术与汽车加速融合，汽车智能化浪潮来临，汽车作为单纯移动工具的属性逐步向作为移动智能终端的第二空间转变。电动车天然智能化平台的最佳载体：1) 相比内燃机，电动机几乎可以实现指令的瞬时响应，更适合于自动驾驶；2) 燃油车普遍采用 12V 电气系统，大功率电子设备难以支撑，而电动车的电力平台天然可支撑更多的智能设备荷载。叠加各国政府为降低化石能源依赖，对能源结构转型有强烈诉求，制定了严苛的汽车百公里油耗下降目标，新能源汽车是汽车产业发展的必然选择，电动车与光伏、储能可形成清洁能源应用闭环，彻底摆脱化石能源束缚。

图表 21: 汽车属性由移动工具向智能移动终端转变



资料来源：第一电动网，国盛证券研究所

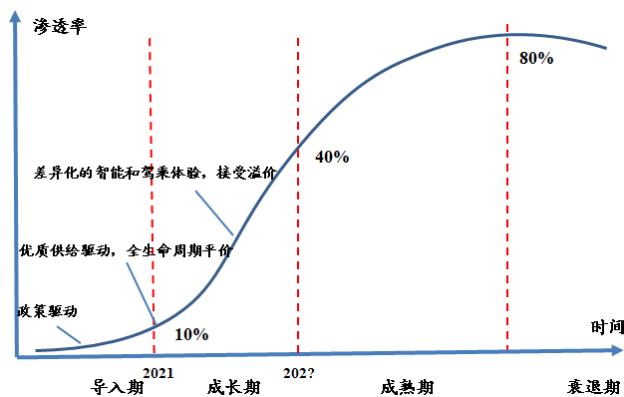
图表 22: 各国能源结构转型诉求强烈



资料来源：《固态锂电池研发愿景和策略》，国盛证券研究所

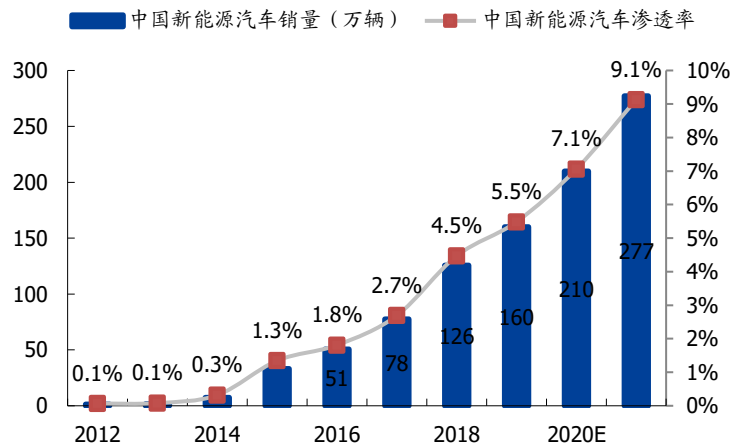
2021 年实现全生命周期平价，进入成长期临界点，差异化的智能交互和驾乘体验将是促使渗透率非线性提升的关键。技术变革带来的渗透率变化往往呈现 S 型曲线形态，一旦突破临界点，增速将再上台阶。普遍的产业经验曲线的 10% 是导入期和成长期的分界点，中国新能源汽车产业进入成长期的临界点预计将于 2021 年前后到来，届时将实现电动车与燃油车的全生命周期平价。相比燃油车复杂的机械结构，电动车结构简单，维修保养成本优势明显，传统 15 万左右燃油车维修保养年费用 2400 元左右，电动车仅约 500 元。同时由于采用电力驱动，电动车单位里程能源费用优势明显，以年行驶 2 万公里测算，电动车年均能源费用 1800 元，显著低于燃油车的 7370 元。在 2021 年无补贴情况下，电池单价 1000 元/kwh，初始购置价差 4.6 万，基本可实现全生命周期平价，开始真正市场化，进入成长期。而当新能源汽车逐步成为智能移动终端，更好的智能交互和驾乘体验将使消费者接受溢价，类似手机从功能机向智能机迭代，将加速电动车渗透率提升。

图表 23: 技术变革带来的渗透率变化呈现 S 型曲线形态



资料来源: 国盛证券研究所

图表 24: 中国新能源汽车产业进入成长期的临界点预计为 2021 年



资料来源: 中汽协, 国盛证券研究所

图表 25: 2021 年可实现全生命周期平价

	电动车	燃油车		
使用年限 (年)	8	8	电动车动力系统成本	64000
年均保险费 (元)	4500	3500	电池单价 (元/KWh)	1000
年度保养维修费 (元)	500	2400	带电量(KWh)	52
年度行驶里程 (KM)	20000	20000	电池成本(元)	52000
百公里电耗/油耗 (KWh/100KM 或 L/100KM)	15	5.5	电机电控成本 (元)	12000
电/油单价 (元/KWh 或元/L)	0.6	6.7		
年均能源费用 (元)	1800	7370	燃油车动力系统成本	18000
年均总费用	6800	13270	发动机成本	10000
8 年总费用	54400	106160	变速箱成本	8000
使用价差 (元)	51760		购置价差 (元)	46000

资料来源: 公开数据整理, 国盛证券研究所

国际主流车企推出纯电动专用模块化平台, 2020 年即将迎来国际主流车企第一轮产品周期投放, 优质供给将大幅增加, 加速电动化进程。大众、宝马等国际主流车企开始推出电动车型专用平台, 例如大众打造 MEB 平台、奥迪和保时捷共享高端电动车平台 PPE 平台, 宝马打造 FSAR 平台, 戴姆勒打造 MEA 平台等。针对电动车研发的全新模块化平台, 拓展性强, 可充分发挥电动车型在智能化、操纵性和空间配置方面的优势, 显著提高车型迭代速度, 降低新车型开发成本以及零部件采购成本, 强化产品竞争力。通常一款车型平台生命周期为 5-7 年, 逐步放量。大众首款 MEB 平台车型将于 2019 年底在德国生产, 国产化将于 2020 年开始。奔驰首款 MEA 平台车型 EQA 将于 2020 年上市。宝马首款 FSAR 平台车型 i5 将于 2021 年上市。奥迪保时捷联手打造的 PPE 平台首款电动车将于 2022 年上市。2020 年是国际主流车企的第一轮产品周期投放起点, 2021 年开始将快速上量, 强化电动化趋势, 加速新能源汽车渗透率提升。

图表 26: 国际主流车企新能源车型规划

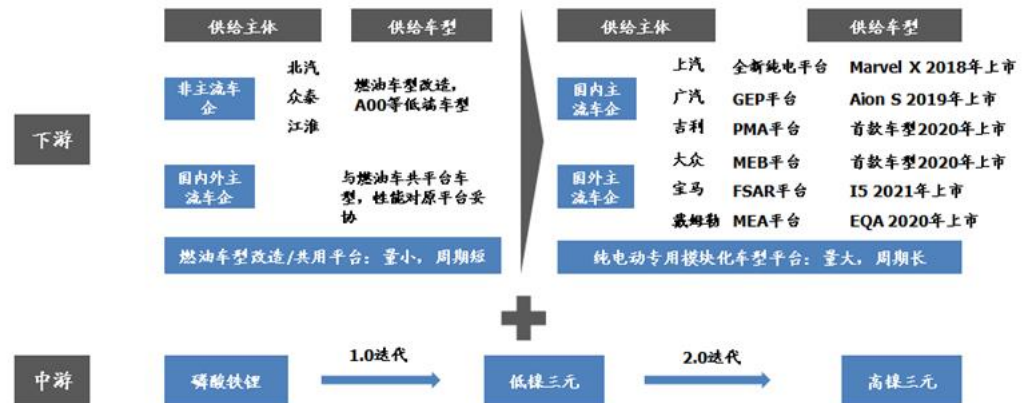
车企	规划
奔驰	2025年 15-25% 销量为纯电动车型
奥迪	2025年实现全系车型电动化，并将推出 20 余款纯电动车型，年销售 80 万辆左右新能源汽车
宝马	2025年推出 25 款新能源汽车，包括 12 款纯电动车型
大众	2025年集团旗下各品牌将推出 80 余款全新电动车型，包括 50 款纯电动车型及 30 款插电式混合动力车型，年销售 200-300 万辆或 20%-25% 纯电动汽车
通用	2023年前推出 20 余款纯电动车型；2025年，别克、雪佛兰、凯迪拉克三大全球品牌旗下在华将近全部车型都将实现电气化
福特	2025年前推出 15 款福特和林肯电动车型
丰田	2020年代初在全球市场推出逾 10 款电动汽车（EV），首发中国市场，2025年全系标配电动化版本，到 2030 年零排放电动汽车和燃料电池汽车的年销量达到 100 万辆左右
日产	2022年前推出 12 款纯电动车型，2025年电动车将占公司总销售额的 40% ，其中中国为最大销售市场
本田	2025年前在中国推 20 款以上电动化车型；2030年，本田旗下电动化系列产品将占其全球汽车销量的 65%
特斯拉	2020年年销售 100 万辆

资料来源：各公司年报，国盛证券研究所

2.4.2 技术快速迭代是现阶段新能源汽车产业主特征

中游的技术迭代和下游的供给优化是驱动新能源汽车产业发展的根本。目前新能源汽车产业的核心问题在于中游的动力电池性能不够好、成本高以及下游的车型品质不够好，从而导致新能源汽车性价比低，因此中游的技术迭代和下游的供给优化是驱动新能源汽车产业发展的根本。

图表 27: 中游技术迭代和下游供给优化是驱动产业发展的根本



资料来源：国盛证券研究所

中游技术迭代短期表现为高镍化趋势，中长周期需要新材料体系的突破。动力电池技术处于快速迭代阶段，能量密度提升降低材料单耗从而降低成本是动力电池长周期成本下降的关键。2017-2018年行业已经完成了从磷酸铁锂向低镍三元的 1.0 迭代，即将经历从低镍三元向高镍三元的 2.0 迭代。从各国动力电池技术路径规划来看，2020 年动力电池电芯能量密度普遍将达到 300wh/kg 以上，在现有技术体系中，高镍三元正极+硅碳负极是最可行的商业化方案，高镍动力电池优势明显：

1) 能量密度显著提高，轻量化降低百公里电耗，提升乘用车续航里程。目前 811 动力电池产品相比 523 产品能量密度可能提升 15-20%，后续高镍正极产品进一步性能优化可提升至 30%以上。能量密度提升意味着同等重量的电池可以提供更多带电量，实现轻量化降低百公里电耗的同时显著提升续航里程，这对于空间有限且对续航性能敏感的乘用车至关重要。

2) 相同良率下, 能量密度提升将显著降低动力电池单位成本。电芯能量密度=正极克容量 x 电压 x 正极质量占比, 811 正极克容量较高, 可以在其他材料用量不变的情况下提升电芯容量, 意味着每 wh 其他材料用量成本降低, 在同样良率的情况下, 电芯的每 wh 成本将同比例下降, 以目前 811 的克容量做测算, 不考虑合格率影响, 每 wh 成本可下降 14% 左右。

图表 28: 不同正极材料克容量对比, 811 提升显著

	333	523	622	811	NCA
克容量(mAh/g;1.0C)	144.8	151.3	156.7	180	178
首次库伦效率	84.6%	83.4%	84.1%	88.0%	87.0%
相比 523 克容量提升幅度	-4.30%		3.57%	18.97%	17.65%

资料来源: 公开数据整理, 国盛证券研究所

但如需进一步提升能量密度, 如实现中国 2025 年电芯能量密度达到 400wh/kg 的目标, 则需要变革正极材料体系, 目前有望实现的技术方案是高容量富锂锰基正极+硅碳负极。但由于现阶段富锂锰基的结构认识仍存争议, 材料首次充电后结构的变化以及后续循环过程中的脱嵌锂机制也尚不清楚, 材料存在首次不可逆容量高、循环性能和倍率性能较差等问题, 仍处于实验室阶段。

图表 29: 不同材料体系所能达到能量密度

技术	能量密度 (Wh/kg)	阶段
磷酸铁锂正极/石墨负极	120-155	商业化
三元材料正极/石墨负极	180-220	商业化
5V 尖晶石正极/石墨负极	200-240	研发电解液
富锂锰基正极/石墨负极	220-280	研发中
磷酸铁锂正极/硅碳负极	155-180	非发展目标
三元高镍正极/硅碳负极	250-300	消费领域已商业化
富锂锰基正极/硅碳负极	280-400	研发中

资料来源: 2015 年欧洲-日本技术研讨会, 国盛证券研究所

另一种突破性技术——固态电池预计大规模产业化也会在 2025 年之后。固态电池在动力电池领域的商业化应用需要材料工艺层面的突破, 包括关键材料、极片、正负极与电解质匹配的材料工艺。目前, 在界面电阻降低, 金属锂高容量、高倍率和低体积变化的解决方案, 以及兼具离子电导和机械特性的固态电解质膜的成熟制备技术等方面尚缺乏有效的解决方案。固态电池如若取得突破, 将导致正极材料体系发生变化。以丰田的固态电池解决方案为例, 将采用高电压 LCO 正极+硫化物电解质+石墨类负极。

图表 30: 相关固态电池样品技术方案, 固态电池后材料体系发生变化

相关公司和研究机构	固态电解质	负/正极材料	电池容量 (Ah)
丰田、AIST、TIT	硫化物压层	C/LPS、LGPS/LCO	7
丰田、出光兴产、三星日本	硫化物涂布	Li/LGPS/LCO	1-2
丰田、SONY	硫化物涂布	Li/LPS/LGPS/LCO	2.4-15
三星日本	硫化物压层	Li/LGPS/LCO	2
东京首都大学、日本精瓷	LiSiCON	C(In)/LiSiCON/LCO	0.2
日本东北大学	固液复合型	Li/SiO2-IL/LCO	-
Planar Energy	Thio-LiSiCON	SnO2/CuS	1-20
Cymbet	LiPON	-	1-50
Excellatron	LiPON	LiCoO2、LiMnO4/ Li、Sn3N4	1-10
Front Edge	LiPON	LiCoO2/ Li	1
Sakti3 (戴森)	LiPON	未公布/Li 或 Li 合金	
InfinitePower	LiPON	LiCoO2/ Li	0.1-2.5
丰田、AIST	LiPON	-	~0.1

资料来源: 第一电动, 国盛证券研究所

三、科创板潜在标的梳理

3.1 上交所已受理标的

3.1.1 容百科技: 高镍正极产业化先驱

国内首家实现 **NCM811** 产品量产的正极材料企业, 正极高镍化趋势的践行者。公司成立于 2014 年, 2015 年实现单晶高电压 NCM523 材料大规模量产, 2016 年率先突破并掌握高镍三元正极材料的关键工艺技术, 2017 年成为国内首家实现 NCM811 和首批单晶高电压 NCM622 大规模量产的企业, 2018 年末实现高镍 NCA 及单晶高电压 NCM811 小规模量产, 目前公司的 NCM811 产品技术与生产规模均处于全球领先。

图表 31: 公司发展历程



资料来源: 公司公告, 国盛证券研究所

掌握核心技术工艺, 自主设计建设全自动化高镍产线, 产品性能领先。高镍、高电压正

极材料的核心技术在于特定前驱体合成、掺杂、包覆及单晶化工艺，同时烧结的设备精度及工艺要求也大幅提高，技术难度显著增加。公司掌握前驱体共沉淀、正极材料气氛烧结、表面处理、高电压单晶材料生产等核心技术，并以自身工艺为基础于 2017 年率先设计建成了国内第一条全自动化高镍正极材料生产线。公司所开发的单晶系列与高镍系列三元正极材料，已供应于宁德时代、比亚迪、LG 化学、天津力神、孚能科技、比克动力等国内外多家知名电池厂商的前沿产品中。公司通过前驱体控制结晶、气氛烧结技术、表面处理、大小颗粒掺混等关键核心技术，制备 Ni 含量超过 90% 的高容量、高压实正极材料，比行业内常规 NCM811/NCA 产品能量密度高出 10%，表面材料杂质 Li+ 含量更低，具有更好循环寿命，NCM811 正极材料所应用的单体电池常温循环次数可达 2000 次以上。

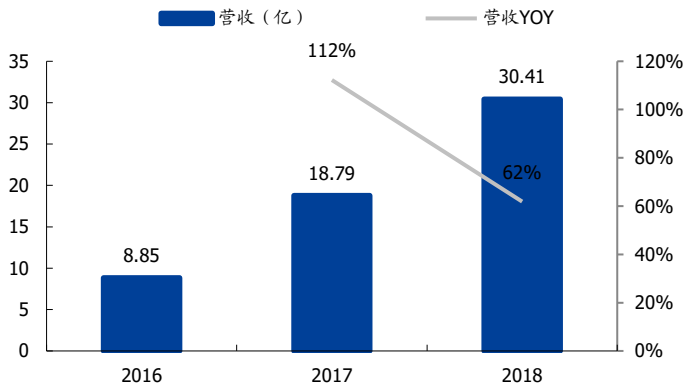
图表 32: 公司主要产品

产品类别	主要技术指标	最终用途	备注
NCM523	振实密度: 2.20g/cm ³ (典型值) Li: 7.40 ± 0.20wt% Ni: 30.00 ± 1.00wt% Co: 11.85 ± 1.00wt% Mn: 16.70 ± 1.00wt% 克比容量 ≥ 160mAh/g 首次效率 ≥ 87.0%	3C 产品、电动工具、新能源汽车	公司的单晶 523 产品，较传统 523 产品具有压实密度高、循环性能好、使用电压高等优点，并较钴酸锂材料有明显成本优势
NCM622	振实密度: 2.15g/cm ³ (典型值) Li: 7.40 ± 0.20wt% Ni: 36.10 ± 1.00wt% Co: 12.30 ± 1.00wt% Mn: 11.20 ± 1.00wt% 克比容量 ≥ 170mAh/g 首次效率 ≥ 87.0%	新能源汽车、3C 产品	公司的单晶 622 产品，较传统 622 产品能量密度更高，兼顾成本优势的同时，有效提升新能源汽车续航里程
NCM811	振实密度: 2.45g/cm ³ (典型值) Li: 7.40 ± 0.20 wt% Ni: 47.50 ± 1.50wt% Co: 6.60 ± 0.60wt% Mn: 5.50 ± 0.60wt% 克比容量 ≥ 190mAh/g 首次效率 ≥ 87.0%	新能源汽车、3C 产品	经过多次技术升级迭代，公司推出了多代高镍 811 产品，具有更好的能量密度优势
NCA	外观: 黑色粉末振实密度: 2.65g/cm ³ (典型值) Li: 7.40 ± 0.20 wt% Ni: 56.00 ± 1.50wt% Co: 5.80 ± 0.60wt% Al: 0.50 ± 0.20wt% 克比容量 ≥ 195mAh/g 首次效率 ≥ 86.0%	新能源汽车、3C 产品	公司的高镍 NCA 产品不仅容量高，还采用了大小颗粒掺混技术提升压实密度，具有更高的能量密度优势

资料来源: 公司公告, 国盛证券研究所

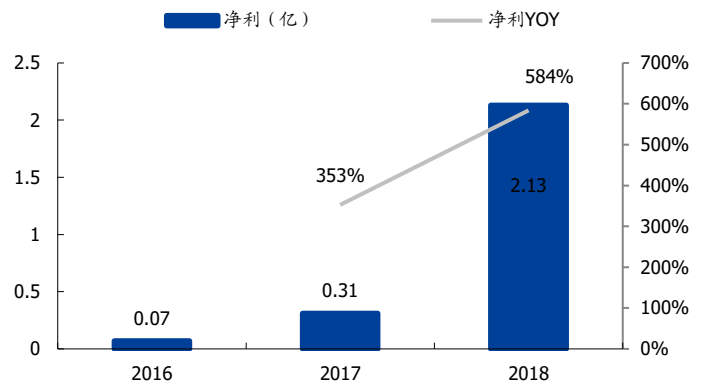
公司营收、净利高速增长，毛利率稳步提升。受益于新能源汽车行业高速增长以及公司新增产能释放，公司业绩高速增长。2018 年实现营收 30.41 亿元，2016-2018 年 CAGR 达 50.89%；2018 年归母净利润 2.13 亿元，2016-2018 年 CAGR 达 213.99%。公司毛利率从 2016 年的 12.1% 提升至 2018 年的 16.6%，净利率从 2016 年的 0.6% 提升至 2018 年的 6.9%，主要因产能释放后，管理费用率大幅下降。受原材料锂、钴价格上涨以及高镍产品占比提升影响，公司三元材料产品单价从 2016 年的 12.62 万/吨提升至 2018 年的 19.34 万/吨，单位毛利也从 2016 年的 1.76 万/吨提升至 2018 年的 3.53 万/吨，主要系高盈利能力的高镍产品占比提升所致。

图表 33: 公司近三年来营收的变化



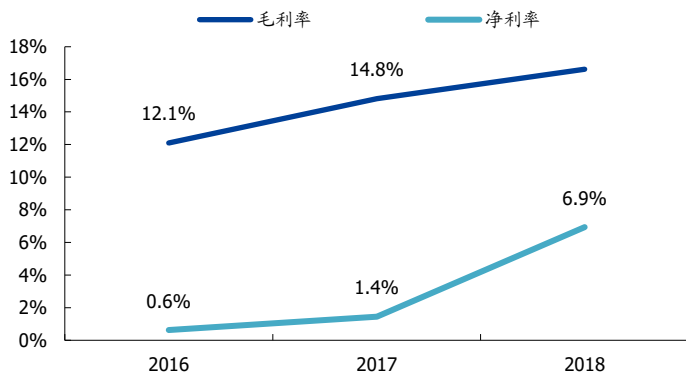
资料来源: 公司公告, 国盛证券研究所

图表 34: 公司近三年来净利的变化



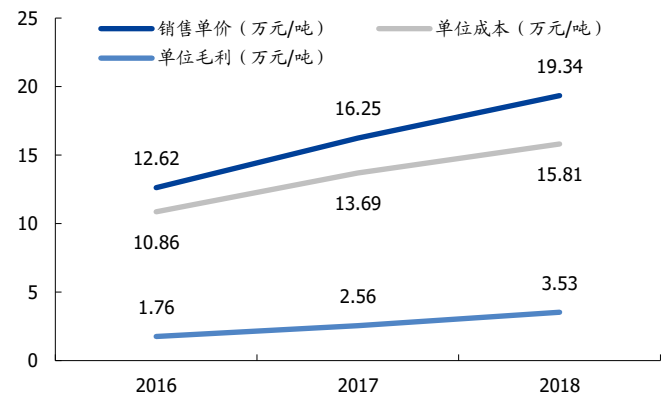
资料来源: 公司公告, 国盛证券研究所

图表 35: 公毛利率和净利率变化情况



资料来源: 公司公告, 国盛证券研究所

图表 36: 公司售价、单位成本和单位毛利情况

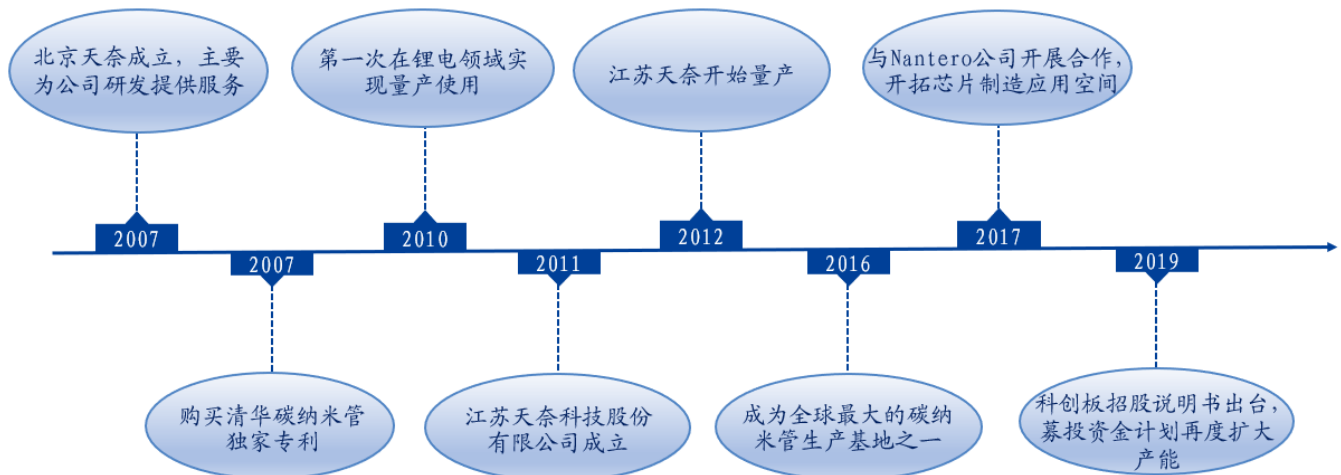


资料来源: 公司公告, 国盛证券研究所

3.1.2 天奈科技: 碳纳米管材料领导者

研发与生产两手抓, 走在碳纳米管领域前列。天奈科技主营纳米级碳材料及相关产品的研发、生产及销售, 是中国最大的碳纳米管生产企业。2007年作为研发中心的北京天奈科技公司成立, 当年便购买了清华独家的碳纳米管专利, 并在2010年首次实现量产。2011年江苏天奈科技公司成立, 次年开始量产, 并于2016年实现年产1000吨碳纳米管及10000吨导电浆料, 成为国内碳纳米管材料研发与生产的领军者。本次募资有望进一步扩大碳纳米管3000吨产能与导电浆料8000吨产能。

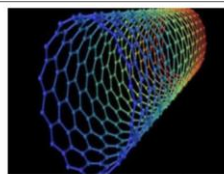
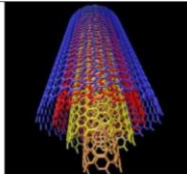
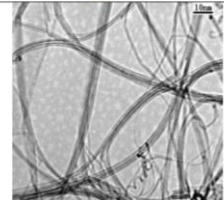
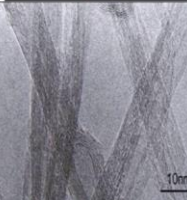
图表 37: 公司发展历程



资料来源：21世纪经济报道，国盛证券研究所

专注碳纳米管产品，材料性能多方面突出。公司产品包括碳纳米管粉体、碳纳米管导电浆料、石墨烯复合导电浆料、碳纳米管导电母粒等。碳纳米管为管状的纳米级石墨晶体，是单层或多层的石墨烯层围绕中心轴按一定的螺旋角卷曲而成的无缝纳米级管状结构，可分为单壁碳纳米管、多壁碳纳米管。这种材料具有非常优异的力学、电学、热学等性能。

图表 38: 碳纳米管可按结构分为两种类型

类别	单壁碳纳米管	多壁碳纳米管
模拟结构示意图		
射电电子显微镜图 (TEM图)		

资料来源：公司招股说明书，国盛证券研究所

图表 39: 碳纳米管具有多项突出性能优势

项目	性能优势
力学性能	碳纳米管具有极高的强度和极大的韧性。按理论计算，碳纳米管的强度可为钢的 100 倍，而密度只有钢的 1/6。同时碳纳米管还有极高的韧性，硬而不脆。
电学性能	碳纳米管具有良好的电学性能，理论上碳纳米管导电性能仅次于超导体。电子通过碳纳米管时不会产生热量，因此能量损失微小，其导电性能优于常规导电材料。
热学性能	理论上碳纳米管是目前已知的最好的导热材料，其理论导热效率约为自然界最好导热材料金刚石的 3-6 倍
化学稳定性	具有耐酸性和耐碱性。在复合材料中添加碳纳米管可以提高材料本身的阻酸抗氧化性能，可以应用于航天、航空、国防、军工等领域。

资料来源：公司招股说明书，国盛证券研究所

积极投入研发活动，制备工艺行业领先。碳纳米管制备存在一定技术壁垒。公司与清华大学合作研发利用纳米聚团流化床宏量制备碳纳米管粉体的方法，彻底解决了碳纳米管连续化宏量制备生产的世界性难题。同时，公司掌握的碳纳米管催化剂制备技术，可以做到直接控制碳纳米管管径、长度以及纯度等三个核心指标。公司还是全球最早将碳纳米管通过浆料形式导入锂电池并成功商业化的企业之一，公司碳纳米管导电浆料产品在粘度、碳纳米管含量、导电性能等方面均属于行业领先水平。

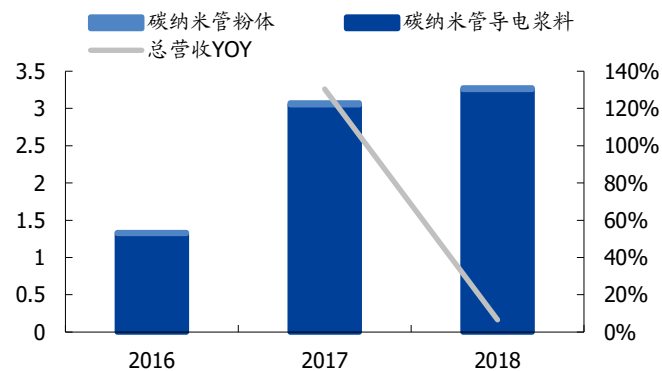
图表 40: 公司主要产品一览

产品类别	产品名称	主要技术指标	最终用途
碳纳米管粉体	第一代产品	管径 10-15nm, 长度 3-10 μm	新能源汽车、导电塑料、芯片制造、金属材料、润滑油
	第二代产品	管径 7-11nm, 长度 5-20 μm	
	第三代产品	管径 5-10nm, 长度 5-30 μm	
碳纳米管导电浆料	LB116	分散剂含量 1.33%, 碳纳米管含量 2.8%, 纯度 > 99.1, 管剂 5~11nm	
	LB107	分散剂含量 1.075%, 碳纳米管含量 4.3%, 纯度 > 99.8, 管剂 7~11nm	
	LB101	分散剂含量 1%, 碳纳米管含量 5%, 纯度 > 99.8, 管剂 10~15nm	
	LB117	分散剂含量 1%, 碳纳米管含量 4%, 纯度 > 99, 管剂 7~11nm	
	LB122	分散剂含量 1.25%, 碳纳米管含量 5%, 纯度 > 99.7, 管剂 13~25nm	

资料来源: 公司招股说明书, 国盛证券研究所

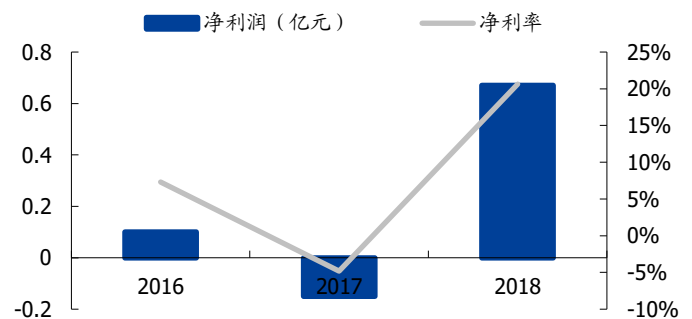
下游市场需求持续增长，带动公司经营业绩。新能源汽车快速发展，带动动力锂电池等领域对碳纳米管导电浆料产品的需求快速提升，2017 年营收增长率达 130.42%，至 2018 年公司营收实现 3.28 亿元。近两年业绩波动源于 2017 年年底公司客户沃特玛出现经营危机，2017 年该部分公司应收账款无法收回，同时 2018 年公司对其销售收入降为零。剔除上述 2017 年沃特玛销售收入影响，2018 年公司营业收入比上年上涨 64.28%。

图表 41: 公司营业收入变化 (单位: 亿元)



资料来源: 公司招股说明书, 国盛证券研究所

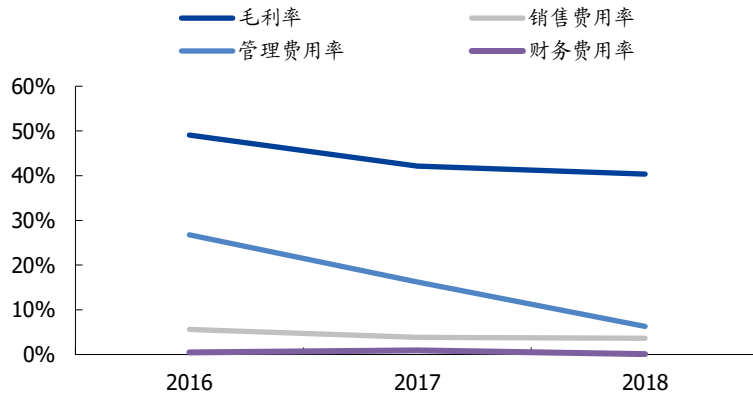
图表 42: 公司净利润变化



资料来源: 公司招股说明书, 国盛证券研究所

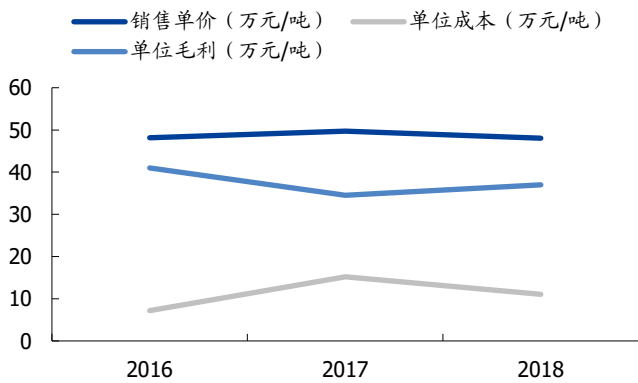
原材料波动促使毛利率有所下滑，三项费用率持续降低。近三年公司毛利率呈现下降的态势，2018 年公司产品综合毛利率为 40.35%，主要原因在于作为营收主体的碳纳米管导电浆料其原材料成本上升，占总成本 80%的 NMP 价格近年上涨，同时随着公司第二代、第三代高端产品比重增加，制造费用占比也相应增加。由于实行员工股权激励，公司管理费用率在 2016、2017 年较高，2018 年各项费用率均处低水平。

图表 43: 公司毛利率及各项费用率呈现走低态势



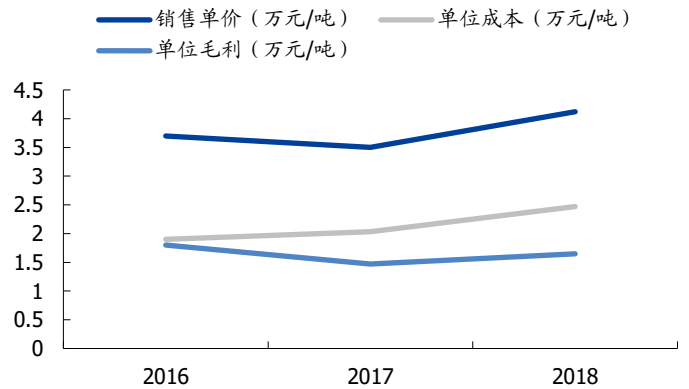
资料来源: 公司公告, 国盛证券研究所

图表 44: 碳纳米管粉体毛利整体下降



资料来源: 公司公告, 国盛证券研究所

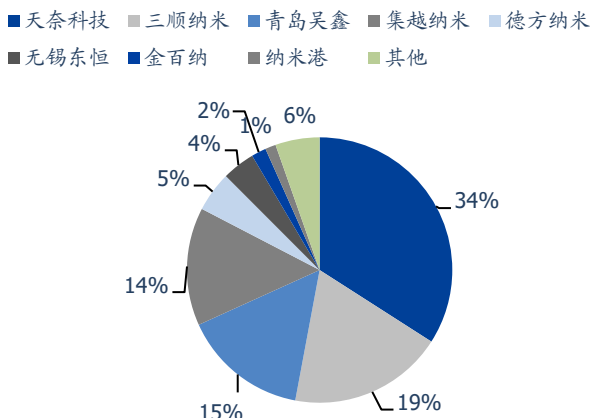
图表 45: 碳纳米管导电浆料毛利整体下降



资料来源: 公司公告, 国盛证券研究所

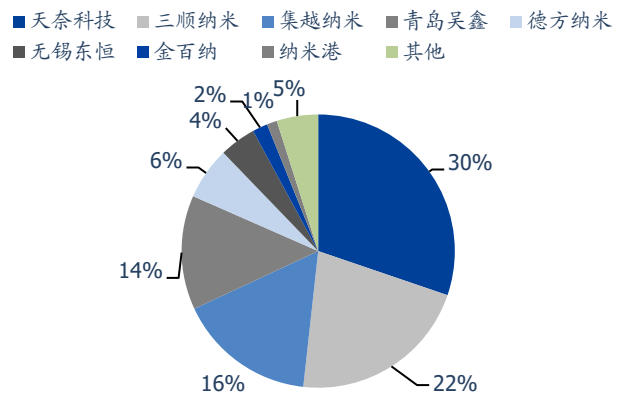
占据碳纳米管市场首位, 合作对象广泛。目前, 公司客户涵盖比亚迪、ATL (新能源科技)、CATL (宁德时代)、天津力神、孚能科技、欣旺达、珠海光宇、亿纬锂能、卡耐新能源、中航锂电、万向等国内一流锂电池生产企业, 改变了我国锂电池企业导电剂依赖进口的局面。据高工产研锂电研究所(GGII)统计分析, 最近两年天奈科技碳纳米管导电浆料产品销售额及出货量均居行业首位。

图表 46: 2018 年中国碳纳米管导电浆料市场竞争格局 (销售额)



资料来源: GGII, 国盛证券研究所

图表 47: 2018 年中国碳纳米管导电浆料市场竞争格局 (出货量)



资料来源: GGII, 国盛证券研究所

3.2 行业目前未上市、潜在科创板标的

科创板相对于主板上市难度较小。而目前行业正处在成长发展阶段，科创板有助于为行业内部分未上市的优质企业提供资金支持。

图表 48: 电新板块部分未上市公司梳理

公司	主营业务	目前状态
风电		
中国海装	风机主机厂	公司为国内风机整机厂企业，2018年吊装国目预计在1-2GW之间，仅次于金风、远景和明阳。公司的IPO计划于2018年6月20日终止审查。
光伏		
天合光能	光伏组件	2018年公司全球光伏组件出货第三，目前已完成私有化。
汉能股份	薄膜电池	公司是国内光伏薄膜电池片龙头，目前计划私有化。
新能源汽车		
孚能科技	软包锂电池	公司为国内软包电池龙头，2018年前3度出货量近2GWh，市占率约5%，动力电池出货量在2019年有望达到10GWh。2018年2月获10亿多美金融资，用于扩张其全球汽车电池生产基础设施
力神	锂离子电池	国际高端市场占有率位居全球锂电行业前列，公司借壳上市计划于2018年3月27日宣布失败。
比克电池	锂离子电池	2018年上半年，比克动力动力电池装机量0.41GWh排名国内第六。中利集团拟100亿收购比克电池，截止2018年7月已持有8.29%股份，目前处于商谈阶段。

资料来源：公开资料整理，国盛证券研究所

风险提示

科创板落地不及预期。若科创板政策落地不及预期，或影响市场情绪。

风电环保政策和海上风电技术影响行业发展。随着十三五计划的推进，各地政府对建设用地所带来的环保问题产生越发重视，建设用地审批难度加大。部分中东部装机涉及山区、林区，项目或受影响。海上风电方面，由于海上风电不同于陆上风电，海底环境复杂，且海上天气难测，海上风电场建设难度较大。不可控因素或让海上风电场建设受阻。

风机招标价格下降影响风电设备商毛利率。2017年以来风机招标价格下降较多，随着后续低价订单释放，毛利率或将承压导致业绩不达预期。

国内光伏政策不及预期，全球装机需求受宏观经济影响不及预期。由于补贴压力犹在，若明年光伏补贴退坡速度超预期，则将国内建设规模或将不及预期。同时领跑者具体项目和规模尚未确定，可能会不及预期。全球光伏装机受宏观经济影响或不及预期。

核电开工受阻。核电行业复苏的标志性时间为核电核准放开。在核电核准放开之后，新核电项目开工有望带动设备商业绩释放。但是如果核电建设进度不达预期，核电设备商订单或将不及预期。

高镍动力电池产业化进展低于预期。高镍动力电池量产难度较大，尽管目前圆柱电池已经实现突破，但方形和软包仍需一定时间方可确认，同时高镍动力电池应用尚需车企认证，在安全性考虑下，亦可能导致产业化低于预期。

免责声明

国盛证券有限责任公司（以下简称“本公司”）具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。本报告仅供本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。在任何情况下，本公司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。

本报告的信息均来源于本公司认为可信的公开资料，但本公司及其研究人员对该等信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告中的资料、意见及预测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，可能会随时调整。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息及资料保持在最新状态，对本报告所含信息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。

本公司力求报告内容客观、公正，但本报告所载的资料、工具、意见、信息及推测只提供给客户作参考之用，不构成任何投资、法律、会计或税务的最终操作建议，本公司不就报告中的内容对最终操作建议做出任何担保。本报告中所指的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。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。

投资者应注意，在法律许可的情况下，本公司及其本公司的关联机构可能会持有本报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司正在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。

本报告版权归“国盛证券有限责任公司”所有。未经事先本公司书面授权，任何机构或个人不得对本报告进行任何形式的发布、复制。任何机构或个人如引用、刊发本报告，需注明出处为“国盛证券研究所”，且不得对本报告进行有悖原意的删节或修改。

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，本报告所表述的任何观点均精准地反映了我们对标的证券和发行人的个人看法，结论不受任何第三方的授意或影响。我们所得报酬的任何部分无论是在过去、现在及将来均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。

投资评级说明

投资建议的评级标准		评级	说明
评级标准为报告发布日后的6个月内公司股价（或行业指数）相对同期基准指数的相对市场表现。其中A股市场以沪深300指数为基准；新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为基准；香港市场以摩根士丹利中国指数为基准，美股市场以标普500指数或纳斯达克综合指数为基准。	股票评级	买入	相对同期基准指数涨幅在15%以上
		增持	相对同期基准指数涨幅在5%~15%之间
		持有	相对同期基准指数涨幅在-5%~+5%之间
		减持	相对同期基准指数跌幅在5%以上
	行业评级	增持	相对同期基准指数涨幅在10%以上
		中性	相对同期基准指数涨幅在-10%~+10%之间
减持		相对同期基准指数跌幅在10%以上	

国盛证券研究所

北京

地址：北京市西城区锦什坊街35号南楼

邮编：100033

传真：010-57671718

邮箱：gsresearch@gszq.com

南昌

地址：南昌市红谷滩新区凤凰中大道1115号北京银行大厦

邮编：330038

传真：0791-86281485

邮箱：gsresearch@gszq.com

上海

地址：上海市浦明路868号保利One56 10层

邮编：200120

电话：021-38934111

邮箱：gsresearch@gszq.com

深圳

地址：深圳市福田区益田路5033号平安金融中心101层

邮编：518033

邮箱：gsresearch@gszq.com