

思“变”求远，向“新”而行

核心观点

- **2023 年复盘：整体维持高增长，产能过剩问题凸显。**2023 年 1-10 月我国光伏新增装机 143GW，YOY+145%，预计全年 165-185GW，增速高达 89%~112%。主产业链供给过剩问题凸显，价格回落，利润承压。动力+储能双轮驱动，全球锂电出货量保持高增态势，预计全年将达 1,029GWh，YOY+43%。2023 年我国风电装机兑现高增长，1-10 月新增 37.31GW，YOY+76%。2023 年电新行情表现不佳，年初至今收益率在所有行业中排名倒数第二。
- **2024 年观点：**虽然市场普遍对电新行业持观望态度，但我们认为**电网储能存在结构性机会，光伏有望率先走出阴霾**。随着大数据、云计算、物联网、区块链、AI 等新技术突飞猛进，智能电网涌现出“小而美”细分蓝海市场：虚拟电厂释放系统灵活性，算力是核心；功率预测空间可期，AI 提高准确性；数字孪生聚焦数采模型两大环节。储能维持高景气度，看好独立储能、长时储能广阔空间。光伏最先出现产能过剩问题，随着需求增速换挡，新技术加速迭代，供给侧管控发力，明年下半年细分市场存在出现新的供需匹配平衡点的可能性。
- **虚拟电厂**运营商是算法驱动，算力是虚拟电厂技术的真正内涵。我国虚拟电厂正处于邀约型到交易型的转型升级阶段，目前盈利模式主要来源于响应补贴。虽然目前虚拟电厂以负荷型为主，但我们更看好电源型或混合型，预计 2025 年我国电源型虚拟电厂市场空间 200 亿元。
- 虽然目前电化学储能在新储能中占据绝对主导，但**长时储能**是大比例风光发展的必要条件。我们短期看好抽水蓄能电站，中期全钒液流电池、压缩空气储能将快速落地放量，长期氢（氨）能将补齐能源转型最后一环。全钒液流电池经济性初显，装机元年已开启。
- 光伏电池正处在更新迭代的又一个重要“十字路口”，TOPCon 产业化占据先机，HJT 亟待提效降本，XBC 工艺最复杂，下游应用待验证。虽然市场普遍认为 TOPCon 目前已占据份额优势，但基于产品特性、可与钙钛矿叠层等，我们依然看好 HJT 前景，将成为 N 型主流。
- **中国企业分享全球红利。**美国 IRA 强力支撑长期需求空间，中美关系升温+降息周期释放积极信号，美国本土产业偏弱，利好中国光伏、锂电企业。随着可再生能源持续发展，全球电网亟待改造升级，如果要实现气候目标并维护能源安全，全球电网投资需要翻一番，我国电网龙头有望充分受益。全球风电装机需求旺盛，友好的贸易政策有利于中国风机出口。
- **投资建议：**建议把握三大主线：1）行业“马太效应”明显，重点关注具备抵御周期波动能力的龙头企业，推荐国电南瑞、许继电气、特变电工、阳光电源、晶澳科技、晶科能源、通威股份、隆基绿能、福斯特、宁德时代、亿纬锂能、当升科技、璞泰来、东方电缆、天顺风能、明阳智能等；2）新技术引领或颠覆市场，建议关注天合光能、中来股份、协鑫科技、贝特瑞、天奈科技等；3）科技赋能，行业新趋势孕育“小而美”细分领域蓝海市场，建议关注国网信通、科陆电子、金智科技、申昊科技、亿嘉和、东方电气、钒钛股份等。

表 1：重点公司盈利预测与估值

股票代码	股票名称	EPS（最新股本摊薄）			PE			PB（LF）	投资评级
		2022A	2023E	2024E	2022A	2023E	2024E		
300750.SZ	宁德时代	6.99	9.79	12.45	22.7	16.2	12.8	3.9	推荐
600406.SH	国电南瑞	0.80	0.93	1.08	27.0	23.2	20.0	3.9	推荐
300274.SZ	阳光电源	2.42	6.51	8.18	33.1	12.3	9.8	4.7	推荐
600438.SH	通威股份	5.71	4.24	3.19	4.1	5.5	7.4	1.7	推荐
603606.SH	东方电缆	1.22	1.82	2.32	35.4	23.7	18.6	4.8	推荐

资料来源：wind，中国银河证券研究院（股价选用 2023 年 12 月 5 日收盘价）

- **风险提示：**行业政策不及预期的风险；新技术进展不及预期的风险；资源品或零部件短缺导致原材料价格暴涨、企业经营困难的风险；海外政局动荡、贸易环境恶化的风险。

电力设备及新能源

推荐 维持评级

首席分析师

周然

☎：（8610）8092 7636

✉：zhouan@chinastock.com.cn

分析师登记编码：S0130514020001

研究助理

段尚昌

☎：（8610）8092 7653

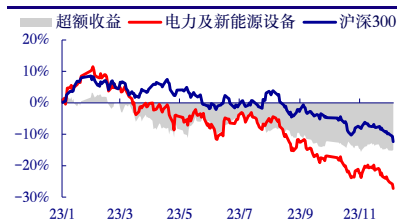
✉：duanshangchang-yj@chinastock.com.cn

黄林

☎：（8610）8092 7627

✉：huanglin-yj@chinastock.com.cn

电力设备及新能源指数表现



资料来源：wind，中国银河证券研究院

相关研究

- 1、【银河电新周然团队】电新行业-锂电行业 2023 年中期投资策略：景气度全面向好，政策发力开启新一轮增长周期_230710
- 2、【银河电新周然团队】电新行业-光伏行业 2023 年投资策略：量利齐飞舞，技术催生_221218

目 录

一、电网：科技赋能，智能电网孕育蓝海市场	2
（一）特高压正值投资高峰期，柔直潜力大	2
（二）智能电网信息化数字化孕育蓝海市场	9
二、储能：维持高景气度，看好独储、长储广阔空间	16
（一）全球市场高增，户储降温但前景依然乐观	16
（二）独立储能迎来大发展，盈利模式逐渐跑通	17
（三）长时储能蓄势待发，液流/压缩空气空间大	19
（四）储能正值高增期，竞争愈发激烈	25
三、光伏：曙光已现，技术变迁加速产能出清	28
（一）中国装机超预期增长，全球需求可维持	28
（二）全产业链供过于求，行业竞争加剧	30
（三）N 型电池红利初显，HJT 有望成为主流	35
（四）颠覆性的钙钛矿叠层薄膜电池渐行渐近	40
四、锂电：动力高增维持，行业步入成熟期	43
（一）动力+储能双轮驱动，锂电维持高景气度	43
（二）电池盈利修复，材料竞争白热化	48
（三）固态电池开启锂电终局之战	50
五、风电：静候盈利修复，海风深远化是大方向	56
（一）中国装机兑现高增长，招标量萎缩	56
（二）海外需求旺盛，利好中国风机出口	58
（三）价格下行空间有限，静候盈利修复	59
（四）海风加速深远化，漂浮式未来可期	60
六、行业估值及投资建议	63
（一）行情回顾及估值分析	63
（二）综述及投资建议	65
七、推荐标的	69
（一）国电南瑞：电网自动化龙头，网外业务是亮点	69
（二）阳光电源：全球逆变器龙头，光储氢三翼齐飞	70
（三）宁德时代：全球锂电龙头，海外发力谋远局	71
（四）通威股份：一体化穿越周期，前瞻布局钙钛矿	72
（五）东方电缆：海缆龙头加速扩产，抢滩全球市场	73
八、风险提示	75
九、附录	76

一、电网：科技赋能，智能电网孕育蓝海市场

（一）特高压正值投资高峰期，柔直潜力大

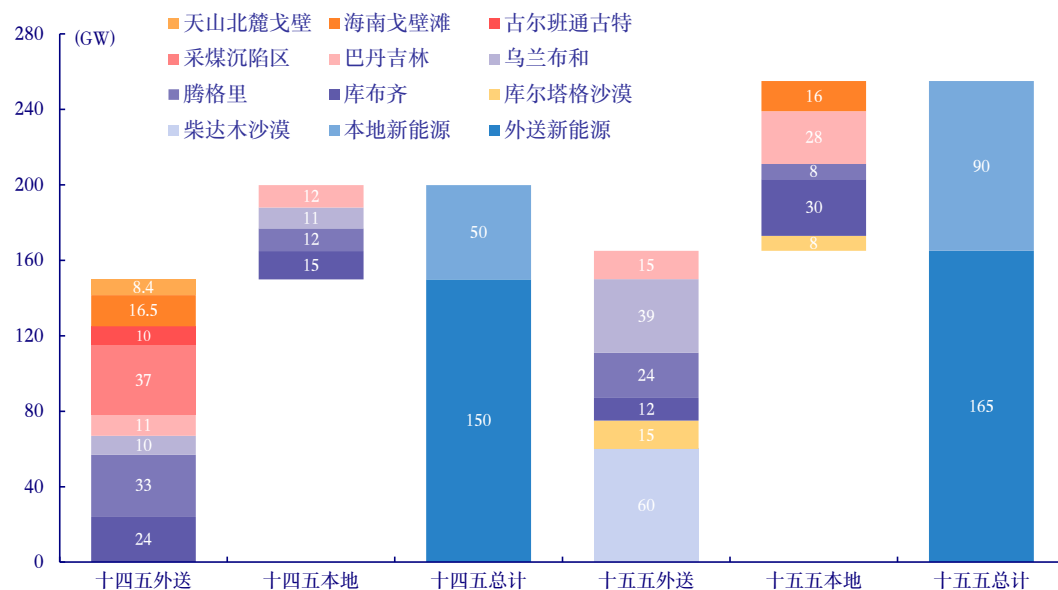
1、风光大基地带动特高压建设加速

“十四五”规划纲要提出，重点发展九大清洁能源基地及四大海上风电基地。2022 年 8 月，国家能源局代表在“碳中和经济”论坛上指出，以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的**大型风光基地建设是“十四五”新能源发展的重中之重**。

风光大基地总规模 455GW。2022 年 2 月发改委和能源局印发《以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型风电光伏基地规划布局方案》，提出到 2030 年规划建设风光基地总装机 455GW。目前第一批 97.05GW 风光大基地已全面开工，部分已建成投产。第二批项目清单已印发，部分项目已开工，规模约 200GW，直接投入超过 1.6 万亿元。第三批项目清单已形成。

大基地外送比例高。由于风光装机大部分建设在远离负荷中心的三北资源区，可再生能源消纳压力大，需要提升远距离输电容量。根据《方案》总结，“十四五”期间规划建成投产风光大基地总装机约 200GW，其中外送 150GW、本地自用 50GW，外送比例达到 75%。预计“十五五”期间规划建设风光基地总装机约 255GW，其中外送约 165GW、本地自用约 90GW，外送比例约 65%。

图 1：“十四五”和“十五五”期间风光大基地外送规划



资料来源：国家能源局、国家发改委《以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型风电光伏基地规划布局方案》，中国银河证券研究院

一般而言一条直流线路最多可配送约 10-12GW 新能源装机。“十四五”风光大基地 150GW 新能源装机中，需要新增外送通道容量约 92GW（占比 46%），对应 8-10 条直流线路，目前已规划 4 条，缺口 4-6 条。假设“十五五”风光大基地 165GW 装机中约有 50% 的容量需要新增外送通道，即对应 7-9 条直流线路。所以在“十四五”和“十五五”期间，**仅仅是风光大基地带动的特高压直流建设需求就将保持旺盛态势**。

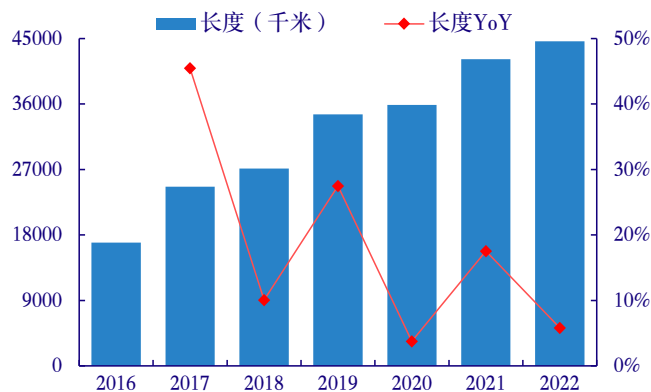
与此同时，随着可再生能源行业持续发展，**全球电网亟待改造升级**。2023 年 11 月 24 日，欧盟委员会公布一份文件草案显示，将制定一项规模高达 5,840 亿欧元的计划，对欧洲的电网进行全面检修和升级，以应对越来越多可再生能源带来的电力。2023 年 10 月 IEA（国际能源署）发布报告称，如果各国要实现其气候目标并维护能源安全，全球电网的投资必须翻一番，达到每年 6,000 亿美元以上。经过多年坚强大电网运行考验，我国从事智能电网

一次二次设备以及电网信息化软硬件产业的知名企业已在各自相关领域全球遥遥领先，未来有望复制“一带一路”成果，在全球市场“遍地开花”。

2、2023 年-2024 年特高压直流密集核准招标

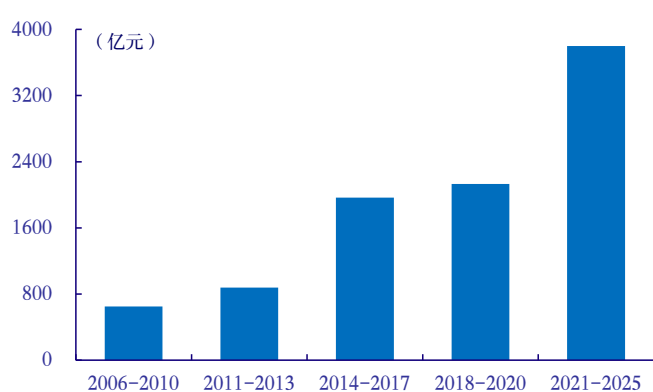
近年来我国特高压工程建设加速，特高压工程累计线路长度从 2016 年的 16,937 千米快速提升至 2022 年 44,613 千米。截至 2022 年底，我国已累计投运“20 直 16 交”特高压，其中国网 16 直 16 交、南网 4 直。

图 2：2016-2022 年我国特高压累计线路长度



资料来源：北极星输配电网，中国银河证券研究院

图 3：2006-2025E 我国特高压投资规模



资料来源：国家电网，中国银河证券研究院

“十四五”期间国家电网规划建设特高压“14 直 24 交”总投资 3,800 亿元，南方电网负责藏东南送粤港澳大湾区工程约 200 亿，合计约 4,000 亿。直流线路投资额一般在约 200-250 亿/条，部分长路线约 300 亿，15 条跨省直流投资额约 3,000 亿。交流线路投资额主要取决于站点数，一个站基本约 20 亿左右，站点越多投资额也会越大，正常情况下交流线路投资额在 100 亿之间。考虑到线路用地成本有差异以及部分线路较短，预计交流线路投资额约 50 亿/条，交流投资总额约 1,000 亿。

特高压工程包括可研、核准、招标、开工、投运阶段。一般情况从核准到投运的建设周期约 18-24 个月，直流配套的交流因工程量较小建设时长更短。如需在“十四五”期间建成投运，相关特高压直流项目最迟要在 2024 年上半年获得核准。2023 年-2024 年特高压直流项目将迎来密集核准招标期，预计有 9 条直流线路，目前 4 条已获得核准正在建设，预计剩余已明确规划的 4 条将于 2024 年核准开工。

表 2：“十四五”期间规划的特高压输电线路情况梳理

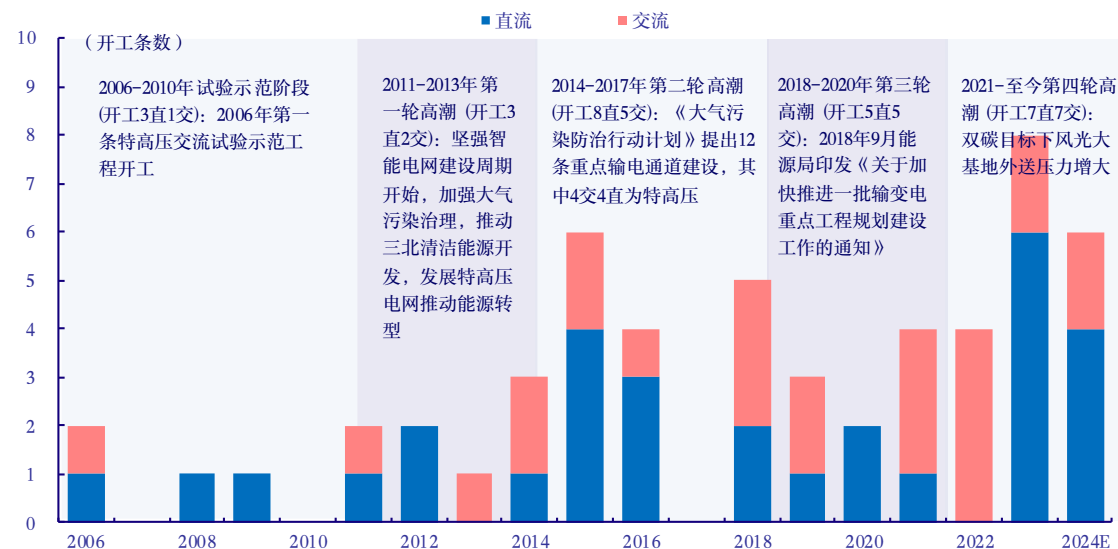
类型	项目简称	电压等级	建设情况	核准时间	开工时间	投运时间	投资额 (亿元)	线路长度 (公里)	输送能力 (GW)
直流	青海-河南	±800	已投运	2018 年 10 月	2018 年 11 月	2020 年 12 月	226	1563	8
	雅中-江西	±800	已投运	2019 年 8 月	2019 年 9 月	2021 年 6 月	244	1696	8
	陕北-武汉	±800	已投运	2019 年 1 月	2020 年 2 月	2022 年 4 月	185	1137	8
	白鹤滩-江苏	±800	已投运	2020 年 11 月	2020 年 12 月	2022 年 7 月	307	2080	8
	白鹤滩-浙江	±800	已投运	2021 年 7 月	2021 年 10 月	2022 年 12 月	299	2121	8
	金上-湖北	±800	建设中	2023 年 1 月	2023 年 2 月	2024E	334	1901	8
	陇东-山东	±800	建设中	2023 年 2 月	2023 年 3 月	2024E	202	926	8
	哈密-重庆	±800	建设中	2023 年 7 月	2023 年 8 月	2024E	260	2283	8
	宁夏-湖南	±800	建设中	2023 年 5 月	2023 年 6 月	2024E		1619	8
	蒙西-京津冀	±660	22 年 11 月可研	2024E	2024E	2025E			
	藏东南-粤港澳	±800	22 年 5 月环评	2023E	2023E	2024E			
	甘肃-浙江	±800	22 年 4 月预可研	2024E	2024E	2025E			
	陕西-河南	±800	23 年 3 月可研招标	2024E	2024E	2025E		900	8
	陕西-安徽	±800	23 年 8 月可研	2024E	2024E	2025E		1000	8
交流	南昌-长沙	1000	已投运	2020 年 12 月	2021 年 2 月	2021 年 12 月	102	682	4
	荆门-武汉	1000	已投运	2020 年 12 月	2021 年 3 月	2022 年 12 月	65	234	2
	南阳-荆门-长沙	1000	已投运	2020 年 4 月	2021 年 6 月	2022 年 10 月	81.7	965.4	6
	驻马店-武汉	1000	建设中	2021 年 11 月	2022 年 3 月	2023 年 11 月	38	287	
	福州-厦门	1000	建设中	2022 年 1 月	2022 年 3 月	2023E	71.2	559	4
	武汉-南昌	1000	建设中	2022 年 7 月	2022 年 9 月	2023E	82.9	913.2	

川渝交流	1000	建设中	2022 年	2022 年 9 月	2025 年夏	288	1316
张北-胜利	1000	已核准	2022 年 9 月	2023 年 7 月	2024E	67.92	368
黄石特高压	1000	已核准	2022 年 9 月	2023 年 4 月	2024E	22.8	

资料来源：国家电网，北极星输配电网，中国银河证券研究院

特高压投资可分为 2006-2010 年试验示范阶段、2011-2013 年第一轮高峰、2014-2017 年第二轮高峰、2018-2020 年第三轮高峰以及 2021-至今第四轮高峰。根据国网最新规划，2023 年预计核准“5 直 2 交”，开工“6 直 2 交”，2023 年特高压直流开工规模为历史年度最高值，预计 2024 年/2025 年直流特高压核准开工 4 条/4 条。

图 4：我国历年来特高压输电线路建设可分为 5 个阶段

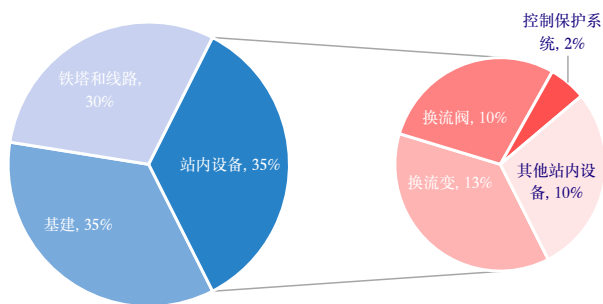


资料来源：国家电网，北极星输配电网，中国银河证券研究院

3、特高压投资额大，站内核心设备充分受益

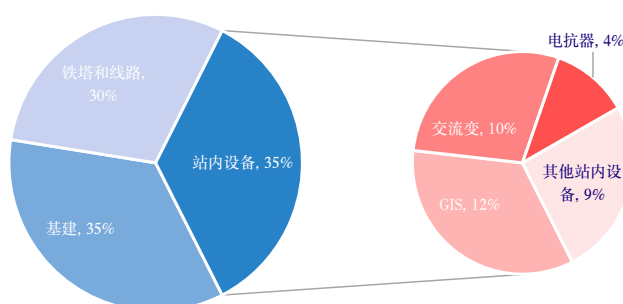
能源局数据显示，2023 年 1-10 月全国电网投资 3731 亿元，同比增长 6.3%。国网规划 2023 年投资总额将超过 5,200 亿元，再创历史新高，同比增长 4%，其中特高压有望超过 1,000 亿元。2023 年 3 月、5 月、8 月、9 月和 10 月，国网特高压公司分别完成 5 批次集中采购招标。特高压投资可分为基础建设、铁塔和线路以及站内设备，其中基建、铁塔和线路技术门槛较低，竞争格局分散，站内设备技术门槛高，呈现寡头垄断格局。

图 5：直流特高压投资构成占比



资料来源：国家电网，中国产业信息网，中国银河证券研究院

图 6：交流特高压投资构成占比



资料来源：国家电网，中国产业信息网，中国银河证券研究院

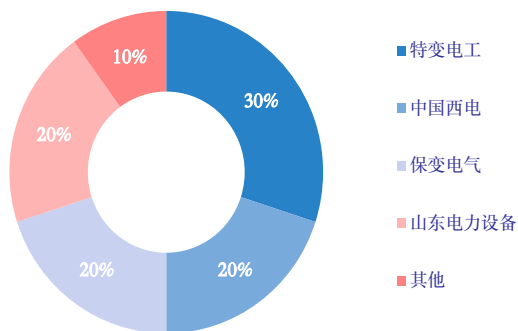
表 3：特高压单站设备投资拆分

类型	设备	换流变	换流阀	GIS	直流/平 波电抗器	直流保护 系统	互感器	断路器	电容器	避雷器	开关柜
直 流	单站招标数量	28	4	20	12	1	100-200	11	25	25	100-150
	单价（亿）	0.6	2.3	0.2	0.8/0.1	1.5	0.004	0.05	0.01	0.002	
	单站总额（亿）	16.8	9.2	4	1.9	1.5	0.6	0.55	0.25	0.05	
类型	设备	变压器	GIS	电抗器	互感器	断路器	电容器	避雷器	开关柜	隔离开关 和接地开 关	
交 流	单站招标数量	11	7	10	50	5	5	30	10-15	10-15	
	单价（亿）	0.7	0.4	0.2	0.007	0.05	0.05	0.001			
	单站总额（亿）	7.7	2.8	2	0.35	0.25	0.25	0.03			

资料来源：国家电网，中国银河证券研究院

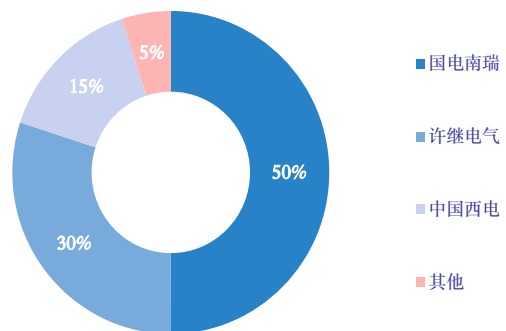
由于每年招标份额相对固定，特高压站内设备的龙头企业优势明显。特高压交流的核心设备包括 GIS 和交流变压器等，直流包括换流阀和换流变压器等，主要供应商包括国电南瑞（600406.SH）、特变电工（600089.SH）、中国西电（601179.SH）、许继电气（000400.SZ）、平高电气（600312.SH）、四方股份（601126.SH）等。

图 7：2020 年我国直流特高压-换流变压器市场格局



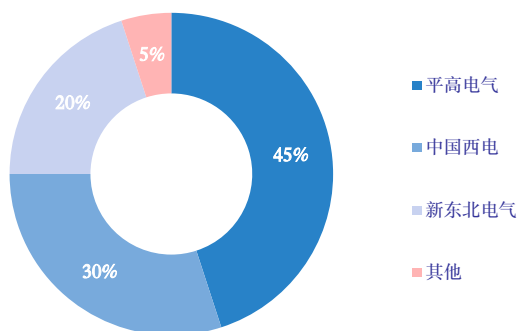
资料来源：国网电子商务平台，前瞻产业研究院，中国银河证券研究院

图 8：2020 年我国直流特高压-换流阀市场格局



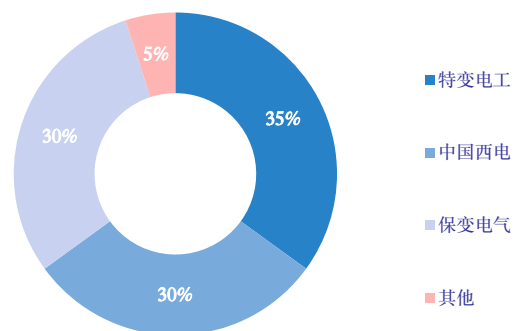
资料来源：国网电子商务平台，前瞻产业研究院，中国银河证券研究院

图 9：2020 年我国交流特高压-GIS 市场格局



资料来源：国网电子商务平台，前瞻产业研究院，中国银河证券研究院

图 10：2020 年我国交流特高压-交流变压器市场格局



资料来源：国网电子商务平台，前瞻产业研究院，中国银河证券研究院

表 4：特高压主要设备竞争格局

类型	公司	换流阀	直流保护系统	换流变	GIS	断路器	电抗器	电容器	避雷器	互感器	开关柜	隔离开关和接地开关
直流	国电南瑞	46.08%	66.67%			9.38%				15.28%		
	许继电气	27.45%	33.33%							11.11%	5.26%	
	平高电气				46.43%				27.27%		7.89%	32.81%
	中国西电	18.63%		23.08%	21.43%	9.38%	3.08%	13.00%	25.00%	4.17%		15.63%
	特变电工			25.00%			3.08%			5.56%		
	保变电气			23.08%								
	思源电气							11.00%		5.56%		
	四方股份					31.25%						
	长高集团									4.17%		18.75%
类型	公司	变压器	GIS	电抗器	断路器	电容器	避雷器	互感器	开关柜	隔离开关和接地开关		
交流	国电南瑞											
	许继电气											
	平高电气		30.74%				24.42%			13.83%		
	中国西电	12.28%	14.74%	13.86%	71.56%	12.77%	9.36%	18.88%	14.88%	27.66%		
	特变电工	33.77%		8.06%				4.49%				
	保变电气	11.40%		4.98%								
	思源电气					25.53%		5.61%				
	四方股份											
	长高集团											

资料来源：国家电网，中国银河证券研究院（根据 2012 年到 2019 年中标数据统计，不包括非上市公司，例如山东电力设备、新东北电气等）

4、特高压技术朝着柔性直流方向发展

柔性直流输电是基于电压源型换流器（VSC）的新一代直流输电技术，采用 IGBT、IEGT 等全控型功率器件，能够独立控制输出电压的幅值、频率和相位三大特征量，不依赖电网换相、谐波小、可独立调有功和无功功率等，**可有效提高电网运行的可靠性和稳定性**，在孤岛输电、弱电网供电、新能源并网、海上风电外送等方向上有着独特优势。由于所用换流元件的不同，传统直流和柔性直流对电网的需求不同。传统直流的送受两端都要有稳定、足够强度的交流系统。柔性直流能够主动构网，对电网提供强支撑。在输电能力方面，柔性直流已经达到特高压等级，但是电压等级和容量还无法达到传统直流输电的最高水平。

图 11：柔性直流性能优异，应用空间广阔



资料来源：国家电网，中国银河证券研究院

表 5：柔性直流输电与传统直流输电的技术特性对比

类型	换流元件	送端电网	受端电网	换相失败	输电电压	输送容量	损耗	成本
柔性直流输电	全控器件（如 IGBT），容量小，可控关断	可以为新能源提供并网所需的电压和频率支撑	可以是无源电网	没有换相失败，全穿越交流故障，无功支撑强	目前最高 ± 800 kV	目前最高 5000MW	高	高
传统直流输电	半控器件（晶闸管），容量大，依靠电网电压换相关断	必须有同步机电源支撑	必须是有源电网	交流故障时存在换相失败现象	目前最高 ± 1100 kV	目前最高 12000MW	低	低

资料来源：《柔性直流输电技术的工程应用和发展展望》饶宏，中国银河证券研究院

国网十四五规划提出加快柔性直流输电等技术装备研发，目前已在白鹤滩-江苏工程采用柔直输电，以及蒙西-京津冀、陇电入浙工程可研招标文件提出将采用柔直技术。考虑到未来存在出现新增柔直线路规划以及部分省市在十四五规划中提到提升柔性输电的情况，我们预计“十四五”期间陆上远距离柔直开工条数约为 3-5 条，2024-2025 年 2-4 条。

南网十四五规划提到“新建直流受端以柔性直流为主，存量直流逐步实施柔性直流改造”，并已投建闽粤互联工程、藏东南一大湾区中、南通道共 3 条背靠背工程，考虑到西电东送压力较大，我们预计“十四五”期间柔直背靠背条数约为 3-5 条，2024-2025 年 0-2 条。

如东及汕头中澎二海风项目共计 2.1GW 规模已规划柔直送出，阳江青州 1-7 以及帆石一二深远海风项目共 6.5GW 预计于 2021-2024 年建设，预期使用柔直送出，我们预计“十四五”期间深远海柔直送出有望达到 9-11GW，2024-2025 年约 6-8GW。

根据南网研究成果，远距离柔直输送能力一般约 8GW/条，柔直背靠背输送能力约 5GW/条；陆上/海风柔直投资每 GW 单价为 25 亿元/40 亿元，设备占比均大致为 60%，其中换流阀占设备的投资比重约 20%/35%。按照中性假设模型推算，2024-2025 期间柔直总投资或达 1,005 亿元，设备总投资/核心零部件换流阀投资或为 603 亿/146 亿。

表 6：预计 2024-2025 年柔性直流输电市场空间

类别	核心数据	保守估计	中性估计	乐观估计
陆上	远距离柔性直流条数（条）	2	3	4
	远距离单条柔性直流输送能力（GW/条）	8	8	8
	远距离柔性直流总输送能力（GW）	16	24	32
	柔直背靠背条数（条）	0	1	2
	单条柔直背靠背输送能力（GW/条）	5	5	5
	柔直背靠背总输送能力（GW）	0	5	10
	陆上柔直总输送能力（GW）	16	29	42
	陆上线路投资单价（亿元/GW）	25	25	25
	线路总投资（亿元）	400	725	1050
	设备投资占比	60%	60%	60%
	设备总投资（亿元）	240	435	630
	换流阀投资占设备投资比例	20%	20%	20%
深远海	换流阀总投资（亿元）	48	87	126
	深远海柔直总输送能力（GW）	6	7	8
	深远海线路投资单价（亿元/GW）	40	40	40
	线路总投资（亿元）	240	280	320
	设备投资占比	60%	60%	60%
	设备总投资（亿元）	144	168	192
	换流阀投资占设备投资比例	35%	35%	35%
	换流阀总投资（亿元）	50	59	67
	线路总投资（亿元）	640	1005	1370
	设备总投资（亿元）	384	603	822
	换流阀总投资（亿元）	98	146	193
	合计			

资料来源：国家电网，南方电网，《海上柔性直流送出系统造价水平分析》库陶菲，中国银河证券研究院

我国柔直输电电压等级、输送容量均处于世界领先水平。我国柔性直流输电技术起步较晚，自国网 2006 年组织召开“柔性直流输电系统关键技术研究框架”研讨会后，行业迎来了快速发展期。根据南网统计，目前国际上已经投运的柔性直流输电工程数量达到 51 个，总变电容量超过 60GW，其中风电送出工程 17 项，海上平台供电工程 4 项。国外仅有 ABB、西门子、阿尔斯通三家公司具备该技术的工程建设能力。近 10 年来，国网和南网已建成投运或规划的柔性直流输电工程共 12 项，电压等级、输送容量均处于世界领先水平。其中，张北电网将柔直的输电容量与可靠性提升至常规直流水平，昆柳龙特高压多端柔性直流首次将电压提升至特高压 ± 800kV 等级，也是世界上首个送出端采用常规直流、受端采用柔性直流的特高压三端混合直流输电工程。

表 7：我国已建成投运或规划建设的柔性直流输电工程

工程名称	投运年份	容量/MW	直流电压/kV	接线形式	器件类型	电缆/架空线	距离/km	应用场景
上海南汇	2011	20	± 30	对称单极	3300V IGBT	直流电缆	8	新能源并网
南澳多端	2013	200,100,50	± 160	对称单极	3300V IGBT 4500V IEGT	架空线+直流电缆	20.6+20.2	新能源并网
舟山五端	2014	400,300,100 × 3	± 200	对称单极	3300V IGBT	直流电缆	140.4	新能源并网
厦门工程	2015	1000	± 320	对称双极金属回线	3300V IGBT	直流电缆	10.7	城市高密度负荷中心供电
鲁西背靠背	2016	1000	± 350	对称单极	3300V IGBT 4500V IEGT			电网柔性互联
渝鄂背靠背	2019	1250 × 4	± 420	对称单极	3300V IGBT 4500V IEGT			电网柔性互联
张北直流电网工程	2020	3000	± 500	对称双极金属回线	4500V IGBT 5200V BIGT	架空线	648.2	新能源并网、无源网络供电
昆柳龙直流工程	2020	5000	± 800	对称双极大地回线	4500V IGBT 4500V IEGT	架空线	1 452	远距离架空线输电
如东海风工程	2021	1100	± 400	对称单极	4500V IGBT 4500V IEGT	海底电缆	103	新能源并网
广东背靠背工程	2022	1500 × 4	± 300	对称单极	4500V IGBT			电网柔性互联

白鹤滩工程	2022	8000	± 800	对称双极大地回线，高端换流器 LCC，低端换流器采用 VSC 对称单极	4500V IEGT 4500V IGBT 4500V IEGT 4500V IGBT	架空线	2088	远距离架空线输电
青州海风送出工程	2024E	2000	± 525			海底电缆	86	新能源并网

资料来源：《柔性直流输电技术的工程应用和发展展望》饶宏，中国银河证券研究院

柔直一大劣势是成本高。与传统直流相比，柔性直流输电的换流变压器、交流滤波器成本有所降低，线路部分与传统直流没有显著差异，增量部分主要来自于换流阀成本增加。根据南网统计，传统直流输电设备中换流变的成本是最高的，占比约 54%，而柔性直流设备的第一大成本占比是换流阀，比重约 57%；相较普通直流输电，**柔直的投资总成本高出约 40%**。目前柔直换流阀的投资成本已由 2013 年南澳工程的 1,500 元/kW 下降至 2022 年广东背靠背工程的 450 元/kW，降幅约 70%。我们预计，未来随着 IGBT、电容器等核心元件的进一步国产化，换流阀成本有望进一步下降。

换流阀国产化制约柔直发展。我国柔性直流换流阀的装备集成技术已经处于国际领先水平，但是换流阀的子模块功率器件、直流电容器等核心元件和控制芯片仍依赖进口。目前，功率器件国内主要生产厂商为**国电南瑞（600406.SH）**、**许继电气（000400.SZ）**、**中国中车（601766.SH）（机械组覆盖）**，已具备大规模供货业绩。国产化直流电容尚未在柔性直流使用，但已具备应用条件。国产化芯片的二次板卡正处于研发阶段。

柔直海缆尚处于起步阶段。在海风送出、海缆输电等场景，限于柔性直流输电拓扑结构，工程应用采用故障率低的直流电缆作为传输线路，但直流电缆限制了柔性直流电压等级提升。目前，全球技术领先的电缆公司已普遍具备 ± 525kV 直流陆地电缆系统的生产制造能力，正在致力于开展 ± 525kV 直流海底电缆系统的研发与试验。英国和丹麦之间 Viking Link 项目采用 ± 525kV/1400MW 高压直流输电连接，预计于 2023 年底投运。我国首个柔直海风项目 ± 400kV/1100MW 三峡如东项目于 2021 年建成。青洲五七项目或将应用 ± 500kV/2000-3000MW 等级的柔性直流输电送出技术方案，预计于 2024 年建成。

目前我国从事柔性直流输电制造的代表企业包括**国电南瑞（600406.SH）**、**许继电气（000400.SZ）**、**东方电缆（603606.SH）**、**中天科技（600522.SH）（通信组覆盖）**等，在换流阀、IGBT 等核心装备以及输电电缆方面，均取得不俗成就及突破性进展，跻身全球柔直制造领域领先行列。中国企业积极出海抢滩海外柔直市场，立志打造专属于各个企业的核心竞争力。

国电南瑞（600406.SH）：柔直输电龙头。公司在国内率先研制出柔直全套核心装备，包括大容量换流阀、高速阀控、多端控制保护、直流断路器、直流变压器和高速测量设备。公司是世界上首次整体通过荷兰 KEMA 机构权威认证的供应商。公司打破国外垄断，已实现 650V-4500V 全电压等级 IGBT 器件自主研发，4500V/3000A IGBT 在张北延庆换流站挂网成功。公司深度参与张北、厦门、昆柳龙、白鹤滩-浙江等各项柔直示范工程建设。2022 年，公司与国网智研院、美国 McDermott 联合中标“BorWin6 海上风电柔性直流输电工程”的 EPC 总包商，柔直换流阀实现海外市场零的突破。

许继电气（000400.SZ）：海风柔直换流阀先行企业。公司具备深远海海风柔直送出系统方案设计和核心设备供货能力，项目经验丰富，中标多个柔直工程。2021 年，公司中标国内首个海风柔直送出工程三峡如东柔直工程，提供柔直换流阀和直流耗能装置等核心装备。此外，公司技术积累深厚，从 1986 年开始承担国家直流输电技术研究和直流设备的研制任务，在研“海上风电 IGBT 换流阀轻型化设计及工程应用优化技术研究”等项目，未来有望受益于深远海海风开发。

东方电缆（603606.SH）：海陆柔直电缆核心供应商。公司项目经验丰富，曾为张北 ± 500 kV 柔性直流电网工程、舟山 ± 200kV 多端柔性直流输电系统、南澳 ± 160kV 多端柔直系统提供柔性直流电缆。2022 年公司 ± 535 kV 柔直海缆已经通过型式试验，目前已进入欧洲海底电缆主流市场。2020 年公司成为 TenneT 荷兰 ± 525kV 柔直海缆研发合作厂家之一。2022 年中标 5.3 亿元的荷兰国家电网海风项目，为其提供 220kV 海缆、66kV 海缆及 220kV 高压电缆产品。

中天科技（600522.SH）：柔直海缆行业领军企业（通信组覆盖）。公司从 2013 年开始研发高压柔性直流电缆和海缆产品，曾为三峡如东 H6、H8、H10 项目提供 ± 400kV 柔直海缆，参与厦门 ± 320kV 真双极柔直输电科技

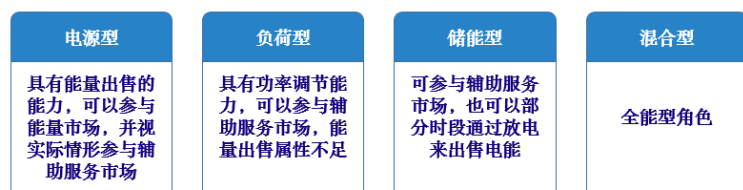
示范工程、舟山 ± 200kV 多端柔直输电项目以及广东 ± 160kV 三端柔直线路工程。2022 年公司制造了全球首根 ± 535kV 柔性直流海缆，并顺利通过型式试验。公司积极开拓欧洲高端市场，2017 年公司参与 TenneT 德国 ± 525kV 直流电力电缆系统研发，2020 年成为 TenneT 荷兰 ± 525kV 柔直海缆研发合作厂家之一。

（二）智能电网信息化数字化孕育蓝海市场

1、虚拟电厂释放系统灵活性，算力是核心

虚拟电厂（VPP）是通过先进的通信、计算、调度、市场手段，把大量分散在电网中的分布式能源（即分布式发电、可控负荷和分布式储能）进行聚合统一管理、协调优化，并释放系统灵活性，实现统一调度。虚拟电厂既可作为“正电厂”向系统供电调峰，又可作为“负电厂”加大负荷消纳、配合系统填谷。根据对外特征，虚拟电厂可以分为电源型、负荷型、储能型、混合型。

图 12：虚拟电厂分类

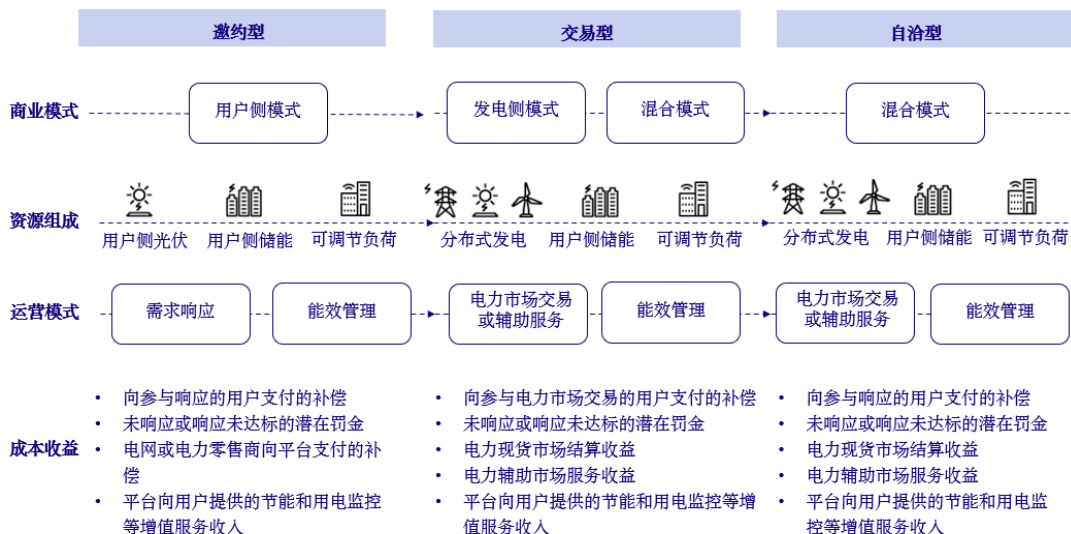


资料来源：国家电网，中国银河证券研究院

虚拟电厂运营商是算法驱动，**算力是虚拟电厂技术的真正内涵**。虚拟电厂核心技术的本质是运营商基于对自己所聚合资源充分了解的基础上，运用模型算法获得相关调控和交易决策的能力。未来，随着大数据、云计算、物联网、区块链、AI 等新技术的发展，将数字孪生、机器学习、区块链等数字技术应用到虚拟电厂，将推动虚拟电厂产业快速发展。

虚拟电厂运营模式的发展可分为邀约型、交易型、自治型三个阶段，**我国正处于邀约型到交易型的转型升级阶段**。邀约型阶段由于电力市场建设还不够完善，政府部门或调度机构进行邀约，虚拟电厂通过需求响应来削峰填谷，以及通过内部能效管理获得收益。交易型虚拟电厂可通过参与电力现货市场交易的辅助服务获得收益。自治型虚拟电厂实现能源改革，项目主体逐步从政府转变为运营商，可跨区域自由调度，市场主体活力提升。

图 13：虚拟电厂运营模式发展的三个阶段



资料来源：日立能源，中国银河证券研究院

虚拟电厂的盈利模式包括需求侧响应、辅助服务交易、电力现货交易等。我国虚拟电厂仍处于试点阶段，**目前**

盈利模式主要来源于响应补贴，但需求响应属于偶发交易，无法构成虚拟电厂运营商主要盈利模式。部分试点项目采用现货市场套利和辅助服务市场交易通过调峰、调频使得多方获益。

表 8：虚拟电厂商业模式

商业模式	主要内容
需求侧响应	虚拟电厂根据合同要求按时按容量响应负荷，保障电网供需平衡，并获取补贴收入
辅助服务交易	虚拟电厂通过调配可控资源提供发电容量，参与电网调峰、调频、备用，保证电网稳定运行，并获取补贴收入
电力现货交易	虚拟电厂帮助新能源发电厂、售电公司、配电公司等电力市场主体优化发电出力或用电负荷，进行峰谷套利或避免偏差考核，并获取分成收入
激励补贴	通过政府政策补贴，降低成本，获得补贴收益

资料来源：朗新研究院，中国银河证券研究院

中央密集出台利好政策。近年来，国家发改委与国家能源局出台一系列文件支持虚拟电厂发展，从 2019 年前虚拟电厂主要实行需求侧响应，逐渐转向参与辅助服务，并随着电力现货市场建设的不断推进向现货市场套利模式转变。

表 9：中央密集出台虚拟电厂行业相关政策

时间	发布机构	政策名称	主要内容
2023.1	工业和信息化部等六部门	《关于推动能源电子产业发展的指导意见》	探索开展源网荷储一体化、多能互补的智慧能源系统、智能微电网、 虚拟电厂建设 ，开发快速实时微电网协调控制系统和多元用户友好智能供需互动技术。
2023.9	发改委、能源局	《电力现货市场基本规则》	扩大市场准入范围，将 虚拟电厂 等新型主体纳入市场交易。
2023.9	发改委等部门	关于印发《电力需求侧管理办法（2023 年版）》的通知	积极拓宽需求响应主体范围，提升需求响应能力。到 2025 年，各省需求响应能力达到最大用电负荷的 3%~5%，其中年度最大用电负荷峰谷差率超过 40%的省份达到 5%或以上。到 2030 年，形成规模化的实时需求响应能力，结合辅助服务市场、电能市场交易可实现电网区域内需求侧资源共享互济。

资料来源：国家发改委，国家能源局，政府网站等，中国银河证券研究院

需求响应方面，地方加速推进市场化进程。浙江、江苏、河北、四川等地陆续出台了虚拟电厂需求侧响应的细则，明确参与规则、收益计算模式、响应时长以及响应价格，需求侧响应的营利性有望提升。总体来看，虚拟电厂准入门槛多数为 1MW 以上，补偿基准价约 2 元/kWh，东部经济发达地区可高达 4 元/kWh，响应时段不同，价格不同；浙江、河北等地区另增设了容量补贴。

表 10：部分省份虚拟电厂需求侧响应细则

省份	时间	政策	准入条件	响应价格
浙江	2021.06	《关于开展 2021 年度电力需求响应工作的通知》	负荷聚合商聚合总响应能力≥1000kW 电力用户、负荷集成商、拥有储能、充电桩设施、数据中心、基站等其他具备可中断负荷的用户和运营商可参与	日前削峰响应按照单次响应的出清价格和响应电量进行补贴，4 元/千瓦时封顶。小时级、分钟级和秒级响应执行固定的容量补贴单价（0-1 元/千瓦·月）和电量补贴单价年度固定单价（4 元/千瓦时）。
江苏	2022.10	《江苏省电力需求响应实施细则(修订征求意见稿)》		削峰调控时间<2h，10 元/kW；2h<调控时间<4h，12 元/kW；调控时间>4h，15 元/kW。填谷谷时段 5 元/kW，平时段 8 元/kW。
河北	2023.04	《河北省发展和改革委员会关于进一步做好河北南部电网电力需求响应市场运营工作的通知》	负荷聚合商聚合削峰能力≥5000kW	实时响应采用容量+电量补偿方式。实时需求响应容量补偿 8 元/KW·月。电量补偿：日前响应电量补偿按照出清价格进行补偿；日内响应电量补偿提前 4 小时响应按照出清价格 1.3 倍进行补偿，提前 2 小时级响应按照出清价格 2 倍进行补偿；实时响应电量补偿按照出清价格 3 倍进行补偿。
四川	2023.04	《关于四川电网试行需求侧市场化响应电价政策有关事项的通知》	/	需求响应 0-3 元/kWh。
云南	2023.04	《2023 年云南省电力需求响应方案》	负荷聚合商响应能力≥1000kW	实时响应补贴全年统一 2.5 元/kMh，邀约型响应削峰类 0-5 元/kWh，填谷类 0-1 元/kWh。
甘肃	2023.04	《甘肃电力需求响应市场实施方案（试行）》	负荷聚合商响应能力≥5000kW	需求响应补偿费用结算以小时为单位，由实际有效响应电量按照出清价格乘以相应收益折算系数进行结算。
广东	2023.05	《关于广东省市场化需求响应相关事项的通知》	/	灵活避峰需求响应补偿收益暂按日前邀约的保底价格 1.5 元/kWh 执行。
福建	2023.06	《福建省电力需求响应实施方案（试行）》	负荷聚合商响应负荷能力≥2500kW	用户需求响应补贴金额=该用户实际响应负荷 X 响应市场补贴价格系数 X 补贴单价；根据用户实际响应量占申报响应量的比例<50%、50%-80%、>80%时，补贴价格系数为 0、0.6、1 元/kMh。

资料来源：政府网站，中国银河证券研究院

辅助服务方面，我国部分省市已颁布虚拟电厂参与电力辅助服务市场准入条件、报价以及结算相关机制政策。冀北虚拟电厂是全国首个全市场化运营的虚拟电厂，通过华北调峰辅助服务市场获得盈利，根据系统调峰需求实时聚合调节接入资源，在新能源大发期间增加用电需求，减少火电不经济的深调状态。华北辅助调峰市场有日前、日内市场，实行报量保价，服务费用=调峰费用×出清时长×出清价格，申报价格上限为 600 元/MWh。根据

《能源》杂志统计，冀北电厂于 2019 年正式投运，目前平台有 3 个运营商（冀北综合能源、恒实科技、国电投中央研究院），聚合 35 家用户、156 个可调节资源，总容量 35.8 万千瓦，调节能力 20.4 万千瓦。截至 2022 年底，冀北电厂运营商和用户总收益超 670 万元，平均度电收益 182 元/兆瓦时。**冀北虚拟电厂运行效果佳，起到了很好的示范作用。**

表 11：国内部分虚拟电厂实践案例

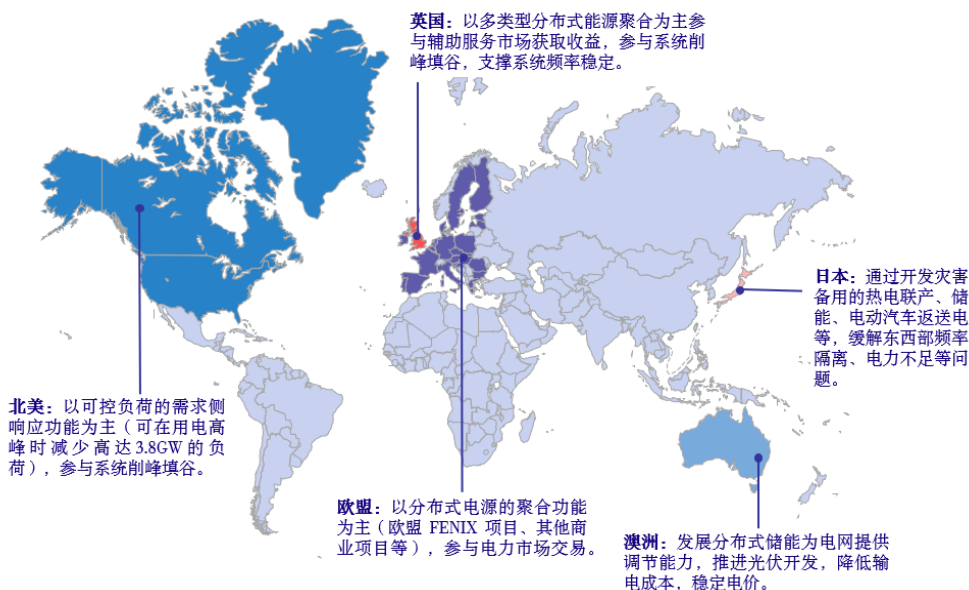
地区	试点项目	应用场景	运行时间	商业模式	主要聚合资源	规模	建设主体
冀北	冀北泛在电力物联网虚拟电厂示范工程	综合型	2019.12	需求侧响应、调峰辅助服务市场	储能、电动汽车充电站、分布式光伏等 11 类 19 家泛在可调资源	截至 2022 年，累计增发新能源电量 3,701 万千瓦时	国网冀北电力有限公司
江苏	大规模源网荷友好互动系统	综合型	2019.5	激励资金、需求侧响应	工商业负荷、居民等	秒级可中断负荷 376 万千瓦，毫秒级可中断负荷 260 万千瓦	江苏电网
上海	黄浦区商业建筑虚拟电厂示范项目	侧重于需求侧响应	2021.5	政策补贴、需求侧响应	工业生产、商业楼宇、微电网等 11 种不同负荷资源	商业楼宇型虚拟电厂已建成规模约 6.54 万千瓦，能源站型虚拟电厂已建成规模约 5300 千瓦	国网上海电力
深圳	虚拟电厂	侧重于需求侧响应	2021.11	拟参与区域辅助服务	新型储能、充换电设施、分布式光伏、非生产性空调、风光储充微电网等各类分布式资源	累计接入负荷规模达 150 万千瓦，实时调控能力超 30 万千瓦，预计到 2025 年，具备 100 万千瓦级可调节能力	深圳供电局
浙江	丽水虚拟电厂试点项目	侧重于水电发电侧	2023.1	辅助服务	发电侧 370 多座水电站、用户侧弹性负荷	最大可具备百万千瓦级可调节能力	浙江电网

资料来源：咨询视界，中国银河证券研究院

尚处于试点阶段，各省积极探索。从区域来看，虚拟电厂试点项目集中在广东、江苏、上海、河北、浙江等地。从聚合资源来看，主要包括储能、负荷、分布式电源。示范项目的规模基本在 100MW 以上，主要是各地供电局和电网公司，已建的虚拟电厂平台水平参差不齐，没有统一的标准和接口。从商业模式来看，江苏、浙江、广东主要参与的是需求侧响应市场，上海主要以聚合商业楼宇空调资源为主开展虚拟电厂试点，冀北主要以参与华北辅助服务市场为主。

在欧美发达国家，虚拟电厂已发展得较为成熟，调节形式多样有效。在欧美发达国家，虚拟电厂起步较早，结合自身资源禀赋以及当地电力市场情况，通过定制化顶层设计，明确市场准入门槛，清晰划分各方权责利，提供配套激励政策，实现商业化运行。欧洲以聚合分布式电源为主，北美以可控负荷需求响应为主，澳洲以聚合用户侧储能为主，日本重点发展通过“光伏+储能”作为主要运行形式。

图 14：海外虚拟电厂分布及用途



资料来源：日立能源，中国银河证券研究院

收益模式多元。欧美发达地区电力现货市场相对成熟，超额定价辅助服务，大力推动可再生能源发展与碳中和，大体有用户侧响应、发电侧参与电力市场、混合模式、电网共建平台模式以及电网采购模式 5 种主要商业模式。其中以用户侧储能和需求响应为主，参与电力市场交易，容量规模和交易规模较大。

德国电力市场自由度高，允许可再生能源以及聚合源荷资源参与电力市场交易。Next Kraftwerke 是德国最大的虚拟电厂运营商，分布式资源覆盖多个欧洲国家，可以通过面向发电侧进行能源聚合、面向电网侧进行灵活性储能供应、面向需求侧的需求响应获取收益。根据 Next Kraftwerke 公司公告，2022 年德国参与电力交易量约 15TWh。

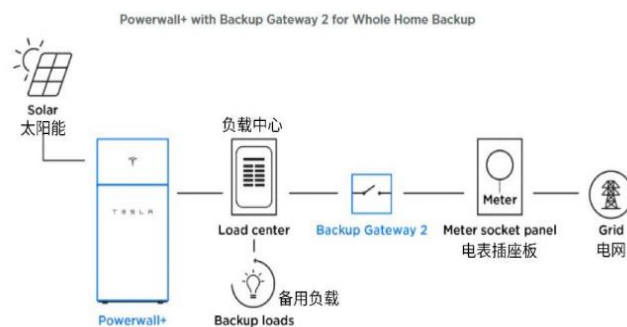
美国通常由能源零售商及 Utility 企业运营虚拟电厂，峰值需求广阔，政府补贴和激励推动用户参与电网调度。Tesla 是美国 VPP 龙头，与能源零售商合作开展虚拟电厂项目，提供低价 Tesla 储能电池或现金激励，换取户用储能部分电力的控制权。Tesla 与电网合作，管理户用储能、光伏及负荷情况，实现聚合需求侧资源。根据公司公告，2022 年加州地区 Tesla 通过 Powerwall 储能系统提供电量约 577MWh。

图 15：德国 Next Kraftwerke 虚拟电厂系统架构图



资料来源：Next-Kraftwerke 官网，中国银河证券研究院

图 16：特斯拉 Powerwall 系统构成示意图



资料来源：特斯拉官网，中国银河证券研究院

虚拟电厂产业链包括上游基础资源、中游系统平台运营商、下游电力需求方。上游基础资源主要包括可控负荷、分布式能源、储能三类，比如发电企业和储能第三方独立运营商。中游系统平台运营商通过互联网、大数据等技术整合、优化、调度、决策，增强虚拟电厂统一调控能力，可直接参与交易，代表企业包括传统电网龙头**国电南瑞**（600406.SH）、**国网信通**（600131.SH）、**许继集团**等以及从事通信、互联网的高科技新锐**朗新科技**（300682.SZ）（计算机组覆盖）、**国能日新**（301162.SZ）（计算机组覆盖）、**金智科技**（002090.SZ）等。下游电力需求方包括电网公司、售电公司、大用户等，其中以国网和南网为代表的电网公司是主要买方。

图 17：虚拟电厂产业链



资料来源：36 氪研究院，中国银河证券研究院

我国负荷型虚拟电厂发展空间有限。中电联预测 2025 年我国最大用电负荷将达到 16.3 亿千瓦，根据政策要求，按照 2025 年最大用电负荷 5%削峰测算，约 8150 万千瓦负荷参与平衡条件，假定虚拟电厂比例占比接 1/3，虚拟电厂整体投资按照 200 元/千瓦测算，2025 年负荷型虚拟电厂市场空间约 54 亿元。

表 12：负荷型虚拟电厂空间测算

	2023E	2024E	2025E
最大负荷（亿千瓦）	13.7	14.9	16.3
虚拟电厂调节能力占比	3%	4%	5%
虚拟电厂累计调节负荷（亿千瓦）	0.14	0.20	0.27
虚拟电厂单位投资（元/千瓦）	200	200	200
虚拟电厂总投资（亿元）	27	40	54

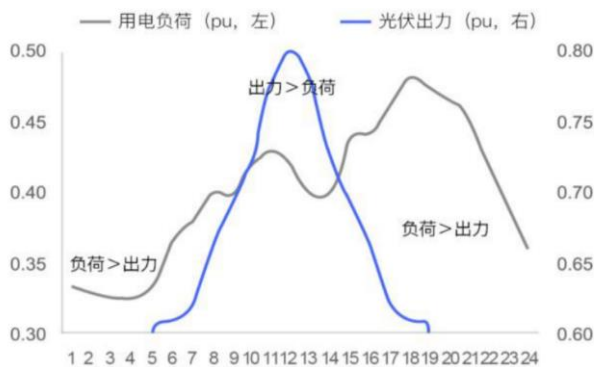
资料来源：中电联，中国银河证券研究院

电源型或混合型虚拟电厂发展空间更大，有望逐步成为常态化刚性需求。随着低压侧分布式光伏、电动汽车、充电桩大比例接入，电网要求此类新业务要具备可观可测可控的基本条件。国网预测 2024-2025 年低压侧分布式光伏新增装机将超过 1 亿千瓦，虚拟电厂整体投资仍按照 200 元/千瓦测算，2025 年电源型虚拟电厂市场空间约 200 亿元。

2、功率预测空间可期，AI 提高准确性

新能源发电功率预测是电力调控和管理的刚需。新能源电力不稳定性和电力系统实时平衡要求存在矛盾，电网需要根据下游用电需求提前做出发电规划，并根据实时的电力平衡情况进行实时电力调节和控制。此外，发电企业需要对新能源电站发电功率进行预测，了解和判断电站实时和未来生产情况，为经营管理决策提供依据。

图 18：新能源出力与负荷不匹配



资料来源：国能日新招股说明书，中国银河证券研究院

新能源功率预测一般基于气象预报数据、新能源功率数据等动态数据，结合新能源场站位置和设备参数等信息构建模型。根据时间分类，可以分为超短期预测、短期预测以及长期预测。我国电力管理规定，新能源电站必须每天上报一次短期发电预测功率、每 15 分钟滚动上报一次超短期发电预测功率。长期预测一般适用于预测以年为单位的长时间数据，多用于电网部署、制定年度运维方案等。

表 13：功率预测影响因素

类型	预测时间范围	影响因素
短期预测	预测 10 天的数据，以数据滚动更新形式	气象预测数据的精度、模型的精度等
超短期预测	测定未来 4h 内的时间长度，每个监测点的间隔时间为 15min	气象预测数据的精度、模型的精度、实时测风、测光数据、发电机组实时开机状态数据的准确性、历史实发功率数据的丰富程度
长期预测	以年为单位的长时间数据	气象预测数据的精度、模型的精度、场站位置等

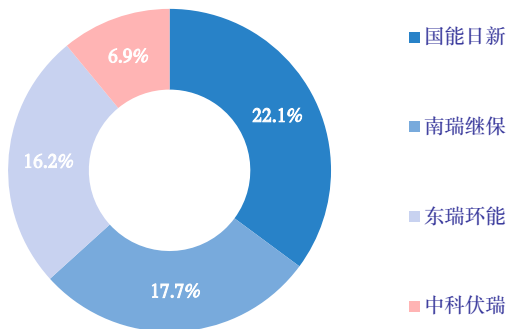
资料来源：《功率预测对电力现货交易的影响研究》，中国银河证券研究院

人工智能算法有效提高功率预测准确性。早期的物理驱动建模多是通过求解流体力学、热力学高维方程组等方法，过程复杂，模型参数获取困难。近年来，基于人工智能算法的功率预测利用统计学和深度学习等方法来学习历史功率和天气等数据样本的潜在规律，建立历史数据和预测目标之间的映射关系，有效提高了新能源功率预测的准确性和效率。以金风慧能为例，其基于英特尔统一的大数据分析和 AI 平台—Analytics Zoo 将预测准确率从传统方案的 59%提升到 79.41%。

市场空间可期，集中度高。沙利文《中国新能源软件及数据服务行业研究报告》数据显示，截至 2019 年我国发电功率预测市场规模约 6.34 亿元，预计 2024 年市场规模或将增长至约 13.41 亿元（光伏、风电发电功率分别为

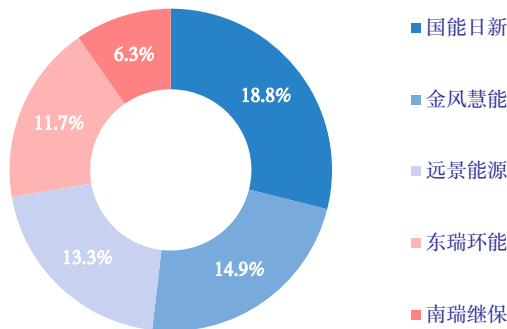
6.51 亿元、6.90 亿元），2019–2024 年年均复合增长率达到 16.2%。在功率预测领域，企业的核心竞争力在于功率预测的精度，对产品问题的快速反馈和对客户需求的及时响应等优质的后续服务。市场参与方主要包括新能源设备商、新能源管理专业化企业。沙利文数据显示，2019 年光伏功率预测市场 CR3 的市占率为 56%，代表企业为**国能日新（301162.SZ）（计算机组覆盖）**、**南瑞继保（831083.NQ）**。2019 年风电功率预测市场 CR3 的市占率为 47%，代表企业为**国能日新（301162.SZ）（计算机组覆盖）**、**金风慧能**、**远景能源**。

图 19：我国光伏功率预测市场竞争格局



资料来源：沙利文，中国银河证券研究院

图 20：我国风电功率预测市场竞争格局



资料来源：沙利文，中国银河证券研究院

国能日新（301162.SZ）（计算机组覆盖）：新能源发电功率预测市场的领跑者。公司是一家服务于新能源行业的软件和信息技术服务提供商。公司主要向新能源电站、发电集团和电网公司等新能源电力市场主体提供以新能源发电功率预测产品（包括功率预测系统及功率预测服务）为核心，以新能源并网智能控制系统、新能源电站智能运营系统、电网新能源管理系统为拓展的新能源信息化产品及相关服务。公司凭借十余年的功率预测产品研发经验以及领先的技术研发实力，不断迭代技术优化算法，持续提高气象数据精度、算法模型精度，功率预测精度行业领先。沙利文数据显示，2019 年公司在光伏、风电发电功率预测市场的占有率为 22.1%、18.8%，居行业首位。2022 年底公司功率预测业务服务的新能源电站数量已达 2,958 家，较 2019 年接近翻倍。2023 年公司在南方电网区域的实景新能源预测精度比拼中名列前茅。

3、数字孪生聚焦数采、模型两大环节

数字孪生技术即利用计算机对物理对象进行实时仿真模拟，辅助后续分析、决策。2010 年美国军方与 NASA 首次在航空航天器领域提出数字孪生应用场景，利用实时传感器、历史数据及算法模型来反映真实飞行器的实际状况，便于实时监测及判断真实飞行器工况、是否需要检修、能否承担下次任务负荷等。得益于近年物联网、大数据、云计算等技术的发展，数字孪生技术对复杂系统的仿真、分析、预测能力已远超传统解决方案，被广泛应用于电力、城市管理、智能制造等领域。

政策明确技术地位。随着国家大力推动数字化转型，数字孪生得到国家各个层面政策支持。2020 年 4 月，国家发改委印发的《关于推进“上云用数赋智”行动，培育新经济发展实施方案》明确数字孪生成为七大新一代数字技术。科技部、工信部、住建部等部委密集出台政策文件举旗定向。

我国未来新型电力系统结构更复杂、设备更繁多、技术更庞杂的趋势已定，尤其是特高压电网将形成高强耦合、高波动性的超复杂系统，传统机理模型和优化控制方法已经难以满足电网规划设计、监测分析和运行优化的要求，**数字孪生技术将在电力领域获得广阔的发展空间**。中电联《电力行业数字孪生技术应用白皮书》指出，未来数字孪生技术可覆盖电力规划、设备制造、运维检修等领域，赋能输、变、配、用电、调度全环节提升电网智能化水平。当前数字孪生电网的主要功能包括监测电网实时状态、诊断电网异常原因、预测电网发展趋势、优化电网运营策略等。在国网、南网及其他发电企业的头部电网公司主导下，**数字孪生已在电网中有实际应用**。

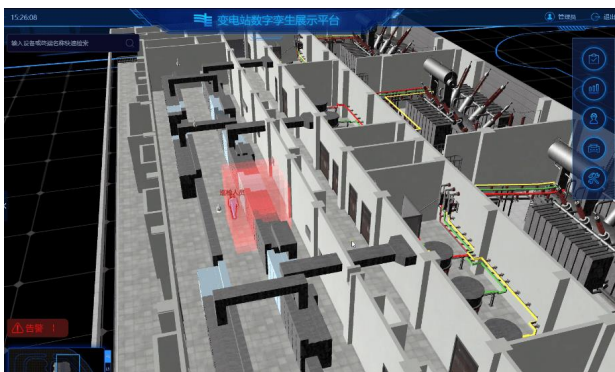
在特高压输电领域，2021 年南方电网开展了我国首个 800kV 昆柳龙特高压多端直流输电工程数字孪生建设，聚焦地理环境、设备、台账、图形、实时运行、设备状态监测等动静数据贯通，完成 1,452 公里线路、2,947 杆

塔、2,691 处交叉跨越，3 个换流站建筑物、20,000 余设备的特高压工程三维数字孪生工作，全面接入调度实时运行、生产在线监测、周边气象环境等动态数据。

在变电领域，2022 年 2 月广州供电局投产的 220kV 磨碟洲变电站是广州首座数字孪生变电站，是南方电网“智能电网重大关键技术与集成示范”灯塔项目以及智能变电领域试点项目，该变电站能实现机器人、摄像头、智能门禁、温湿度控制器等设备的统一管理与控制，能替代人工开展巡视、操作等多种业务。

在配电领域，由于配电网台区数量众多且分布广泛、感知设备不足、基础数据质量较差等，传统运维管理方案能力不足、效率低下且缺乏主动性，而数字孪生技术可通过集群建模、配置关键设备监测等方法实现配网数字化，从而提升运维管理水平。2021 年乌镇为世界互联网大会投运了全球首个全感知智能配电房，配备了 124 套智能感知元件以及多功能机器人，可实现实时高精度监控、故障演变趋势模拟、远程检修处理等，有效应对了会议当月高峰用电达 27.5 万 kWh（超平时 5 倍）的复杂负荷情况。2022 年数字孪生系统再升级，在多技术加持下乌镇核心区域供电可靠率达 99.9%，综合电压合格率 100%。

图 21：磨碟洲变电站数字孪生展示平台



资料来源：广州供电，中国银河证券研究院

图 22：浙江乌镇互联网之光配电房运维赋能平台



资料来源：人民网，中国银河证券研究院

数据、模型、平台是我国电网数字孪生面临的三大挑战。1) 目前运行监测、检修等数据在颗粒度、范围、频率上均难以支撑全景数字孪生模型的构建，大部分设备状态监测存在盲区。当前国网在线分析模型约 4 万节点规模，响应速度分钟级，暂无法匹配未来“双高”电力系统。2) 当前各种数字孪生建模方法都只能仿真电网设备的某个方面而非完整特征，需要开发更可靠、精确、稳定的模型；目前中国电科院已研发出毫秒级的大电网数字孪生模型，正在落地验证。3) 电网设备运行状态设计电流电压、温度、磁、热等物理场，因此电网数字孪生依赖于多物理场仿真平台，当前电网分析的多物理仿真平台被国外垄断。

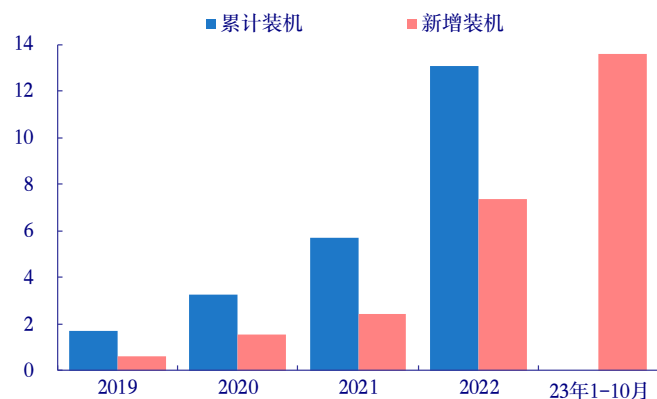
我们认为电网数字孪生技术的投资机会聚焦于两个方向：1) **数据采集**，未来全局数字孪生电网依赖高质量电网数据，高可靠性、精确性要求下存量电网设备的升级、新型电网设备产品的开发都存在广阔市场空间，多物理场监测的传感器、自动化设备等硬件设施供应商将显著获益，建议关注**申昊科技（300853.SZ）**、**亿嘉和（603666.SH）**等；2) **模型及服务**，与其他领域相比，电网系统规模更大、复杂度更高、分析反馈实时性要求更高，因此电网数字孪生模型的门槛更高，更考验开发团队在电网领域的积累。而在产品服务熟悉度、可信度上，示范项目更倾向于与国网旗下的大型平台合作。头部央企以及与电网研究所合作紧密的民企前景更加明朗，建议关注**国电南瑞（600406.SH）**、**国网信通（600131.SH）**等。

二、储能：维持高景气度，看好独储、长储广阔空间

（一）全球市场高增，户储降温但前景依然乐观

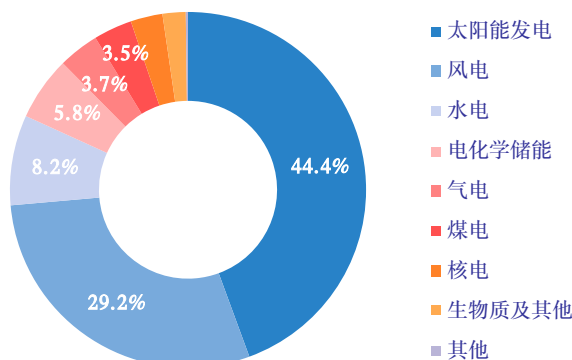
国内储能尚处于爆发初期。在强制配储等利好政策驱动下，我国新型储能装机规模保持爆发式增长。据 CNESA 统计，2022 年全年新型储能新增投运装机为 7.35GW，而 2023 年 1-10 月该数字就达到 13.1GW。CESA 预计 **2023 年我国新型储能新增装机有望达到 15GW-18GW**，同比增长 154%-205%；2023-2025 年合计增量 60GW，2025 年末累计规模有望突破 70GW。国网研究院预测，双碳目标指导下，2060 年电化学储能装机容量将达 9 亿千瓦，占比 5.8%，将成为继光伏、风电、水电之后第四大电力装机类型，2022 年-2060 年电化学储能的复合增速将达到 11.8%。

图 23：新型储能年度新增装机情况（单位：GW）



资料来源：CNESA，中国银河证券研究院

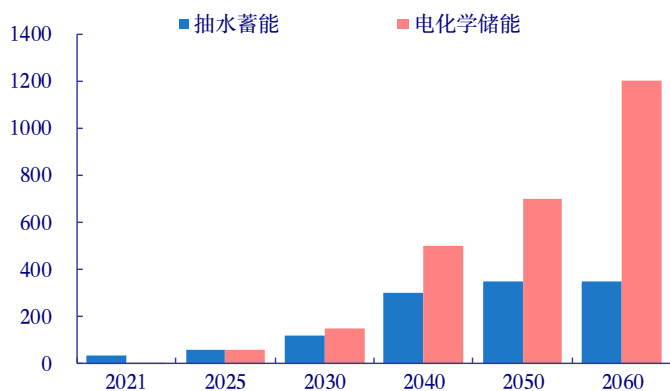
图 24：2060 年各类型电力装机容量占比情况



资料来源：国网研究，中国银河证券研究院

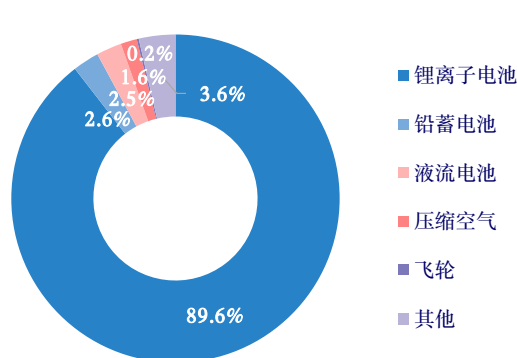
新型储能后劲十足，电化学占主导。CESA 数据显示，2022 年底我国储能累计装机中抽水蓄能/新型储能占比为 79%/20%。随着抽水蓄能开发接近饱和、新型储能技术逐步完善、规模成本效应显现，叠加政策推动，新型储能装机迅猛发展，CESA 数据显示，23H1 新增装机中抽水蓄能/新型储能占比已为 18%/81%。国网预测 2030 年电化学储能装机将达 150GW，2060 年 1,200GW，近抽水蓄能的 3 倍。考虑到技术成熟度、应用需求情况等因素，**我们预计 2025 年新型储能中锂离子电池占比将达 76%，全钒液流电池/压缩空气/氢储各占 9%/8%/3%，长时储能技术市场空间将持续扩大。**

图 25：抽水蓄能与电化学储能累计装机规模对比（单位：GW）



资料来源：国网研究，中国银河证券研究院

图 26：2022 年新型储能技术累计装机容量占比



资料来源：CESA，中国银河证券研究院

储能政策持续出台。全国已近 30 个省份出台了“十四五”新型储能规划或新能源配储文件，新建新能源项目配储比例在 10%-20%，强制配储政策是首轮装机热潮的主因。但强制配储存在一定负面影响，比如拉低风光项目收益率抑制需求，毕马威数据显示，配储 20%+2 小时时长会增加光伏/风电初始投资约 9%/17.5%，内部收益率降低

约 1%。随着配储政策不断优化，同时辅助服务市场、容量电价、电力现货市场等相关政策在国家/地方层面密集发布，各类储能项目的盈利机制有望逐步完善，将有效带动储能市场长期良性发展。

表 14：2023 年以来国家级储能领域相关政策一览

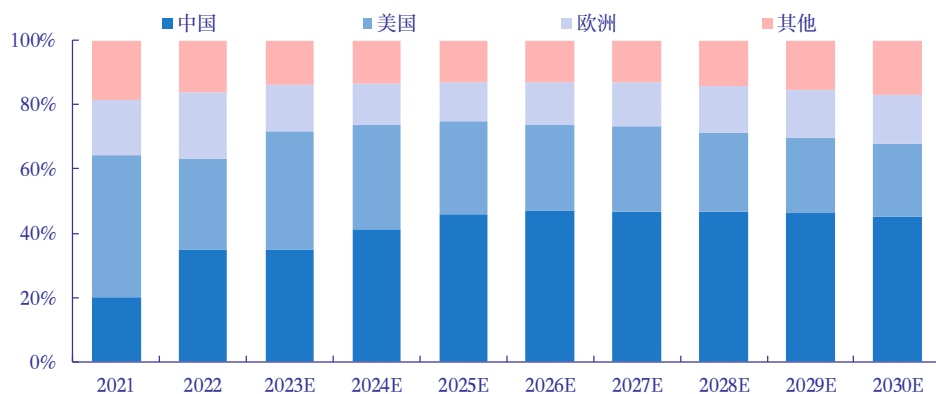
时间	文件名	发布机构	侧重点或发挥作用
2023.9	《电力现货市场基本规则(试行)》	发改委、能源局	推进电力现货市场，利于储能电力现货市场套利
2023.9	《电力负荷管理办法(2023 年版)》	发改委等 6 部门	建立需求侧响应价格机制，利于储能电力现货市场、辅助服务市场收益
2023.9	《电力需求侧管理办法(2023 年版)》	发改委、能源局	
2023.7	《贯彻落实加快建设全国统一电力市场体系若干举措(征求意见稿)》	能源局	推进电力现货市场，利于储能电力现货市场套利
2023.6	《国家能源局综合司关于开展新型储能试点示范工作的通知》	能源局	推动新型储能多元化、产业化发展，组织各类新型储能技术示范项目
2023.6	《新型电力系统发展蓝皮书》	能源局	明确储能三步走规划，制定 2030/2045/2060 年三个重要节点发展目标
2023.5	《关于抽水蓄能电站容量电价及有关事项的通知》	发改委	明确抽水蓄能容量电价的标准、执行周期等，利好抽水蓄能盈利保障
2023.4	《关于加强新型电力系统稳定工作的指导意见（征求意见稿）》	能源局	规范储能建设
2023.2	《新能源基地跨省区送电配置新型储能规划技术导则（征求意见稿）》	能源局	新型储能规划
2023.2	《新型储能标准体系建设指南》	标准化管委、能源局	新型储能标准

资料来源：国家能源局，发改委，中国银河证券研究院

美国 IRA 利于储能装机长期增长。美国电网陈旧薄弱、结构分散独立，促使储能成为电力系统的刚需。2023 年 5 月美国 IRA 法案细则落地带来四大利好：1）储能系统无需搭配光伏就能获得投资税收抵免，**独立储能正式纳入补贴范围**；2）安装储能系统最高可获得 70% 的补贴，且补贴期限延长了 10 年；3）采用加速法计提折旧，有利于企业快速收回成本。我们认为美国表前、表后储能均受益于 IRA 政策，美国全球储能第二大市场的地位依旧稳固。伍德麦肯锡预测 2023 年美国大储及工商业储能将增长超过 100%，户储装机增长 43%。PV infolink 预测，**2030 年美国电化学储能市场空间将达到 175GW/508GWh。**

去库存压力下，欧洲市场降温。由于高分布式风光渗透率、高峰谷电价差以及较成熟的电力交易市场，欧洲的户用储能发展得更快。EESA 数据显示，俄乌战争影响下，2022 年欧洲储能装机实现 5.1GWh，其中户储 4.6GWh。在强需求的刺激下，进入欧洲市场的户储系统约 9.8GWh，占全球的 40%，造成大量库存积压。然而 2023 年能源价格走低，需求增速不及预期，去库存成为欧洲市场的主旋律。我们认为，欧洲能源转型加速，户储成长空间依旧广阔。PV infolink 预测，**2030 年欧洲电化学储能市场空间达 65GW/245GWh。**

图 27：2021-2030 年全球新增装机占比

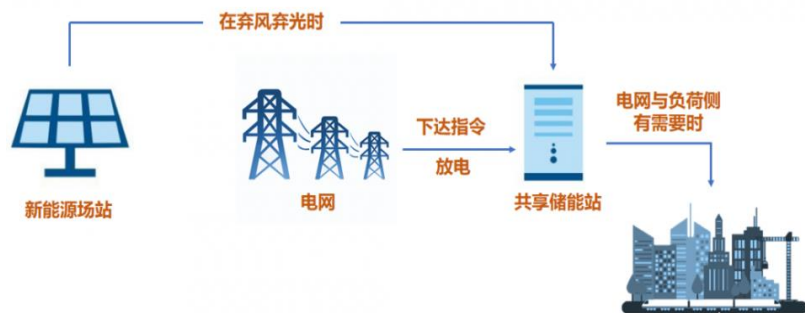


资料来源：SolarPower Europe，中国银河证券研究院

（二）独立储能迎来大发展，盈利模式逐渐跑通

按照应用场景，储能可分为电源侧、电网侧、用户侧，单一应用场景面临经济性问题，收益无法覆盖成本而导致发展受限。“共享”指大型独立储能电站既可满足电网调度要求，又可将容量租给新能源电站来满足其并网要求，也可与用电负荷交互降低其用电成本等，实现“一站多用”、“各取所需”的效果。结合当前储能发展态势，我们认为，**独立共享储能将成为最主流商业模式。**

图 28：共享储能运作模式



资料来源：能源电力说公众号，中国银河证券研究院

独立共享储能的收入来源包括辅助服务、容量租赁、电力市场套利及政策补贴。2021 年底能源局发布的《电力辅助服务管理办法》正式将新型储能纳入主体范围，**目前辅助服务成为储能最重要的盈利来源。**

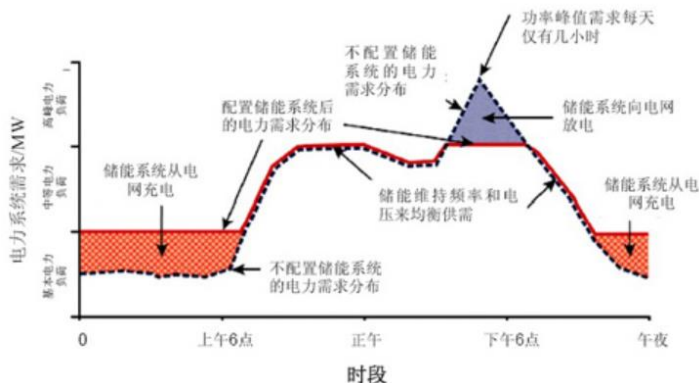
表 15：国内独立共享储能盈利方式一览

盈利方式	主要内容
辅助服务	跟踪系统负荷的峰谷变化及可再生能源出力变化，并网主体根据调度指令进行的发电功率调整或设备启停所提供的服务。
调频	电力系统频率偏离目标频率时，并网主体调整有功出力减少频率偏差所提供的服务。调频分为一次调频和二次调频。
电力现货市场套利	独立储能电站利用分时价差，通过参与电力现货市场实现峰谷价差套利。
容量租赁	储能投资方或业主将储能系统的功率和容量以商品形式租赁给新能源企业，向承租方收取租金。
政策补贴	全国各地方政府鼓励各类新型储能建设，对符合要求的储能项目或企业给予政策补贴，补贴方式以发电量补贴、容量补贴和投资补贴为主。

资料来源：EESA，中国银河证券研究院

调峰调频是电力辅助服务的最主要种类。调峰即在用电低谷消耗超发电量，在用电高峰弥补负荷缺口，从而实现电力供给与需求在日内/日间乃至更长时间维度上的实时平衡。结合我国电力系统特性，**调峰是储能最主要的任务。**我国电网频率为 $50 \pm 0.2\text{Hz}$ ，偏离该范围严重会导致电网崩溃，调频即在短时间内响应电网指令使频率稳定在一定范围。调峰一般会设定准入门槛，补偿标准与结算电量各地皆有差异。调频方面则各地差异性更大。目前所有省份均已建立辅助服务市场，市场规模在不断扩大。能源局数据显示，2023 年上半年全国电力辅助服务费用达 278 亿元，占上网电费的 1.9%，但距离国际 3%+ 的差距仍较大。我们认为辅助服务市场全国统一性的文件有待出台。

图 29：调峰服务起到“削峰填谷”的作用



资料来源：OE 能源，中国银河证券研究院

电力现货市场建设加快。储能可利用分时价差，通过参与电力现货市场实现峰谷价差套利。目前全国共有 14 个电力现货试点运行，其中山东是全国最先推行独立储能参与现货交易的试点省份，宁夏、湖南紧随其后。2023 年 9 月，国家发改委、能源局联合印发《电力现货市场基本规则（试行）》，这是国家层面首次发布的电力现货市场基本规则文件。《规则》规范了电力现货市场的建设与运营，包括日前、日内和实时电量交易，以及现货与中长期、辅助服务、电网企业代理购电等方面的统筹衔接。值得注意的是，电力现货市场与调峰服务存在替代关系，但收益确定性弱于后者。

容量租赁模式需求源于强制配置，目前存在两大问题：1）**价格低**，据储能与电力市场统计，目前通过招投标

市场平均租赁价格为每年 126 元/kWh，而各地政策指导价格平均为每年 243.5 元/kWh；2) **租赁期短**，招标租赁期限最长仅 3 年，远低于政策指导及电站全生命周期。配储是大比例风光装机的必要条件，风光+储的平价是下一阶段目标，我们认为随着配储政策逐步优化，容量租赁收益有望得到长期保障。

独立共享储能的盈利模式逐渐跑通。根据国网研究院测算，宁夏地区 100MW/200MWh 磷酸铁锂储能项目参与深调峰辅助服务每度电补偿 0.6 元，年收益 3,240 万元，容量租赁 160 元/kWh，年收益 1,600 万元，基本能满足 6.5%的 IRR 要求。而根据 EESA 测算，山西省 100MW/200MWh 独立项目凭借电力现货市场套利+调频辅助服务+容量租赁可实现 6%的 IRR，其中辅助服务收益/市场套利/容量租赁各占约 39%/34%/27%。

表 16：山西省独立储能收益成本测算（单位：万元）

		建设期		运营期	
		0 年	1 年	10 年（换电芯）	20 年
	可用容量（kWh）	200,000	196,000	200,000	160,000
1.收入	政策补贴	443	—	—	—
	现货市场套利*	—	2,183	2,228	1,782
	容量租赁	—	1,920	1,560	1,200
	调频	—	2,288	2,288	2,288
	残值收入	—	0	620	1,107
	总收入	443	6,391	6,696	6,377
2.成本	建设成本				
	初建成本	32,000	—	—	—
	更换电池成本	—	—	10,000	—
	充电损耗				
	调频充放电损耗	—	35	35	35
	现货市场充放电损耗	—	62	64	51
运营成本	运维、人工、耗材	—	981	1,048	1,137
	总成本	32,000	1,080	11,146	1,236
3.利润	税前收益	-31,557	5311	-4,451	5,141
	税后净收益	-31,557	3404	-4,451	3,295

资料来源：EESA，中国银河证券研究院（调峰业务收入体现在现货市场套利中）

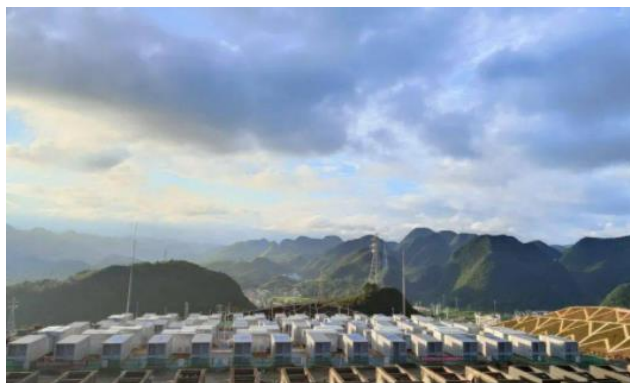
示范项目加速落地。自 2021 年《关于加快推动新型储能发展的指导意见》出台，新型储能独立市场主体地位得以确立。青海、宁夏等多省印发储能指导意见，均有提及共享储能。青海率先试点成功，2021 年 6-9 月通过共享储能累计增发电量 0.9 亿 kWh，获取补偿费用超 5000 万元。目前各地均开建共享储能示范项目，2023 年 7 月贵州首个大型独立储能电站中核紫云 200MW/400MWh 储能电站成功并网，10 月全国最大 500MW/2000MWh 共享储能电站在甘肃开工，**独立共享储能进入发展快车道。**

图 30：宁夏中核汇能 100MW/200MWh 储能电站



资料来源：国际储能网，中国银河证券研究院

图 31：贵州中核紫云 200MW/400MWh 储能电站一期



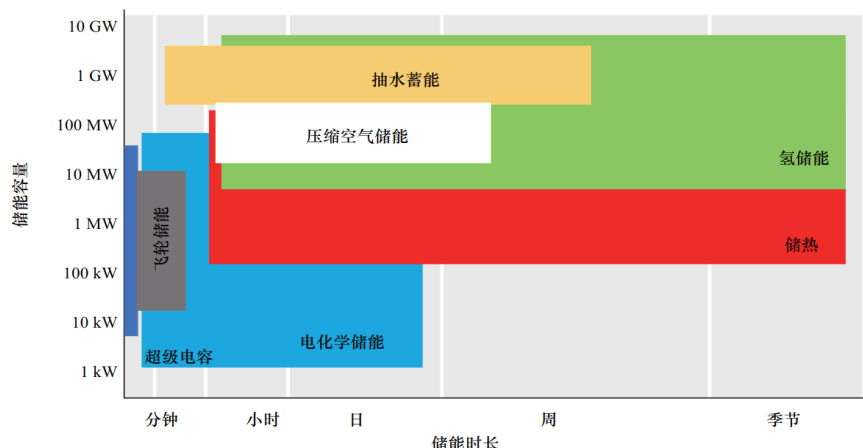
资料来源：CNESA，中国银河证券研究院

（三）长时储能蓄势待发，液流/压缩空气空间大

长时储能是大比例风光发展的必要条件。长时储能常指额定功率下充放电时长超过 4 小时，可以满足数小时、跨天/月/季乃至更长时间充放电循环的储能技术。据美国国家能源署研究，风光电力占比达 60%时，若要保证不弃电则需要超 10 小时的储能。据麦肯锡测算，长时储能将于 2025 年起量，**2030 年/2040 年全球长时储能装机或达 150-400GW/1.5-2.5TW，累计投资额 2,000-5,000 亿美元/1.5-3 万亿美元，长储发展空间巨大。**目前较成熟的盈

利模式大部分基于容量（容量=功率*时长）计算，长时储能辅助服务、电力现货市场等有望获得更高回报率。

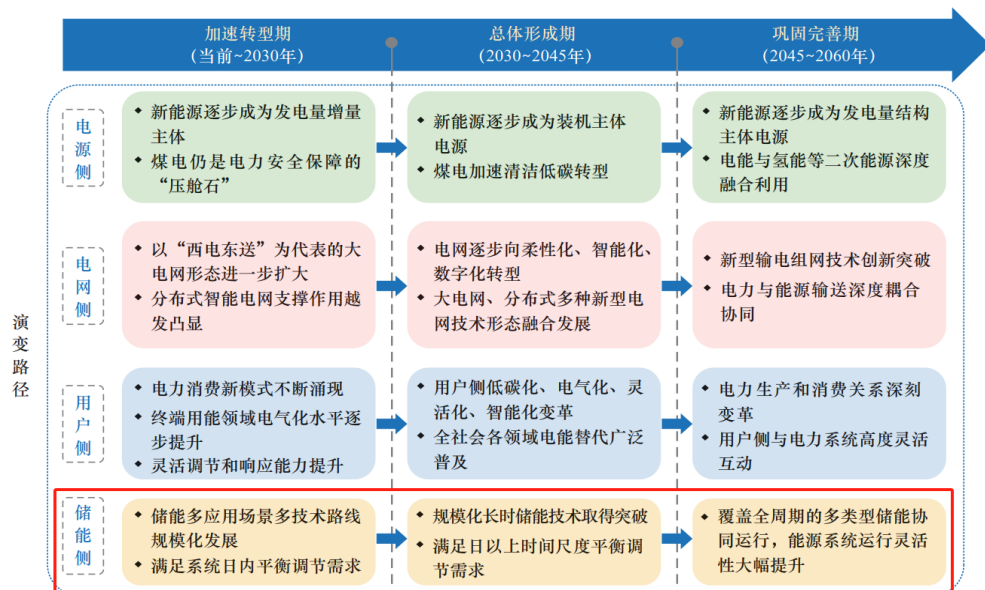
图 32：主要储能形势的储能容量和储能市场



资料来源：《新型电力系统发展白皮书》，中国银河证券研究院

政策明确长时储能地位。《新型电力系统发展白皮书》以 2030 年/2045 年/2060 年为战略目标重要时间节点，制定了“三步走”发展路径，在储能侧明确出长时储能目标：2030-2045 年规模化长时储能技术要取得突破，能满足日以上尺度调节需求；2045-2060 年储气、储氢等覆盖全周期的多类型储能协同运行。地方政府积极响应，2023 年 7 月山东出台《关于支持长时储能试点应用的若干措施》，为长时储能提供财政、推广等各方面支持。西藏等地区将配储时长提升至 4h。

图 33：新型电力系统建设“三步走”发展路径



资料来源：《新型电力系统发展白皮书》，中国银河证券研究院

目前主流的长时储能技术包括抽水蓄能、液流电池、压缩空气储能、氢储能、光热储能等。结合技术成熟度、能量效率、调节能力、建设及各方面因素，我们短期看好确定性最高的抽水蓄能电站，中期全钒液流电池、压缩空气储能将快速落地放量，长期氢（氨）能将补齐能源转型最后一环。

表 17：不同长时储能技术特点对比

储能类型	额定功率	相应时间	能量效率	时长	优点	缺点	应用场合	技术成熟度
抽水蓄能	百兆瓦以上	分钟级	75%	8-10h	容量大，寿命长，运行费用低	选址受限，建设期长，存在上限	削峰填谷、调频调相、系统备用、黑启动	★★★★
压缩空气储能	兆瓦-百兆瓦	分钟级	约 65%	4-8h	技术较成熟，规模大，运行维护费用低	效率低，响应速度慢，选址受限	电网调峰、系统调用	★★★

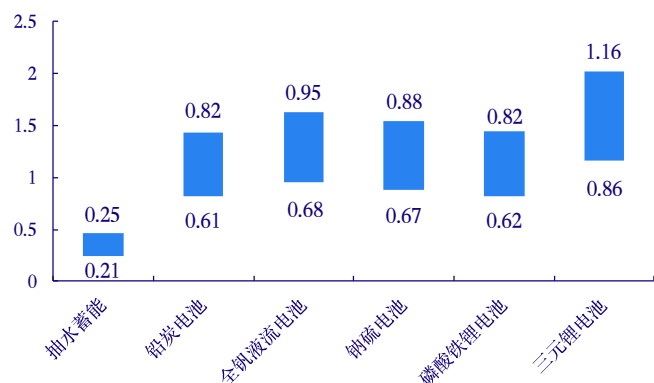
请务必阅读正文最后的中国银河证券股份有限公司免责声明。

液流电池	千瓦-百兆瓦	毫秒-分钟级	约 70%	4-24h	循环性好，可深度充放电，安全、一致性好，模块化设计	储能密度较低	电网调峰调频，备用电源	★★
氢气储能	千瓦-百兆瓦	秒-分钟级	约 50%	可跨年	环保、灵活性好，理论上限高	效率差，储运技术难度高，成本高	电网调峰调频，区域能源系统	★
光热储能	兆瓦-百兆瓦	分钟级	约 50%	4-8h	环保、无需稀缺资源、容量大、同步发电	效率低、系统复杂、工艺环节多，成本高	电网调峰调频，基础电源	★★★

资料来源：GGII, infolink consult, 中国银河证券研究院

抽蓄发展最成熟、短期确定性最强。抽水蓄能技术成熟、成本最低，成为当前新能源保消纳、电网调峰最重要的长时储能方式，政策明确大力发展抽水蓄能建设。能源局数据显示，2022 年底我国抽水蓄能总装机 45.8GW。据国网研究院统计，“十四五”新开工抽蓄装机约 35GW，累计投资超 2000 亿元，2025 年底累计装机实现 62GW 目标；“十五五”预计新开工超 50GW，2030 年底累计装机实现 120GW 目标，8 年复合增长率达到 12.8%。

图 34：目前各种储能类型度电成本情况（单位：kWh）



资料来源：国网新疆研究院，中国银河证券研究院

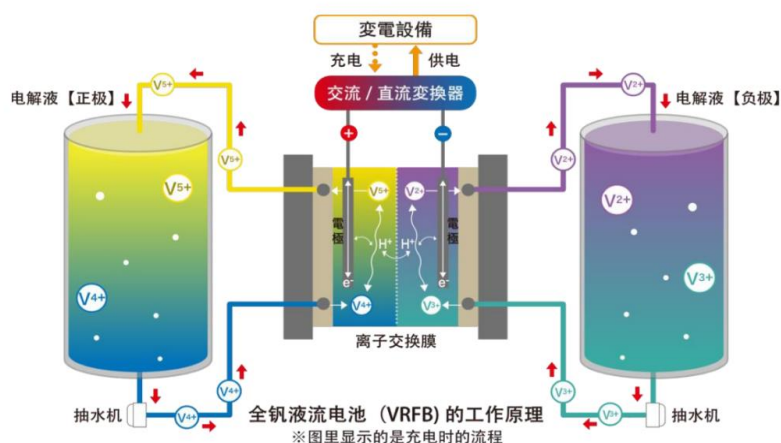
图 35：全国投运容量最大的丰宁抽水蓄能电站



资料来源：国家电网官网，中国银河证券研究院

全钒液流电池由正负极储液罐、电堆组成，通过外接泵施加机械动力使得电解液在储液罐和电堆间循环，电堆内的钒离子因发生氧化还原反应得失电子，使化学能、电能相互转换。结构、原理特性决定全钒液流电池两大优势：1）**完美模块化设计及配置灵活性**：电堆和储液罐分立，输出功率取决于电堆的大小，容量取决于电解液的体积，增加功率和容量只需要增加电堆大小和电解液体积/浓度即可；2）整个反应仅是简单的元素价态变化，无危险变量，**本征安全性满足大储需求**。

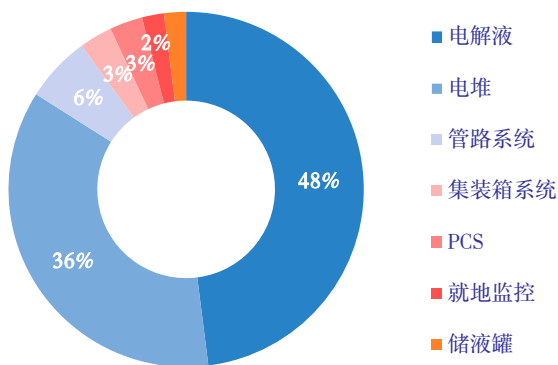
图 36：全钒液流电池工作原理及结构示意图



资料来源：《Developing an energy storage system using a Vanadium Redox Flow Battery》，中国银河证券研究院

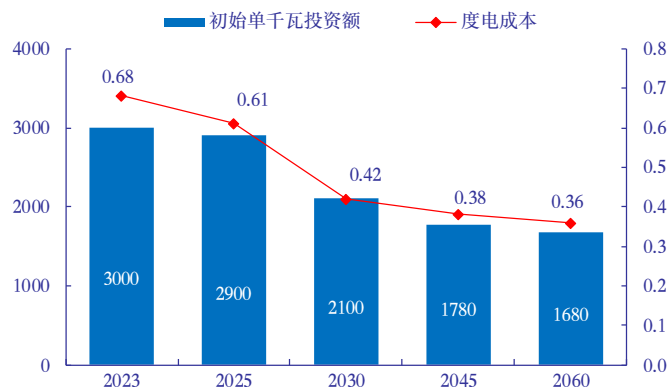
经济性初显。据国网研究院统计，全钒液流电池成本主要集中在电解液和电堆，合计占比可达 84%，尽管初始投资成本较高，但由于电解液可循环且残值高，生命周期越长 LCOE 越低。目前全钒液流电池初始单千瓦投资约 3,000 元，度电成本约 0.68 元，已接近锂离子电池储能。国网新疆研究院预计 2030/2060 年单千瓦投资降至 2,100 元/1,680 元，度电成本降至 0.42 元/0.36 元。

图 37：全钒液流电池储能成本构成



资料来源：国网研究院，中国银河证券研究院

图 38：全钒液流电池初始投资与度电成本预测（单位：元/度）



资料来源：国网研究院，中国银河证券研究院

降本围绕隔膜、集流体、电解液。首先，电堆内隔膜成本占比达 60%+，目前依赖进口，未来国产化替代及改性处理是降本的重要方向。**大连化物所**开发的多孔离子传导膜可使电堆膜材料使用面积下降 30%，总成本下降 40%。第二，集流体借助导电塑料可代替价格贵、脆性大的石墨板来实现降本。第三，电解液可通过提升利用率降本，也可以通过融资租赁方式降低投资方初始成本。**大连融科**与**海螺融华**在机阳海螺水泥 6MW/36MWh 项目中，创新应用了电解液租赁模式，业主可以节约 50% 的初始投资支出，只需在使用期间支付租金和利息。

装机元年开启。据长时储能网统计，截至 2023 年 8 月，我国液流电池装机规模已达 220MW/865MWh，其中全钒液流电池占比 90%+。据 CNEA 统计，今年 1-7 月全国签约备案的全钒液流电池储能项目超过 55 个，装机规模达 8.5GW，主要分布在湖北、甘肃、河南、辽宁等地。目前在建项目 9 个，其中 5 个规模达百兆瓦以上，察布查尔县和吉木萨尔县全钒液流储能项目储能容量为 GWh 级。

图 39：大连液流电池储能调峰电站全景



资料来源：中科院大连化物所，中国银河证券研究院

图 40：大连化物所研发出新一代全钒液流电池电堆



资料来源：中国日报网，中国银河证券研究院

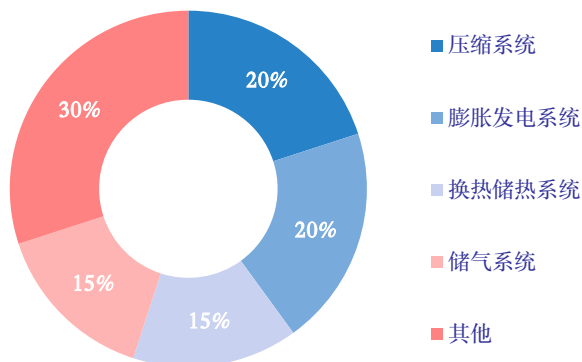
全钒液流电池产业链上游原材料包括钒矿石、前驱体、隔膜等，中游为电解液、电堆等核心部件的制造以及全钒液流系统集成，下游为电站运营。我国钒矿石资源禀赋好，已具备成熟完整产业链，龙头企业**钒钛股份**（000629.SZ）等先发优势明显，一体化布局有望向电解液赛道延伸。中游制造方面，**大连融科**深耕液流电池多年，背靠大连化物所研究资源，建立了包括隔膜、电解液在内的完整自主知识产权体系，是全球液流电池领域标准的主导制定者。在国产化率极低的隔膜环节，**国润储能**、**江苏科润**等专业化企业技术爆发力有望带来高成长性。

压缩空气储能原理为利用风光或低谷电能带动压缩机，将电能转化为空气内能，随后高压空气被密封存储，释能时高压空气推动膨胀机，将内能再次转化为电能。根据储气空间可分为基于盐穴、基于人工硐室和基于管线钢三类。**盐穴最佳，规模化降本可期。**据国网研究院统计，盐穴、人工硐室、管线钢储气系统造价分别为 100 元/500 元/1500 元/kWh，盐穴优势明显。我国盐穴资源超过 1,000 个，能够支撑装机约 300GW。目前压缩空气储能单千瓦投资约 6,600 元，度电成本约 0.63 元。随着技术突破和规模化应用，国网研究院预测，2030 年/2060 年单千瓦投资有望降至 5,700 元/3,900 元，度电成本降至 0.55 元/0.38 元，若 300MW 级储能系统取得突破，单千瓦投资有望降至

请务必阅读正文最后的中国银河证券股份有限公司免责声明。

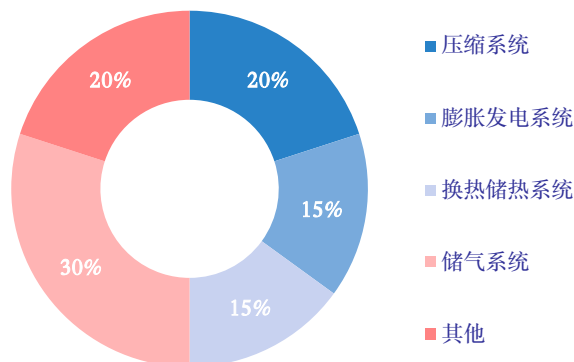
3,000 元以下。

图 41：盐穴压缩储能技术成本构成



资料来源：国网研究院，中国银河证券研究院

图 42：人工硐室/管线钢压缩储能技术成本构成



资料来源：国网研究院，中国银河证券研究院

商业化进程加速。据不完全统计，截至今年 9 月底，我国在建、筹建压缩空气储能项目合计已达 6.635GW。2022 年 5 月全球首个非补燃盐穴空气压缩储能于金坛正式并网投运，运行一年节约标准煤 4 万吨，碳减排超 15 万吨。2023 年 10 月青海最大 200MW/800MWh 压缩空气储能项目正式开工，9 月全球首套非补燃型 300MW 级压缩空气储能项目核心装备压缩机全面下线。

图 43：金坛盐穴压缩空气储能电站



资料来源：中国电力报，中国银河证券研究院

图 44：中国能建数科集团全球首套非补燃型 300MW 级压缩机组

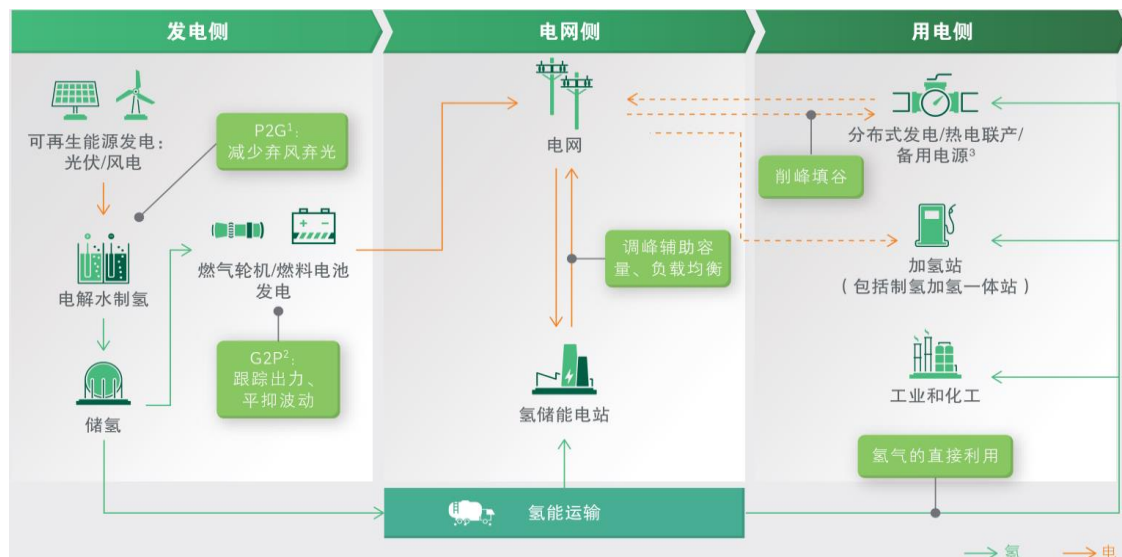


资料来源：中国能建数科集团官网，中国银河证券研究院

压缩空气的三大主设备为压缩机、膨胀机、换热器，前两者是改变储气体积、降本的关键设备，代表制造企业有螺杆压缩机制造龙头**开山股份（300257.SZ）（机械组覆盖）**和膨胀机龙头及金坛项目供应商**东方电气（600875.SH）**等。系统集成和项目建设方中，**中储国能**（背靠中科院工程热物理所，拥有完全自主知识产权的百兆瓦级压缩空气储能系统多级变负荷压缩机）领先优势明显，**中国能建（601868.SH）（建筑组覆盖）**与陕鼓集团合作开发了全球首个 300MW 级压缩机，已建设多个示范项目。

氢储能一般指“电-氢-电”（PGP）过程，即风光富裕发电量通过电解制氢系统制备氢气，将氢气储存后，再用于燃气轮机或燃料电池发电。氢储能也可以作为“绿氢”产品，用于工业、交通等多场景，市场空间广阔。据清华大学欧阳明高院士统计，**2030 年电解制氢市场或达 100GW**，中国将成为全球最大的氢气生产和消费市场，氢能有望成为继光伏、锂电池、电动汽车后第四大出口产品。

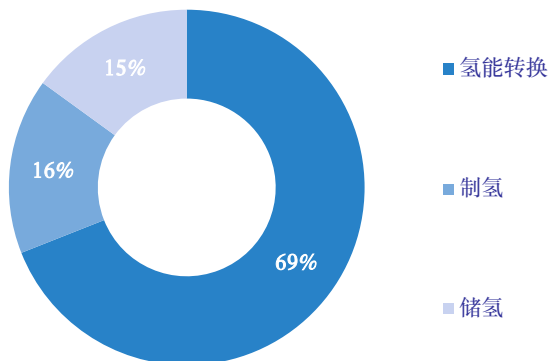
图 45：氢能在可再生能源电网中的应用



资料来源：《中国氢能产业展望白皮书》，中国银河证券研究院

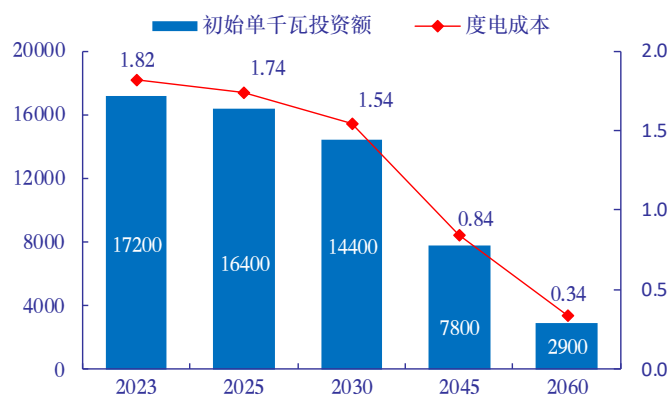
氢储根本问题是经济性。氢储能完全绿色、能量密度高、储能能力强，或将成为最具潜力的储能方式，而当前氢储能最大挑战在于缺乏经济性。国网研究院数据显示，当前氢储能平均造价为 1.72 万元/kw，度电成本约 1.82 元（储运占比 30%），远高于其他储能技术。未来随着核心装备系统技术突破以及规模化效应，国网研究院预测 2030 年/2060 年度电成本有望降至 1.54 元/0.34 元，若光伏 2025 年 LCOE 实现降至 0.1 元/kWh，绿氢成本竞争力将显著提升。

图 46：氢储能系统成本构成



资料来源：国网研究院，中国银河证券研究院

图 47：氢储能初始投资与度电成本预测（单位：元/度）



资料来源：国网研究院，中国银河证券研究院

电解制氢环节主要有固体氧化物电解、质子交换膜电解、碱性电解三种技术路线。质子交换膜电解法虽效率更高，但受限其贵金属用量大，未来应用或限于分布式小规模场景。据欧阳明高院士《绿色氢能研发与产业化进展及技术展望》报告，**目前最具潜力、最可实现、成本最低、寿命最长的是碱性电解技术。**据《中国氢能产业展望白皮书》，2021-2022 年中国绿氢项目 158 个，其中碱性电解占比为 44%，装机量/计划产能 26.41GW，碱性电解占比 80%。

新能源龙头企业争相布局碱性电解路线。2022 年 10 月明阳智能（601615.SH）2000 Nm³/h 碱性水电解制氢装备正式下线，9 月隆基绿能（601012.SH）发布全新一代碱性电解水制氢设备 ALK G 系列产品，产氢量 1200-3000Nm³/h，占据大型电解槽技术制高点。质子交换膜路线方面，大连化物所、山东赛克赛斯、阳光电源（300274.SZ）、国投电力（600886.SH）（公用事业组覆盖）等均已布局，阳光电源 2022 年底长江电力绿电绿氢示范项目产氢成功，纯度高达 99.999%。

图 48：隆基氢能发布 ALK G 系列电解水制氢设备



资料来源：隆基官网，中国银河证券研究院

图 49：长江电力绿电绿氢项目使用阳光电源 PEM 电解技术



资料来源：国网研究院，中国银河证券研究院

（四）储能正值高增期，竞争愈发激烈

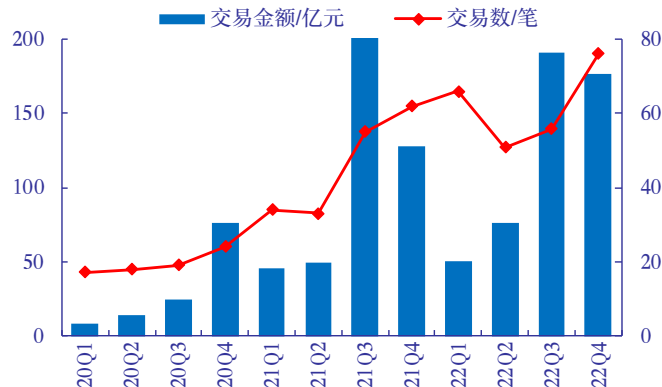
储能赛道热度高涨。高景气度吸引了众多企业纷纷布局储能赛道。据中电联统计，2022 年国内新成立 3.8 万家储能相关企业，融资规模超 494 亿。据 CESA 统计，截至今年 8 月国内储能电池及系统集成规划建设产能目前已超过 1.5TWh，计划投资金额超过 5700 亿元。

图 50：储能行业新成立企业数量



资料来源：《新型储能助力能源转型》中电联，中国银河证券研究院

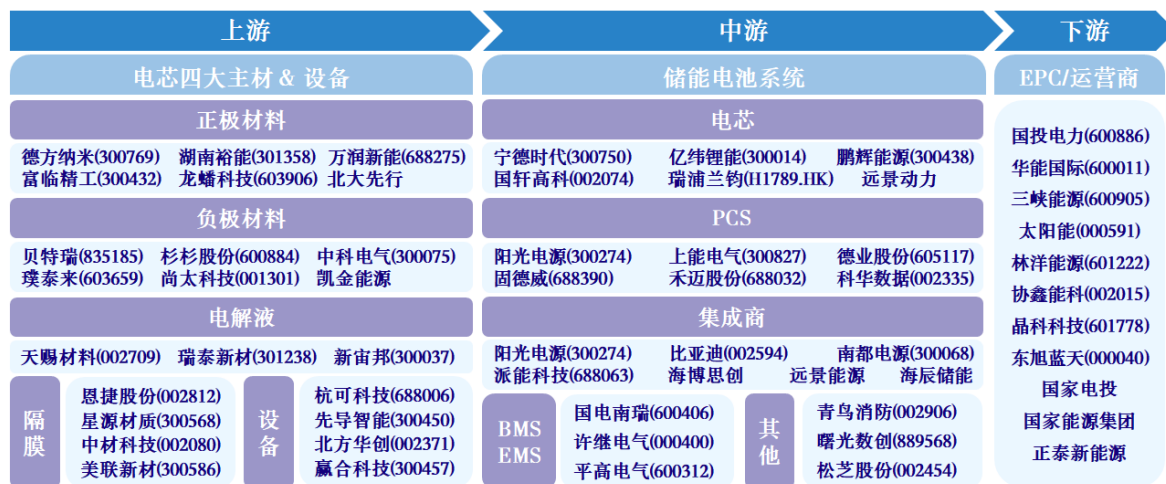
图 51：储能行业融资数量与金额



资料来源：《新型储能助力能源转型》中电联，中国银河证券研究院

锂电池储能产业链从上至下主要为上游原材料、中游制造及系统集成、下游储能电站。上游原材料包括正负极材料、电解液等，中游包括电芯制造、电池管理系统、能量管理系统、储能变流器及系统集成商等。

图 52：储能产业链



资料来源：国际能源网，储能头条，中国银河证券研究院

电芯技术路线方面，磷酸铁锂占绝对主导。当前储能技术百花齐，各具优劣势，均有适用的应用场景。锂离子电池技术在新能源汽车领域已有成熟应用，迁移至储能领域后，先发优势明显。磷酸铁锂凭借安全、成本优势已占据绝对主导。据 CNESA 统计，2023 年 9 月锂离子电池装机占新型储能装机比重为 84%，较 2022 年上浮 5.6pcts。

电芯市场，宁德时代一马当先。据 Infolink Consult 统计，2023 年上半年全球储能电芯出货达 91.6GWh，宁德时代、比亚迪、亿纬锂能、瑞浦兰钧、海辰储能排前五，CR5 市占率达 69.3%，CR10 达 90%。**宁德时代（300750.SZ）**凭借自身动力锂电池的长期积累，产品渗透全球市场，在各个细分市场均稳居第一。**比亚迪（002594.SZ）（汽车组覆盖）**深耕储能行业，先发优势明显，已构建强大的销售渠道。**亿纬锂能（300014.SZ）**成长性好，产能放量带动市占率自 2021 年快速提升。储能市场处于爆发期，竞争格局存在变数。

表 18：储能电芯企业排名

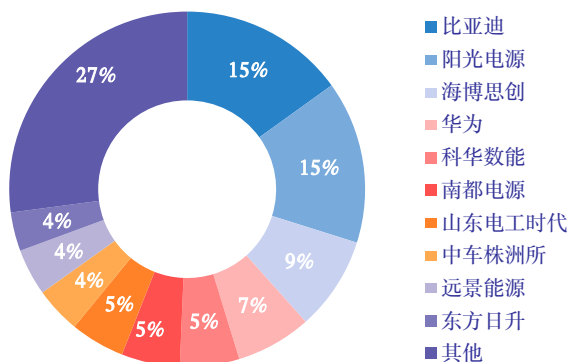
2022 年户用储能	2022 年电力储能	2022 年总排行	2023 年上半年排名（全球）
宁德时代	宁德时代	宁德时代	宁德时代
鹏辉能源	瑞浦兰钧	比亚迪	比亚迪
比亚迪	亿纬锂能、比亚迪	瑞浦兰钧	亿纬锂能
亿纬锂能、瑞浦兰钧	海辰储能	亿纬锂能	瑞浦兰钧
派能科技	鹏辉能源	鹏辉能源	海辰储能
赣锋锂电	赣锋锂电	国轩高科	赣锋锂电
安驰科技	国轩高科	海辰储能	鹏辉能源
海辰储能	远景动力	赣锋锂电	三星 SDI
珠海冠宇	派能科技	派能科技	国轩高科
时代联合	力神	远景动力	LG

资料来源：GGII，infolink consult，中国银河证券研究院

储能系统集成商通过自产或外采核心部件，装配成系统后出售。头部企业往往拥有 ESS（系统集成）、EMS（能量管理系统）、BMS（电池管理系统）等多项技术，整合资源能力强。**国内市场，与央企国企有长期合作关系、平台积累深厚的储能系统集成商的优势更明显。**独立储能项目招标要求趋严，以中广核 2 年框架集采项目为例，2022 年储能系统集成商要满足条件：近 3 年的累计项目容量不少于 50MW；2023 年升级为累计业绩不少于 1GWh。**海外渠道品牌为王，本地化能力是关键。**据 SMM 统计，23H1 全球储能集成商由国内主导，TOP3 分别为 Telsa、比亚迪、阳光电源。

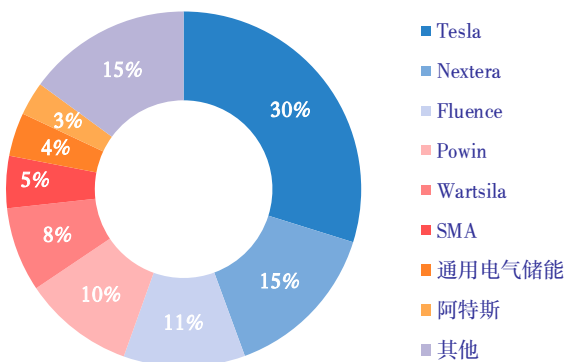
由于光伏逆变器与储能 PCS 有协同效应，**传统光伏逆变器企业具备较强的先发优势。**不间断电源、充电桩、输配电设备等专业化企业亦有布局。据 CNESA 统计，2022 年国内 PCS 供应商在全球市场出货量居前的有**阳光电源（300274.SZ）、科华数据（002335.SZ）（通信组联合覆盖）、上能电气（300827.SZ）、古瑞瓦特、盛弘股份（300693.SZ）**等，其中阳光电源龙头地位稳固。

图 53：23H1 国内企业储能系统出货量排名



资料来源：SMM，中国银河证券研究院

图 54：23H1 海外企业储能系统出货量排名



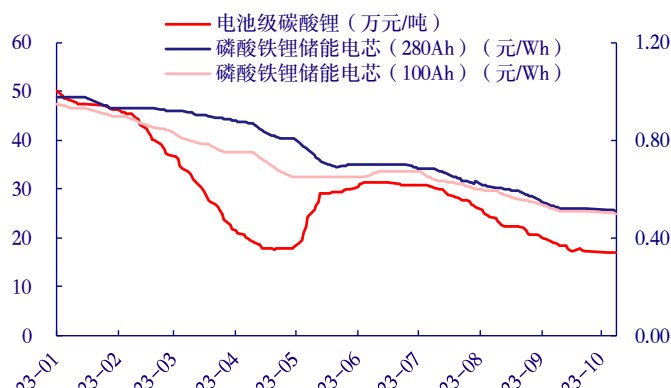
资料来源：SMM，中国银河证券研究院

储能电芯供过于求，价格战开打。尽管今年储能装机量实现了大幅增长，但由于储能电芯产能增幅更大，造

成储能电芯阶段性供给过剩。据 GGII 统计，截至 2023 年 9 月底国内储能电池产能已超过 200GWh。一方面，供过于求造成产能利用率下降，GGII 调研显示，23H1 户储电池行业平均产能利用率低于 30%，较 2022 年 87% 下滑明显。另一方面，一二线企业为抢占市场份额、减少出货压力，不断压低电芯价格。GGII 数据显示，2022 年储能电芯采购价格约 0.9-1.1 元/Wh。2023 年 8 月，楚能新能源公开表示电芯价格将以不超过 0.5 元/Wh 的价格销售。CESA 调研显示，目前市场已有 0.45 元/Wh 的电芯报价，降价潮愈演愈烈。

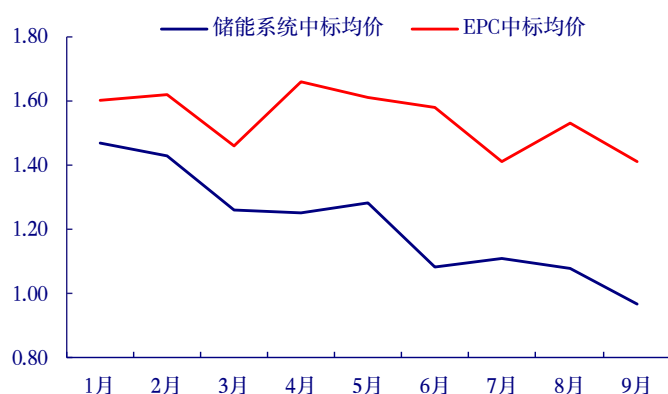
系统集成商受益，终端需求加速释放。SMM 数据显示，2023 年 10 月 13 日 280Ah 储能电芯价格为 0.51 元/Wh，年初至今降幅约 48%。成本端，Wind 数据显示，2023 年 10 月 13 日电池级碳酸锂报价 17.06 万元/吨，年初至今下跌 67%，传导至正极和电解液材料，导致价格同期分别下跌 61%/60%。根据核心材料的变化幅度以及成本构成，我们粗略测算出同时期储能电芯总成本降幅约 38.7%。电芯售价端跌幅大于成本端（电芯总成本）降幅，**电芯环节盈利能力承压明显**。目前成本控制能力较差的二三线电芯企业或将面临出清风险，头部企业有望借此机会进一步提升市占率。而储能系统同期价格跌幅约 34%，低于采购成本（降幅 48%），系统集成商受益。SMM 数据显示，10 月中旬 2 小时储能 EPC 中标均价年初至今下跌 11.9%，利好终端项目收益率提升，刺激装机需求加速释放。高增长与高竞争态势共存，或一定程度减轻产能大量释放对行业造成的冲击。

图 55：我国储能电芯与电池级碳酸锂价格走势回顾



资料来源：《新型储能助力能源转型》中电联，中国银河证券研究院

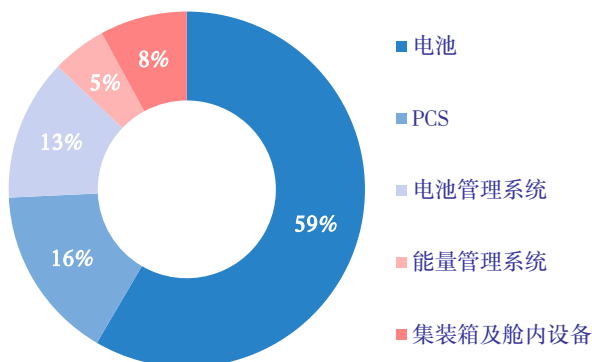
图 56：2023 年 2 小时储能系统/EPC 月度中标价格（单位：元/Wh）



资料来源：《新型储能助力能源转型》中电联，中国银河证券研究院

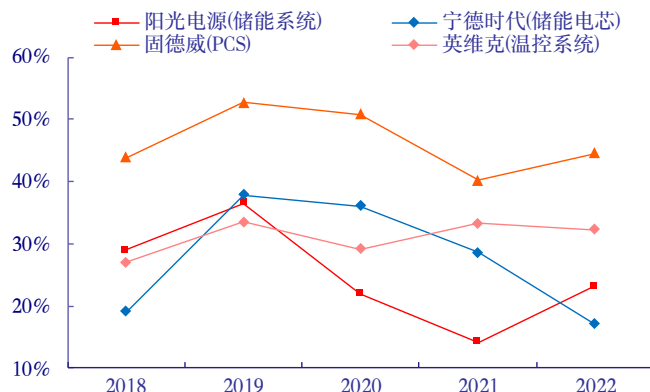
PCS 盈利能力最佳。PCS 是储能系统核心设备之一，可以将电池的直流电转变为交流电供给电网或负荷，也可以将电网交流电转变为直流电储存在电池中。星云股份年报披露，PCS 在储能系统中的成本占比约为 16%。我们选取各环节代表性企业作为样本，统计得出 PCS 毛利率基本稳定在 40-50%，各环节中储能系统最高，代表企业有阳光电源（300274.SZ）、固德威（688390.SH）、上能电气（300827.SZ）、禾迈股份（688032.SH）等。

图 57：储能系统设备成本构成



资料来源：星云股份年报，中国银河证券研究院

图 58：储能各细分领域毛利率对比



资料来源：公司公告，中国银河证券研究院

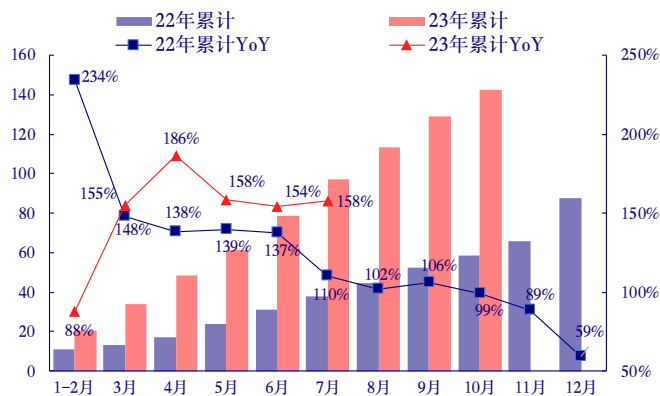
三、光伏：曙光已现，技术变迁加速产能出清

（一）中国装机超预期增长，全球需求可维持

2023 年国内装机超预期。尽管上半年供应链价格陡降，引发了一定的观望情绪，但随着产业链价格企稳，组价价格完全可以满足运营商对于收益率的要求，从而激发装机热情，国内风光大基地、分布式光伏加速放量，2023 年国内光伏新增装机实现超预期增长。据国家能源局统计，2023 年 1-10 月我国光伏新增装机容量 142.56GW，同比增速 145%。

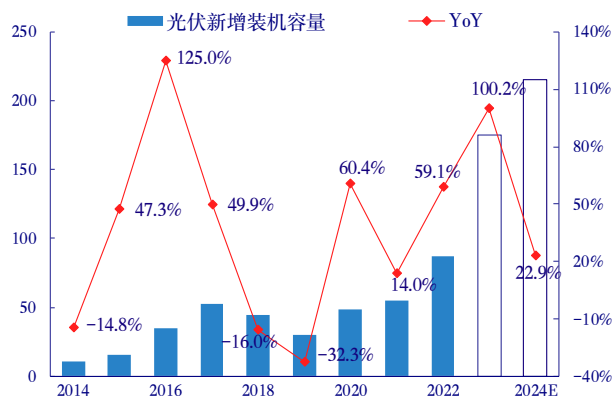
2024 年装机增速换挡。我们预计 2023 年中国光伏新增装机容量将达到 165~185GW，增速高达 89%~112%。
1) 保守假设，11/12 月单月装机量与去年一致，2023 年总装机将达到 172GW，全年增速 97%；2) 中性假设，11/12 月单月装机增速与去年一致，11 月同比增速 35%，12 月 8%，2023 年总装机将达到 176GW，全年增速 101%；3) 乐观假设，11/12 月单月装机增速是去年的两倍，11 月同比增速 70%，12 月 16%，2023 年总装机将达到 180GW，全年增速 106%。我们预计 2024 年中国光伏新增装机容量或达 205~225GW，增速仍可达 20%以上，但阶段性下台阶。

图 59：中国光伏月度新增装机（单位：GW）



资料来源：国家能源局，中国银河证券研究院

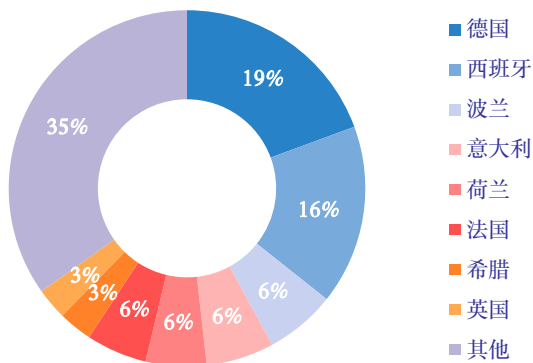
图 60：中国光伏年度新增装机（单位：GW）



资料来源：国家能源局，国家统计局，CPIA，中国银河证券研究院

欧洲能源转型迫切，新兴市场未来可期。虽然俄乌战争带来能源价格飙升的直接影响逐步消退，但长期来看，欧洲能源转型、提升能源自给率的需求迫切。2023 年 9 月 25 日欧盟更新了 RED（可再生能源指令），该法案提出把 2030 年可再生能源在能源结构中的比重从至少达到 40% 提升至 45%（42.5% 强制+2.5% 指导）。SolarPower Europe 预计 2023 年/2024 年欧洲新增光伏装机有望达到 62GW/75GW，同比增长 34.8%/21%，其中德国/西班牙将引领欧洲装机增长。

图 61：2023-2027 年欧洲各国新增装机规模排名

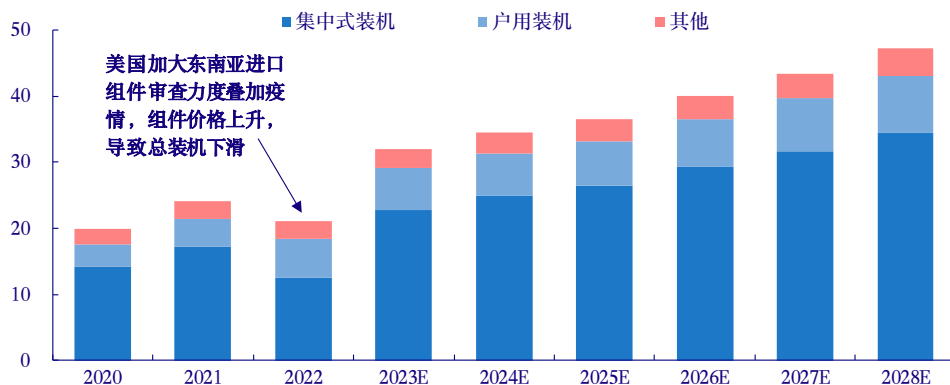


资料来源：SolarPower Europe，中国银河证券研究院

美国 IRA 强力支撑长期需求空间。美国是全球第二大光伏市场，新增装机主要来自于户用及集中式。IRA 法

案正式落地，延长并提升了影响最大的 ITC（投资税收抵免）补贴，有效刺激装机长期增长。SEIA（美国太阳能行业协会）预计未来五年 IRA 法案将带来 34% 的增益，2027 年装机容量或达 43GW，市场空间较 2022 年翻倍，年复合增速达 15.6%。

图 62：美国新增光伏装机容量预测（单位：GW）



资料来源：SEIA，中国银河证券研究院

中美关系升温+降息周期释放积极信号。2022 年中美气候商谈暂停，美方《强制劳动法案》、《暂扣令》等不合理条款加剧海外光伏市场悲观预期。2023 年 11 月 14 日，时隔六年中国领导人习近平主席再访美国，在旧金山进行中美元首会晤。11 月 15 日，中美两国联合发布《关于加强合作应对气候危机的阳光之乡声明》，《声明》决定启动气候行动工作组，重启中美能效论坛、双边能源政策和战略对话。同时，市场普遍预期 2024 年上半年美国将进入降息周期，促进集中式/分布式光伏电站投资热度回暖。中美关系趋缓利好我国光伏出口边际向好。

美国本土产业偏弱，利好中国企业。据 SEIA 统计，截至 6 月 30 日，美国本土组件产能仅 9.8GW 左右，电池/硅片等环节暂无产能，完全无法匹配下游需求。而美国又是盈利水平最高的市场，北美市场组件较国内溢价一倍以上。为扶持本土产业，IRA 法案新增了本土化制造补贴，最高补贴额度 10% 或 0.3 美分/kWh，限制条件是本土制造价值量占比需要超过 40%，并逐年提升至 2025 年 55%。该条款刺激了本土产业的投资热情，据 SEIA，新增在建及规划的硅片/电池/组件产能达 30GW/48GW/98GW。但从成本角度来看，根据伍德麦肯锡测算，2022 年东南亚组件制造成本仅是美国本土制造的 46%，而东南亚组件中中国企业的占比很大，所以即使无 10% 额外补贴，中国组件产品较美国本土仍具备强大竞争力，布局海外产能的规模化优势依旧显著，代表企业包括阳光电源（300274.SZ）、晶科能源（688223.SH）、隆基绿能（601012.SH）、晶澳科技（002459.SZ）、天合光能（688599.SH）等。

表 19：中国部分光伏企业海外布局情况

公司	布局情况	23H1 海外营收占比	同比变化
阳光电源	印度、泰国设有全球逆变器智造基地，产能合计 20GW。	54%	+1pcts
晶科能源	马来西亚 7GW 电池片和组件产能，越南 7GW 硅片+8GW 电池片和组件产能，美国 1GW 组件产能。	62%	-13pcts
隆基绿能	马来西亚 4.1GW 硅片+2.75GW 电池片+2.8GW 组件产能，越南 3GW 电池片+7GW 组件产能，美国 5GW 组件（合资），同时在印度规划长产能建设。	44%	+5pcts
晶澳科技	越南 4GW 硅片+5GW 组件+4.5GW 高效电池片产能、马来西亚 1GW 产能、美国 2GW 组件产能。	57%	-10pcts
天合光能	越南 6GW 硅片产能、3GW 电池片+4.5GW 组件、泰国 6GW 产能、西班牙布局支架长产能。	48%	-13pcts
福斯特	越南 2.5 亿平、泰国 0.3 亿平胶膜、背板产能。	18%	-1pcts
福莱特	印度尼西亚 1600 吨光伏组件玻璃产能。	22%	+3pcts
东方日升	马来西亚 3GW 电池组件产能，同时在越南布局电池组件产能。	53%	-11pcts
阿特斯	越南 3.4GW 电池组件、泰国 4.2GW 电池+5.3GW 组件产能。	72%	-4pcts
金晶科技	马来西亚 2500 万平光伏玻璃产能。	18%	+7pcts
中信博	印度 3GW 光伏支架产能。	44%	+9pcts
苏州固锟	马来西亚布局光伏浆料产能。	23%	-4pcts
润阳股份	泰国 4GW 电池片产能。	13%	+2pcts
上能电气	印度 3GW 光储逆变器产能。	10%	-24pcts

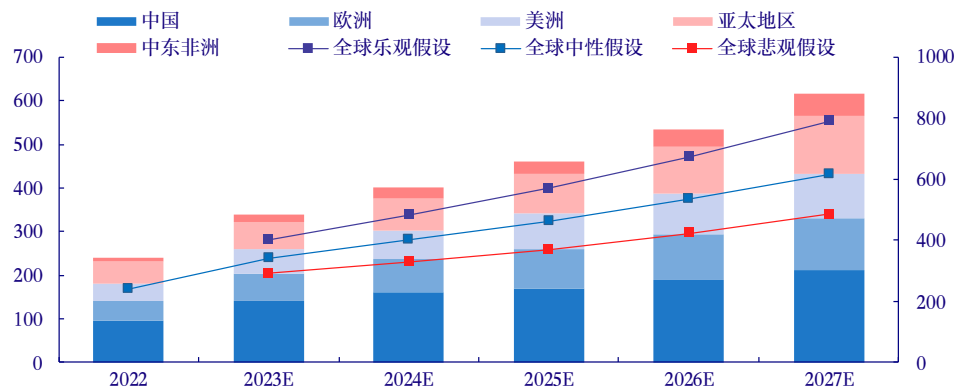
资料来源：公司公告，中国银河证券研究院

新型市场崛起。光伏发电条件优越的中东及非洲地区正在加速能源多元化布局，大力发展清洁能源。SolarPower Europe 预计 2023 年上述地区的新增光伏装机有望达到 17GW，实现高达 110% 的增长。而这些地区对中国

请务必阅读正文最后的中国银河证券股份有限公司免责声明。

国光伏产品接受度高，市场长期潜力巨大。

图 63：全球光伏装机预测（单位：GW）



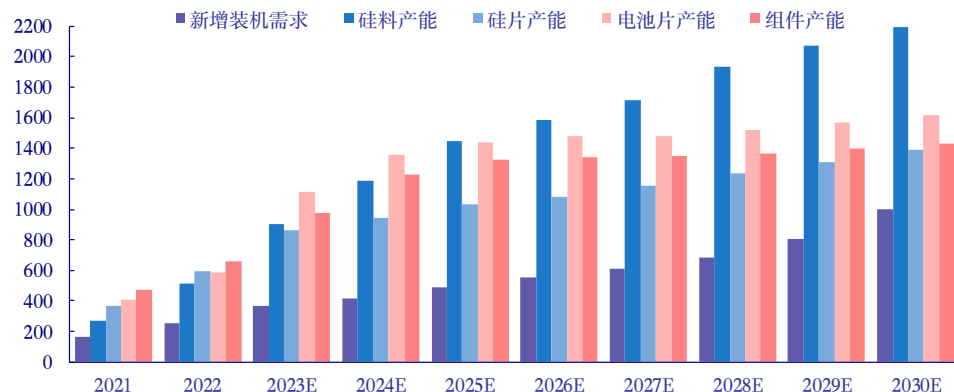
资料来源：SPE，中国银河证券研究院

中美两国联合发布的《关于加强合作应对气候危机的阳光之乡声明》为全球光伏发展注入强心剂。《声明》包含八大合作方向，其中能源转型位居首位，明确指出 2020-2030 年全球可再生能源装机增长 3 倍的目标。SolarPower Europe 预计 2023 年/2024 年全球光伏新增装机将达到 341GW/401GW，同比增长 43%/18%，**2022 年-2027 年的 5 年市场空间翻 2.5 倍，CAGR 约 21%**。IRENA 测算，至 2030 年全球可再生能源装机或将达到 8,475GW，2022 年-2030 年年均新增装机量约 637GW。受益于资源禀赋、技术成熟度、综合成本等具备明显优势，光伏发电装机将占据绝对主流，我们预计 2030 年光伏在全球可再生能源中的占比将提升至 60%，对应装机量 5,086GW，**2022 年-2030 年光伏年均新增装机量约 503GW**，增长空间巨大。

（二）全产业链供过于求，行业竞争加剧

主产业链供给过剩问题凸显。近年在全球装机持续攀升的带动下，全产业链景气度高涨，光伏头部企业为匹配终端需求、抢占市场份额，产能加速扩张。较高的盈利能力以及相对较低的进入门槛也吸引了众多跨界玩家布局。据 PV infolink 统计，2023 年底/2024 年底硅料、硅片、电池片、组件产能或将分别达到 900GW/860GW/1,110GW/970GW、1,180GW/940GW/1,360GW/1,220GW，约等于 2023 年全球总装机需求的 2.4 倍-3.1 倍、2024 年的 2.3 倍-3.3 倍。长期看至 2030 年，四个主环节的 7 年 CAGR 分别约 13%/7%/6%/6%，需求倍数范围为 1.4-2.2 倍。行业已进入供过于求的新常态。

图 64：光伏行业主产业链各环节产能预测（均折算单位：GW）



资料来源：PV infolink，中国银河证券研究院

产业链价格进入景气下行周期。Solarzoom 数据显示，随着产能释放，原材料一线厂商硅料成交价自 2022 年底开始一路下行。截至 11 月 15 日已降至 63 元/kg，同比降幅为 79.4%，较年初降低 71.4%，今年平均价格同比降低 51.8%至 132.52 元/kg。硅料正式进入降价周期，中下游产业链价格同步反馈。一线厂商单晶硅片/单晶 PERC 电池片/组件成交价分别为 2.35 元/片、0.46 元/W、1.04 元/W，同比降幅达 68.4%/66.2%/48.5%，较年初下降

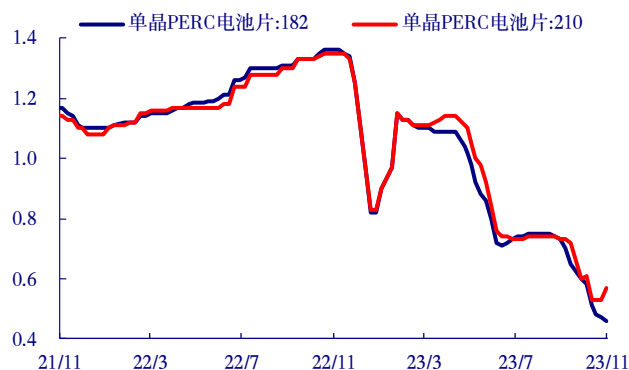
52.0%/52.6%/45.3%。

图 65: 截至 11 月 15 日硅料报价:特级致密料 (单位: 元/千克)



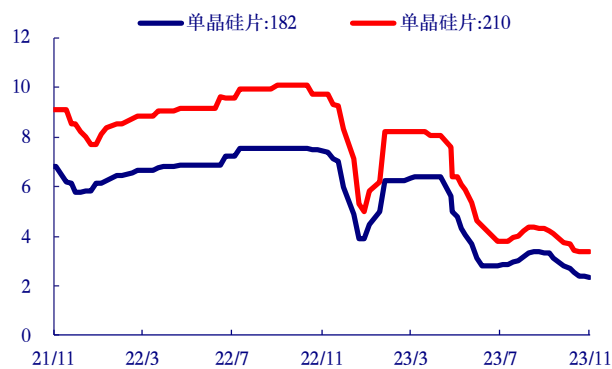
资料来源: Solarzoom, 中国银河证券研究院

图 66: 截至 11 月 15 日一线厂商单晶硅片成交价 (单位: 元/片)



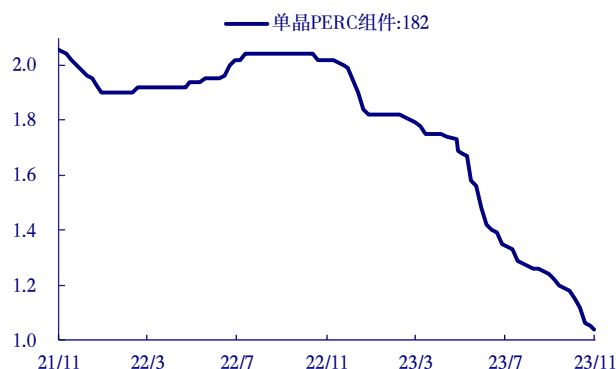
资料来源: Solarzoom, 中国银河证券研究院

图 67: 截至 11 月 15 日一线厂商单晶 PERC 电池片成交价 (单位: 元/W)



资料来源: Solarzoom, 中国银河证券研究院

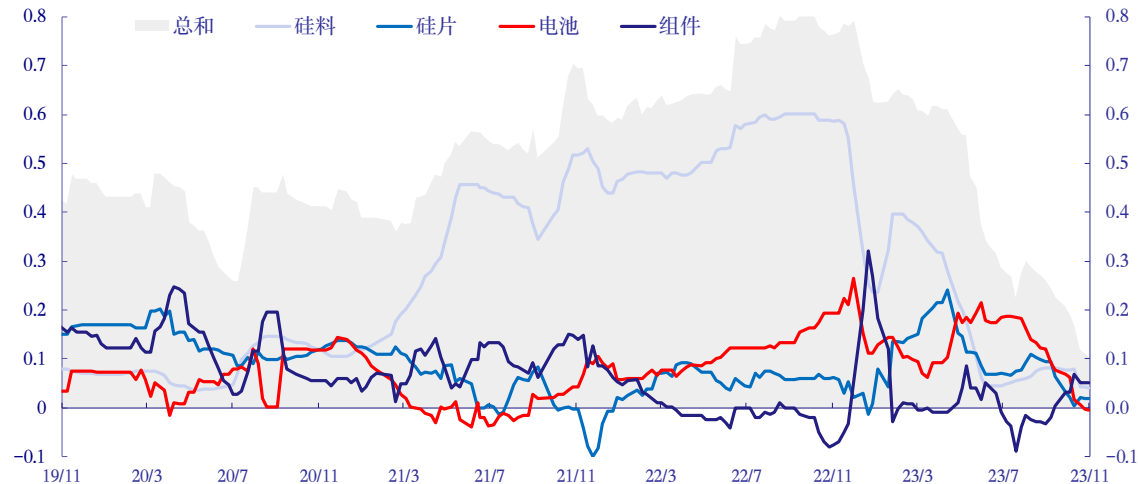
图 68: 截至 11 月 15 日一线厂商组件价 (单位: 元/W)



资料来源: Solarzoom, 中国银河证券研究院

利润空间整体承压。由于价格下降速度过快而降本进程反而减缓, 行业盈利空间被严重挤压。其中, 硅料环节变化最明显, Solarzoom 数据显示, 2023 年 11 月 15 日硅料毛利润为 0.04 元/W, 同比下滑 93.2%, 全行业整体毛利润达 0.10 元/W, 同比下滑 87.0%。未来几年供给过剩局面将加剧行业竞争, 进一步下压企业盈利能力, 然后企业顺势放缓产能落地节奏以及削减投资计划, 随着需求增速下台阶, 行业将进入产能加速出清阶段。

图 69: 截至 11 月 15 日光伏各环节毛利情况 (单位: 元/W)



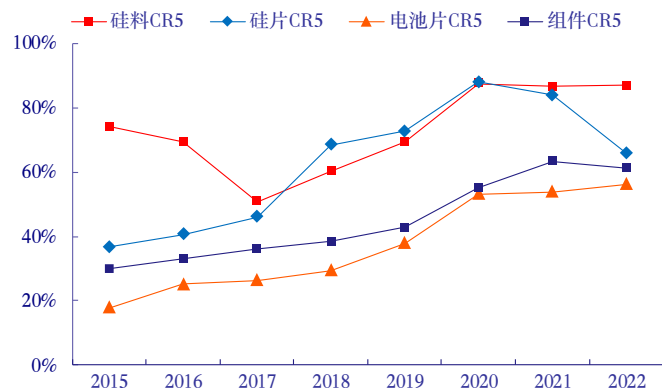
资料来源: Solarzoom, 中国银河证券研究院

为平滑周期波动, 企业以多种形式谋求扩张或转型。上游硅料企业开始进军下游产业。2022 年比较具有代表性的事件就是通威股份以价换量中标组件大单, 公司向市场释放了明显的信号, 做大做强组件业务。下游制造企业一方面签订长单锁定硅料长单, 一方面在积极寻找机会布局上游硅料行业。传统的一体化龙头继续加深和外拓业务

版图。大多以参股形式投资硅料企业，在海外布局硅片电池产能，积极拓展光伏玻璃、背板、胶膜等辅材业务，在光伏设备领域也在谋求合作发展。

马太效应深化，一体化企业长期优势稳固。光伏发展已逾二十载，龙头企业多年建立的竞争优势，无论是产品端、供应链，还是客户关系、研发实力，都很难一朝一夕被超越。同时，龙头企业之间还在谋求多种形式的合作共赢，多个产业联盟应运而生。当前存在变数最大的就是高效电池环节，这也是新进入者布局最多的一个环节，各个路线的领军者均有龙头的身影，其中不乏一体化龙头，他们也是主产业链扩产的主力军。CPIA 数据显示，从产量维度测算，硅料/硅片/电池/组件的 CR5 分别从 2018 年 60.3%/68.6%/29.5%/38.4% 变化至 2022 年 87.1%/66%/56.3%/61.4%，除硅片环节，行业集中度持续提升。

图 70：光伏主产业链 CR5 变化情况



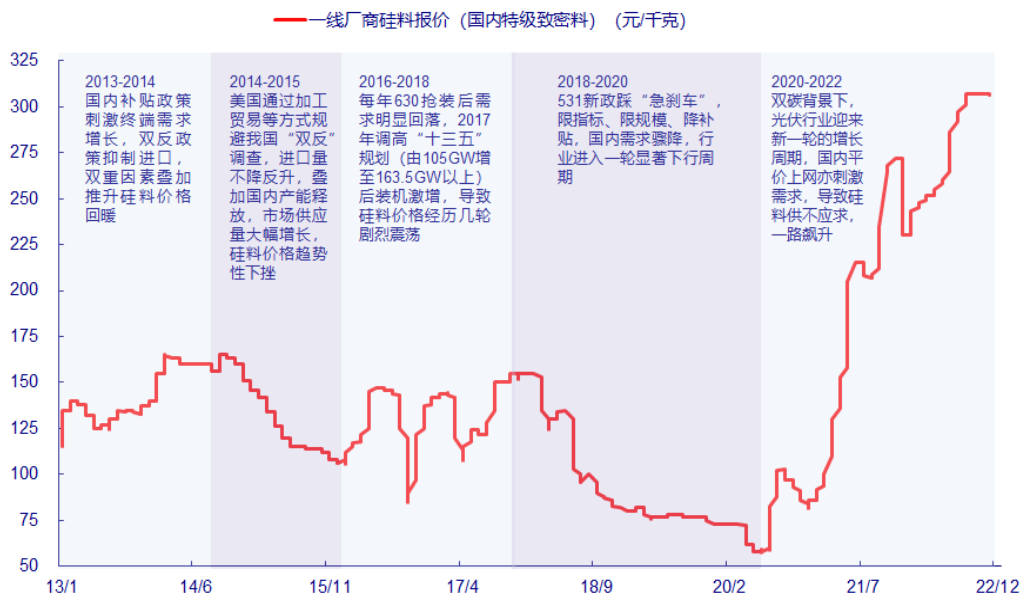
资料来源：CPIA，中国银河证券研究院

供给侧管控发力，产能调整或加速。2023 年 11 月 13 日，工信部召开第四次制造业企业座谈会，参会企业包括光伏行业协会、20 家上下游重点企业及 5 个地方工信部。会议围绕光伏产业发展现状和趋势，引导光伏产业产能合理布局等问题进行交流，强调加强行业运行监测、促进行业规范自律、引导支持技术创新。我们认为，参照 2022 年针对硅料价格暴涨的引导控制效果显著，今年供给侧改革政策已在逐步发力，资本市场融资明显收紧，产能释放节奏将有所放缓。在市场调节+政府干预的双重作用下，我们预计明年国内光伏行业供给侧调整的节奏将加快，下半年有望走出阴霾，重新寻找到供需平衡点。

1、硅料或长期低位运行，颗粒硅可期

硅料价格或将长期低位运行。由于技术资金壁垒高、扩产周期长等因素，硅料环节供给调整节奏慢，更容易出现供需错配导致价格大幅波动的现象。历史上行业已经历多轮涨跌周期，本轮行情与 2014-2015 年下跌类似，即产能大量释放而造成价格下挫。我们认为，当前硅料供给过剩确定性较强，价格或将长期处于低位运行状态，直至供需匹配再次平衡。

图 71：2013 年以来硅料价格经历几轮明显周期波动（单位：元/W）

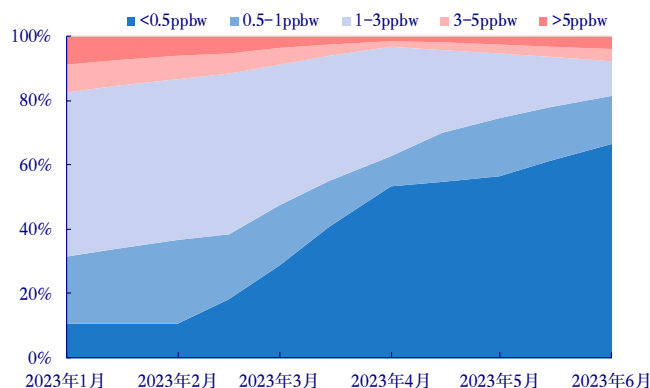


资料来源：Solarzoom，中国银河证券研究院

成本约束下集中度进一步提升。Solarzoom 数据显示，2023 年 6-7 月市场硅料均价逼近 55 元/kg，基本降至二三线企业综合成本线，而生产成本较高的企业已陆续减产/停产，而具备规模效应、工艺、成本管控能力的龙头企业优势扩大。以通威为例，根据半年度业绩交流会披露，23Q1 成本约 4.4 万/kg，新产能成本低至约 4 万/kg，未来第八代永祥法成本将更低。CPIA 统计 2022 年全行业 CR5 产量已提升至 87.1%，未来产能出清将加剧集中度提升。

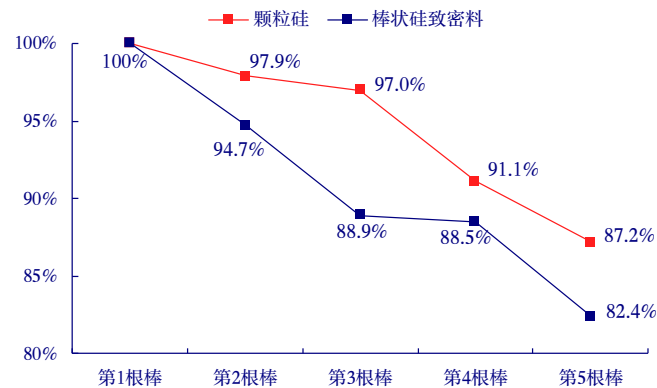
优质 N 型产能相对紧缺。N 型产品产业化进程全面加速，下游对 N 型硅料锁单意愿强烈。N 型料金属杂质更少、少子寿命更长，一般至少达电子 II 级以上，对生产环境、工艺控制等要求更高。有色金属工业协会硅业分会数据显示，目前 N 型料产能占比仅为 20-30%，预计 2023 年总产量中的占比仅能达到 16.7%。N 型产品放量促需求向好，带动 N 型料价格提升，Solarzoom 数据显示，最新 N/P 料价差已扩大至 10 元/kg。已具备稳定生产/供货能力的头部企业将扩大盈利优势，比如**通威股份（600438.SH）**等。

图 72：协鑫科技颗粒硅不同总金属杂质产品占比



资料来源：协鑫科技业绩说明会，中国银河证券研究院

图 73：不同硅料控制 N 型单晶的头部少子电阻比衰减情况



资料来源：协鑫科技业绩说明会，中国银河证券研究院

颗粒硅前景值得期待。与传统棒状硅相比，颗粒硅具备能耗低、无需破碎、碳足迹更低等优势，且能适配 CCZ 技术实现极致降本，当前主要瓶颈在于提升产品品质。根据**协鑫科技（3800.HK）**披露，23H1 颗粒硅品质提升显著，总金属杂质含量低于 0.5ppbw 的产品比重已达 70%，头部少子寿命衰减优于棒状硅 4.8ppts，碳足迹较棒状硅较低 35%，生产成本低至 35.7 元/kg。尽管当前颗粒硅仍是掺混使用居多，但我们认为其产品本身特性与光伏绿色能源、降本增效的底层逻辑契合度高，发展前景值得期待。

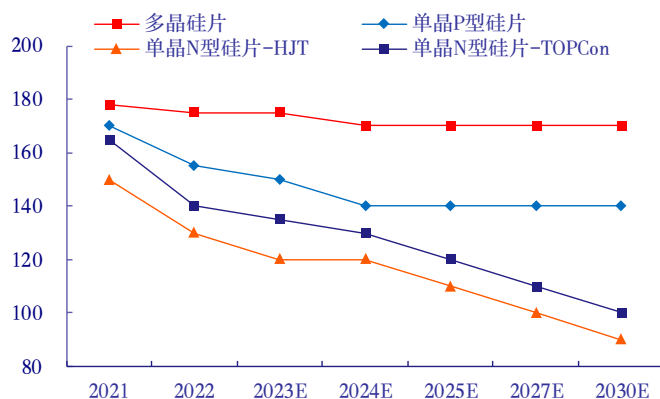
2、硅片薄片化持续推进，集中度下降

硅片大型化告一段落。历史上硅片尺寸从 156mm（M0/M2）演变为 166mm（M6）、182mm（M10）到 210mm（G12）。硅片尺寸的放大有利于提升功率，有效摊薄 BOS 成本，从而降低 LCOE。但尺寸变大意味着拉晶难度的指数级提升，同时也增大了终端使用的热损耗、安装难度，降低了可靠性。我们认为硅片尺寸已面临瓶颈，很难再继续成为降本路径之一，M10、G12 或将成为长期主流。

N 型时代对拉晶产线柔性制造要求高。拉晶环节，N 型涉及磷元素掺杂，难度较 P 型掺硼更大。在行业初期的爆发式增长阶段，下游电池厂对产品电参数、物理参数等指标要求差异化大，如 TOPCon 电池对含氧量至少要求在 14ppm 以下，而 HJT 电池对含氧量的要求低。我们认为 N 型时代将加速硅片环节出清，已积累生产经验、具备柔性制造及工业 4.0 能力的拉晶龙头企业将建立强大的先发优势。

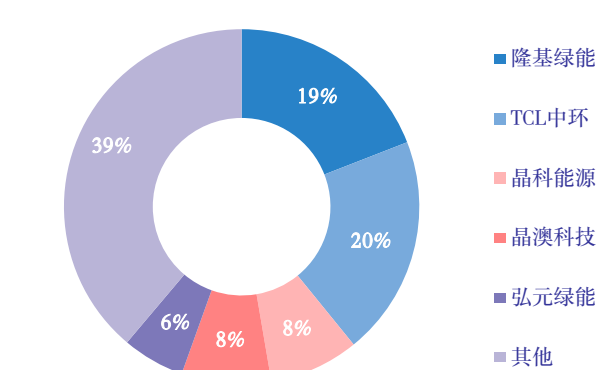
薄片化趋势明确。切片环节，降本推动硅片厚度持续减少，据 CPIA 统计，2022 年硅片的平均厚度为 175 μm ，其中 N 型 TOPCon 用硅片已降至 140 μm 、HJT 用硅片降至 130 μm 。当前硅片头部企业已将量产厚度降至 110 μm ，并向 <100 μm 推进。我们认为，虽然未来硅料价格低价趋稳，但减薄硅片节省材料仍是 N 型技术降本的主要途径之一。薄片化将带来设备端升级，钨丝金刚线技术具有线径更小、损耗更低的优势，相关企业值得关注，比如美畅股份（300861.SZ）、高测股份（688556.SH）、岱勒新材（300700.SZ）等。

图 74：薄片化持续推进



资料来源：CPIA，中国银河证券研究院

图 75：2023 年硅片产能格局预测



资料来源：PV infolink，中国银河证券研究院

优势企业路线各不同，行业竞争格局存在变数。第一梯队双寡头隆基绿能（601012.SH）/TCL 中环（002129.SZ）产能大、利用率高，成本控制能力领先，在大型化、薄片化趋势下，拥有较强话语权。晶科能源（688223.SH）、晶澳科技（002459.SH）等企业侧重于一体化布局强化盈利能力，产能高度匹配下游需求。高景太阳能、弘元绿能（603185.SH）、京运通（601908.SH）、双良节能（600481.SH）等设备供应商致力于专业化路线，凭借成熟先进的智能化自动化优势，快速提升产能体量，利用规模化效应降低成本。我们认为未来随着硅片环节的充分竞争，双寡头的市占率或将呈下降趋势。参考竞争较充分的组件环节，未来硅片 CR5 的总体市场份额或将稳定在 70%左右。

3、组件竞争最激烈，看好一体化布局

2022 年组件产能规模四大环节居榜首，产能过剩引发激烈竞争，全年平均来看，成本与收入将打平手。PV infolink 统计，2023 底/2024 年底组件产能将达到 970GW/1230GW，排名第二，仅次于电池片。但考虑到电池片环节存在技术飞跃的可能性，旧产能或将被迅速淘汰，而组件产线通用性高，因此组件仍是未来两年供给最大的环节，竞争或将愈发激烈。

一体化企业优势尽显。据 Solarzoom 测算，2023 年 11 月 15 日，组件、组件+电池、组件+电池+硅片、组件+电池+硅片+硅料一体化的毛利率分别为 6%、5%、7%、11%。一体化战略普遍毛利率更高，具备明显盈利优势。长期来看，一体化龙头企业具有平滑各环节波动、抵御周期风险的能力，同时成本控制能力突出，各环节协同效应突

出，有望做到穿越周期发展。

表 20：光伏各环节成本、盈利分析，以单晶单面 PERC 组件为例（2023 年 11 月 15 日）

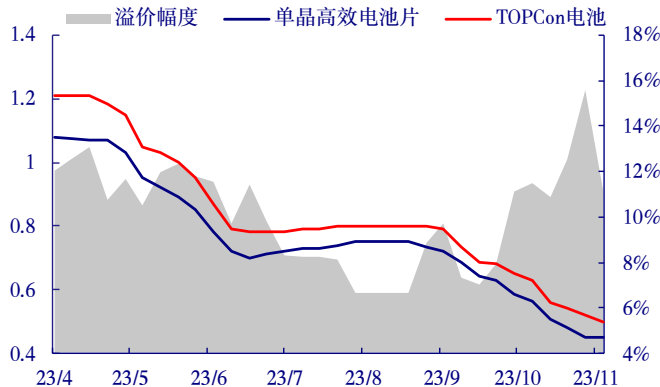
公司	单位	不含税价格	硅成本	非硅成本	合计成本	单位毛利	毛利率
硅料	元/kg	55.75	-	39.12	39.12	16.63	30%
硅片	元/片	2.08	0.99	0.95	1.94	0.14	7%
硅料+硅片	元/片	2.08	-	1.65	1.65	0.43	21%
电池片	元/W	0.41	0.27	0.14	0.41	-0.01	-1%
硅片+电池片	元/W	0.41	0.13	0.27	0.39	0.01	3%
硅料+硅片+电池片	元/W	0.41	-	0.36	0.36	0.05	12%
组件	元/W	0.91	0.42	0.45	0.86	0.05	6%
电池片+组件	元/W	0.91	0.28	0.59	0.87	0.04	5%
硅片+电池片+组件	元/W	0.91	0.13	0.72	0.85	0.06	7%
硅料+硅片+电池片+组件	元/W	0.91	-	0.81	0.81	0.10	11%

资料来源：Solarzoom，中国银河证券研究院

（三）N 型电池红利初显，HJT 有望成为主流

技术溢价空间大。2023 年主产业链盈利空间集体缩水，其中电池毛利保持相对坚挺，实属不易。Solarzoom 数据显示，电池环节的单位毛利润在 6 月达到最高点 0.22 元/W，主要原因是高效 N 型电池放量引领市场需求转向；N 型电池对 P 型溢价在 10%左右，最高达到 16%。因此在当前全行业产能过剩、竞争加剧的背景下，我们认为 2024 年电池环节依然存在技术变局红利，引领变革的头部优质企业将迎来新一轮量利齐升的成长期。

图 76：N 型电池较 P 型电池溢价空间



资料来源：PV infolink，Solarzoom，中国银河证券研究院

N 型电池三大技术路线并存。N 型电池中主要有 TOPCon、HJT、XBC 三大类型。TOPCon 最大优势是与 PERC 产线具备兼容性，产业升级成本低。HJT 凭借其结构简单、对称，双面率高，低温工艺属性适配薄片化，可与其他技术迭代，配套产线环节少，降本空间更大。IBC 组件转化效率最高，但同时制造难度也较大。

表 21：N 型电池三大技术路线对比

参数指标	TOPCon	HJT	IBC
适用场景	大型集中式电站、分布式	大型集中式电站、分布式	分布式
光电转换效率	28.7%	29.2%	29.1%
实验室效率	26.7%	26.81%	26.8%
温度系数	-0.34~-0.37%/°C	-0.23~-0.25%/°C	-0.28~-0.31%/°C
产线兼容性	可由 PERC 产线升级	完全不兼容，需新建	部分兼容
量产难度	易	中等	难
工序步骤	11	4	14
核心工序	隧穿氧化层与多晶硅沉积 LPCVD	非晶硅薄膜沉积 PECVD	背面交叉发射极与基区制备，对激光设备要求高

资料来源：solarzoom，中来股份，摩尔光伏，索比光伏网，Clean Energy New，中国银河证券研究院

1、HJT 亟待提效降本，有望成为主流

HJT 优势明显，有望成为 N 型主流。HJT 性能指标的优异性主要体现在以下几个方面：1）抗光衰能力更强，可实现 25 年功率衰减不超过 8%，明显优于 PERC 的 20%和 TOPCon 的 13%；2）两侧均具有透光能力，双面率最

高可达 95%，高于 PERC 与 TOPCon 电池；3）双面均有晶硅+非晶硅结构，实现双面钝化，其钝化选择率可达 14.0（PERC 电池仅 11.7）；4）适应能力强，较双面 PERC，温度升高后效率降低幅度小，温度系数仅为 $-0.26\%/^{\circ}\text{C}$ （PERC 约 $-0.35\%/^{\circ}\text{C}$ ，TOPCon 约 $-0.3\%/^{\circ}\text{C}$ ）；5）结构应力分布更均衡、更稳定，易提升良率且后续运维压力小。

目前 HJT 创下了所有晶硅电池中最高转化效率记录。2022 年 11 月隆基绿能（601012.SH）宣布其自主研发的硅异质结电池转换效率达到 26.81%。HJT 电池的制备过程仅需 4 步，产线简单，良率更高。薄膜沉积工艺不涉及高温扩散环节，能耗更低。未来两步薄膜沉积可通过设备优化实现二合一，**产业化潜力巨大**。此外，HJT 易实现叠层结构，未来可通过改良膜性能、增减膜甚至与钙钛矿薄膜电池技术叠加，突破晶硅效率极限，**升级空间广阔**。

HJT 大订单签订，市场验证加速。2022 年 9 月，华晟新能源和中电建华东院正式签署采购合作框架协议，2022 年至 2025 年华东院将从华晟采购 10GW 异质结光伏组件，这成为迄今为止行业内 N 型电池最大订单，成为 HJT 产业化里程碑。

华晟扩产领跑。根据各公司披露信息不完全统计，目前全行业已公布 HJT 电池产能超过 200GW，已投产约 8GW，在建约 50GW。预计 2023 年/2024 年底国内 HJT 产能有望实现 64GW/138GW。据 CPIA 预测，2023 年 HJT 市占率有望达到 3%，对应装机有望超过 10GW。华晟新能源拥有四大基地，预计 2023 年电池/组件产能分别达到 22.5GW/18.6GW。华晟 M6-144/G12-132 常规版型组件功率已突破 500W/730.55W，后者的转换效率达到 23.5%。

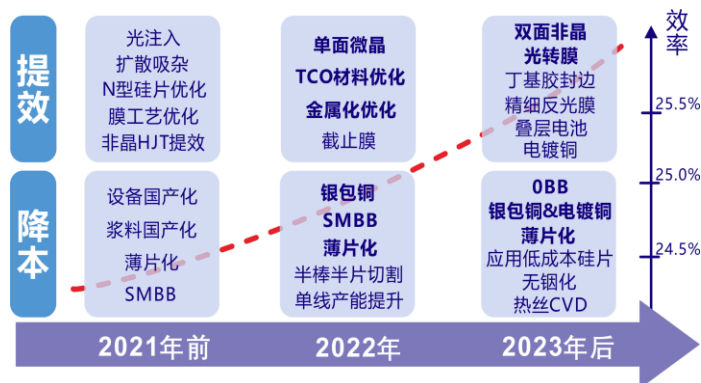
表 22：布局 HJT 电池主要企业梳理（单位：GW）

公司	项目	已投产	在建	规划	2022 年底	2023 年底	2024 年底
爱康科技	湖州	0.82	1.2	8	0.82	2.02	10
	泰州		5			5	14.5
	赣州		3	9		3	12
华晟新能源	宣城	2.7	8.3	10	2.7	11	21
	宣城		2.5	5		2.5	5
	大理					5.4	5.4
	无锡					3.6	5
明阳智能	盐城		2	3	2	2	5
通威股份	双流	0.2			0.2	0.2	0.2
	合肥	0.25			0.25	0.25	0.25
	金堂	1			1	1	1
金刚光伏	吴江	1.2			1.2	1.2	1.2
	酒泉	4.8				4.8	4.8
潞能能源	张家港	1			1	1	1
东方日升	金坛	0.5	4		0.5	4.5	4.5
	宁海		5	10		5	20
晋能科技	晋中	0.2			0.2	0.2	-
其他		1.7	19	140	3.5	13.1	27.2
合计		14.4	50	185	13.4	63.8	138

资料来源：公司公告，公司官网，中国银河证券研究院

据东方日升（300118.SZ）量产数据，同版型 HJT 组件在光转膜加持下功率可突破 700W，领先 TOPCon 组件约 4%左右。但效率差距尚不足以弥补成本差距，因此 HJT 产业化进程显著慢于 TOPCon。**HJT 亟待提效降本**，其中提效是 HJT 发展之路的重中之重，通过提升功率可实现全面摊薄成本，提升该技术路线竞争力。当前 HJT 的**提效降本**路径主要包括双面微晶、光转膜、薄片化、银包铜、0BB 等技术突破。

图 77：HJT 提效降本路径



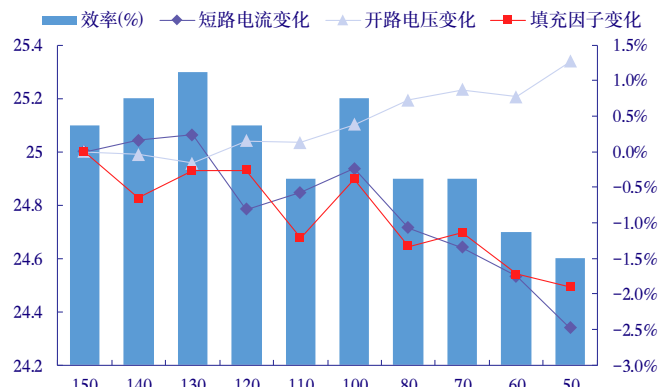
资料来源：《不断创新的 HJT 技术》王文静，《效率 25%+ 异质结电池及可靠性研发进展》通威股份，《异质结技术的产业化发展》晋能科技，《异质结超薄片技术和可靠性的低碳未来展望》东方日升，中国银河证券研究院

单面微晶基本开发完成，开始挑战双面微晶。相较于传统非晶硅薄膜，微晶硅薄膜透光率更优、缺陷密度更低、掺杂效率更高、导电率更高，从而获得更高的转换效率。微晶工艺难点在于解决生产节拍较慢及一致性问题。2022 年头部企业与设备商携手完成了微晶技术的初步落地。华晟采用**迈为股份 (300751.SZ) (机械组覆盖)** VHF-PECVD 设备的单面微晶 HJT2.0 电池首片效率达到 24.68%，预计今年双面微晶导入后平均效率有望达到 25.5%。东方日升双面微晶产品“伏羲”电池效率中试效率已达 25.5%，组件效率达 23.89%。通威采用纳晶工艺，年底完成双面纳晶导入有望突破 25.5%+ 的效率。

光转膜或成标配，新型高阻水材料值得关注。HJT 微/非晶硅中的硅氢键会被紫外光破坏，导致功率、寿命降低。传统解决方案为使用 UV 截至膜来阻挡紫外光，但吸收到的光能量会降低。而光转胶膜能将紫外光转换成可见光再被电池吸收，从而提升组件发电量，实证数据表明其能提升 1-2% 的组件功率。目前行业头部企业基本完成导入。HJT 特殊的材料、结构导致其极易受水气影响，常规封装材料无法应对挑战。目前行业正在导入丁基胶作为 HJT 封装材料，年底有望实现导入，国产化率领先企业率先受益，如**康达新材 (002669.SZ) (军工组覆盖)**、**福斯特 (603806.SH)** 等。

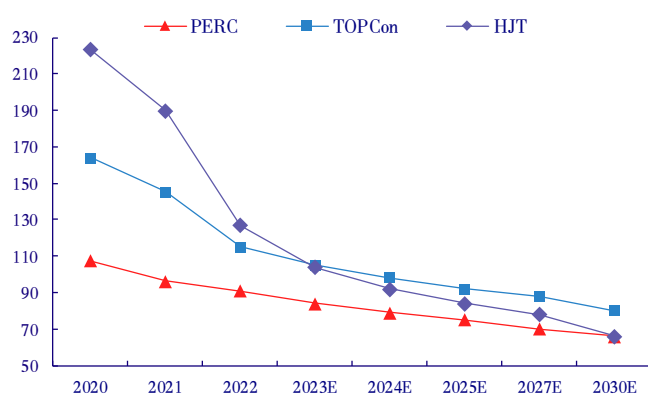
薄片化成为当前降本方面最重要路径。虽然硅片越薄短路电流会越少，但是 HJT 非晶硅层可以帮助形成更高的开路电压，即原理上 HJT 硅片减薄不会明显影响效率。此外 HJT 生产工艺简单且使用低温环境，不易产生碎片。目前头部企业已做到 110~130 μm 厚度，行业正在冲击 100 μm 厚度。TaiyangNews 研究报告显示，HJT 已有 80 微米厚度的实现路径。硅料价格为 150 元/kg 时，硅片厚度每减薄 10 微米可以带来单瓦硅成本 0.01 元左右的降低。此外，半棒半片、边皮切割工艺以及 HJT 更高氧含量容忍度都能助力 HJT 对硅棒利用率提升，从而带来 15%-30% 的硅成本下降。

图 78：硅片减薄对 HJT 电池效率的影响更小



资料来源：华晟新能源，中国银河证券研究院

图 79：PERC、HJT 与 TOPCon 银浆耗量/mg 变化趋势



资料来源：CPIA，中国银河证券研究院

银包铜全面替代中，浆料国产化值得关注。HJT 的非硅成本中银耗占比约 50%，通过调整浆料中银、铜和助

剂的比例实现性能不减并降低银耗。对比纯银浆，银包铜浆料可降本 20%-50%。目前银含量已下降至 50%，正在突破 40%以下的超低比例浆料，国内领先的供应商有**苏州固锝（002079.SZ）**等。2023 年 4 月，华晟新能源表示最新产线已实现单片银耗 100mg，计划今年全面应用银包铜+0BB 技术后进一步降至 70mg，折合单瓦银耗仅 10mg 以下，成本降至 0.08 元/W。

无主栅技术正处导入期。采用 **SMBB 技术**（增加主栅数、降低主栅宽度）既能提高电流传输效率也能直接降低银耗，还能增强电池应变能力。SMBB 已成 N 型电池技术标配工艺，部分头部异质结企业已实现量产 18+BB。另外，也可以采用**无主栅（0BB）技术**，即主栅不用银浆而直接使用导电丝、焊带。0BB 技术实现路径多，发展最早最成熟的是瑞典 Meyer Burger 的 SmartWire 技术，REC 已采用该技术。德国 Schmid、美国 GT 也采用类似方法。国内受专利限制，更多采用点胶焊接的方式，我们预计行业仍需一年左右时间实现成熟的量产导入。

2、TOPCon 产业化占据先机

TOPCon 率先突围。凭借性能与成本优势，TOPCon 率先发力。据 PV Infolink 预测，2023 年 TOPCon 出货量或达 120GW，占比将达 25-30%，远超 2021 年/2022 年的 2%/8%。从产能扩张来看，我们粗略统计全行业已公布的 TOPCon 电池产能接近 700GW，已投产 134.72GW，在建超过 252GW，2023 年底实现约 405.7GW。布局企业有传统电池厂商、一体化龙头，也有跨界新玩家。虽然规划产能规模较大，但我们认为 TOPCon 电池存在较强的 Know-how 壁垒，尚不会快速陷入同质化竞争，未来需要密切关注实际产能落地进度以及订单达成率。

表 23：布局 TOPCon 电池主要企业梳理（单位：GW）

企业	项目	公布产能	明确披露 TOPCon 产能			2022 年底产能	2023 年底产能
			已投产	在建	规划		
晶科能源	合肥 1 期	8	8			8	8
	合肥 2 期	8	8			8	8
	海宁 1 期	8	8			8	8
	海宁 2 期	11		11			11
	云南楚雄	16		10			10
	海宁袁花	6	6				6
	太原潇河	56			56		
	其他	4		4			4
通威股份	成都双流	25			25		
	中试线	1	1			1	1
	眉山 3 期	8.5	8.5			8.5	8.5
	眉山 1 期	16	8	8		8	16
	眉山 2 期	16		16			16
钧达股份	滁州 1 期	8	8			8	8
	滁州 2 期	10		10			10
	淮安 1 期	13			13		13
	淮安 2 期	13			13		13
天合光能	宿迁 3 期	8	8			8	8
	西宁 10GW	10		10			10
	淮安 15GW	15		15			15
中来股份	泰州 3.6GW	3.6	3.6			3.6	
	太原 1 期	8	4	4		4	8
	太原 2 期	8			8		
	宁晋 1.3GW	1.3	1.3			1.3	1.3
晶澳科技	宁晋 6GW	6					6
	扬州 10GW	10		10			10
	扬州 10GW 新增	10		10			10
	石家庄 10GW	10		10			10
	东台 10GW	10		10			10
	云南曲靖 4 期	10		10			10
隆基绿能	鄂尔多斯	30	30				30
正泰新能源	海宁 4GW	4				4	4
同力新能源	高邮 6GW	6		6		3	
中清集团	凤台 10GW	10		5	5		5
	新沂 5GW	5	3			3	5
	当阳 2 期	3					
无锡尚德	无锡 2GW	2				2	
潞能能源	张家港 1GW	1		1		1	
其他		285.3	29.3	102	138	17.3	122.9

合计	689.7	134.7	252	258	96.7	405.7
----	-------	-------	-----	-----	------	-------

资料来源：公司公告，公司官网，中国银河证券研究院

核心薄膜沉积环节存在降本空间。目前由于工艺成熟、成膜质量好，薄膜沉积工艺发展最快的是 LPCVD，缺点是生产效率低、存在严重绕镀问题，增加后续清洗成本。**PECVD** 成膜速度快，同时沉积氧化层与硅薄层，大大降低了投资额，存在较大降本空间。目前**捷佳伟创（300724.SZ）（机械组覆盖）**PECVD 研发进度领先，2022 年 7 月为聆达股份定制的 PE-Poly 整线装备开始量产，23Q1 第一批 PE-Poly 订单确认，市场验证加速。

表 24：TOPCon 隧穿氧化层及薄层多晶硅沉积设备三大路线对比

指标	LPCVD（低压化学气相沉积）	PECVD（等离子体增强化学相沉积）	PVD
设备投资	低	中	高
产能规模	大	大	小
钝化效果	好	一般	一般
沉积速率	6~8nm/min	16nm/min	17nm/min
耗材成本	高	一般	一般
优点	引自半导体产业，成熟度高；成膜质量好	成膜速度快；易原位掺杂；仅存在轻微绕镀；可实现设备二合一投资成本低	成膜速度最快且无绕镀；不同尺寸的硅片兼容性较强
缺点	绕镀问题严重；原位掺杂较难，一般搭配扩散炉；石英耗材成本较高；不同尺寸的硅片兼容性较差	成膜质量较差；易爆膜；不同尺寸的硅片兼容性较差	设备投资额大；工艺时间短不成熟，良率低

资料来源：普乐新能源，拉普拉斯（LPCVD 设备公司），中国银河证券研究院

通过优化产线工艺细节、技术叠加等手段，可以提升转换效率，从而降低单瓦成本。**TOPCon 目前存在两大升级路径 SE 和双面 Poly 技术。**SE（选择性发射极）技术是在金属栅线附近重掺杂硼，能有效降低接触电阻与金属复合，同时促进载流子汇聚于重掺杂区，可提高至少 0.2% 的电池效率。该技术在 PERC 电池上已有应用。目前**帝尔激光（300776.SZ）（机械组覆盖）、海目星（688559.SH）**等企业已批量交付激光掺杂设备。随工艺不断优化，SE 技术有望成为 TOPCon 标配技术。

经典 TOPCon 核心在于背面隧穿氧化层与薄层多晶硅组成钝化层，优化方式包括持续减薄多晶硅层、保证掺杂均匀性等。在此基础上提出了**双面 Poly** 的结构，即在正面也设计氧化层与多晶硅钝化层，在理论上该设计能将效率提升至 28%+。目前晶科能源已在实验室进行技术储备，量产后有望实现 27%+ 的高转换率。

3、XBC 工艺最复杂，下游应用待验证

理论上 IBC 电池组件可实现更高的转换效率。据 Taiyang News 统计，截至 2023 年 10 月底，创造出商业化光伏组件效率最高的是爱旭股份的 ABC White hole，高达 24%。排名前五的组件产品中，除华晟新能源的 HJT 组件外，均使用 IBC 技术。

表 25：目前全球商业化光伏组件效率排行榜

公司	组件名称	组件型号	电池类型	电池大小与数量	电池技术	组件技术	功率	效率
爱旭股份	ABC White hole	AIKO-A620-MAH72Mw	N 型	182/144	ABC	半片+背接触	620W	24.00%
隆基绿能	Hi-Mo 6	LR5-72 HTH-600M	P 型	182/144	HPBC	半片+背接触	600W	23.20%
华晟新能源	Himalaya	HS-210-B132DS	N 型	210/132	HJT	双面+半片+MBB	715W	23.02%
Maxeon	Maxeon 6	SPR-MAX6-445-E4-AC	N 型	-/66	IBC	背接触	445W	23.00%
国电投	ANDROMEDA 3.0	SPICN6(LAR)-66/BIH	N 型	166/120	TBC	背接触+半片+MBB	410W	22.80%
晶科能源	Tiger Neo	JKM585N-72HL4-V	N 型	-/144	TOPCon	半片+MBB	585W	22.65%
正泰太阳能	Astro N5	CHSM72N(DG)/F-BH	N 型	182/144	TOPCon	双面+半片+MBB	585W	22.60%
中来股份	Niwa Pro	JW-HD108N	N 型	182/108	TOPCon	双面+半片+MBB	440W	22.53%
东方日升	Hyper-ion	RSM132-8-700BHDG	N 型	210/312	HJT	双面+半片+MBB	700W	22.50%
天合光能	Vertex N	TSM-NEG21C.20	N 型	210/312	TOPCon	双面+半片+MBB	700W	22.50%
一道新能	-	DAS-DH156NA	N 型	182/156	TOPCon	双面+半片+MBB	630W	22.50%
晶澳太阳能	DeepBlue 4.0	JAM72D42 630/LB	N 型	182/144	TOPCon	双面+半片+MBB	630W	22.50%
阿特斯	TOPHiKu6	CS6R-560-4580T	N 型	182/144	TOPCon	半片+MBB	580W	22.50%
通威太阳能	-	TWMND-72HS560-580W	N 型	182/144	TOPCon	半片+MBB	580W	22.50%
阿特斯	HiHero	CS6R-420-440H-AG	N 型	182/108	HJT	半片+MBB	440W	22.50%

资料来源：TaiyangNew，中国银河证券研究院

工艺最复杂，定域扩散成核心难点。IBC 电池制作工序约 14 步，是 N 型电池里最复杂的。与 PERC 相比，其

增量制备环节也是难度最大的是背部交叉的扩散区与正负电极的制备，需要增加图形化、开槽、清洗等环节，并应用激光等高精度设备。激光设备技术壁垒较高，目前国内**帝尔激光（300776.SZ）（机械组覆盖）**在光伏激光领域较为领先，**海目星（688559.SH）**也凭借锂电激光领域的深厚优势切入光伏激光赛道，已开发出激光开槽、掺杂等设备。

由于无正面电极，IBC 电池外观往往比一般电池更有竞争力，**在高端分布式领域享有高溢价能力**。目前 IBC 电池由于工艺技术难度最大，**产业化进程较慢，布局玩家较少**。SunPower 公司最早开发 IBC 电池，其组件品牌 Maxison 已独立运营，主要市场为欧美国家。国内目前已推出商业化组件的仅有**隆基绿能（601012.SH）、爱旭股份（600732.SH）**等。

表 26：国内布局 IBC 电池企业进展

公司	进展情况
隆基绿能	2022 年 1 月 24 日，公司计划在泰州工厂，把原年产 2GW 单晶电池项目升级改造为 8 条 HPBC 高效单晶电池产线，预计形成年产 4GW 电池片产线。
	2022 年 11 月 2 日，公司发基于 HPBC 电池技术的 Hi-MO6 组件；公司表示 HPBC 组件计划产能已达 25GW。
	2023 年 9 月 20 日，公司公告将在陕西铜川新材料产业园投建年产 12GW HPBC pro 高效电池项目。
	2023 年 10 月 8 日，公司发布 Hi-MO X6 高效防积灰光伏组件。
	2023 年 10 月 12 日，公司与德国合作伙伴 Solar Express 签署 1GW Hi-MO X6 三年供应协议。
爱旭股份	2023 年 10 月 18 日，公司与德国合作伙伴 PVI GmbH 签署 1.5GW Hi-MO X6 框架协议。
	2022 年 5 月 6 日，16.5 亿用于珠海年产 6.5GW N 型 ABC 电池项目。加上义乌年产 10GW 一期 2GW 产能，公司总产能达 8.5GW。
	2022 年 6 月 28 日，公司发布 N 型 ABC 组件，称全生命周期发电量较传统 P 型 PERC 组件提高 11.6%，量产输出功率最高可达 720W，转换效率最高可达 23.50%。
国电投黄河水电	2023 年 8 月 21 日，公司宣布与荷兰最大用户分销商、欧洲知名综合光伏服务提供商 LIBRA 签订 650MW 的供货协议。
	2022 年 8 月 23 日，公司宣布光伏产业技术创新中心揭牌，200MW N 型 IBC 电池及组件项目开工。
中来股份	2019 年 5 月，公司宣布已实现 IBC 电池的批量生产，年产能约 150MW，量产效率 22.8%。
天合光能	2022 年 8 月 31 日，公司于投资者互动平台上表示，公司综合考虑成本、市场需求后，计划优先发展 TOPCon。
TCL 中环	2017 年 5 月，公司自主研发 6 英寸 N 型单晶 IBC 电池效率到达 24.13%，2018 年 2 月效率提升至 25.04%。
通威股份	2022 年 8 月 12 日，公司作为 Maxison 第二大股东（持股比例约 28.85%），拟出资 2 亿美元认购发行的可转债，用于研发 Maxison 7 产品、P 系列产品及部分其他产品/项目的资本支出和研发支出等。2021 年底 Maxison 的 IBC 产能接近 1.5GW。
	2022 年 8 月 23 日，公司于半年度业绩说明会上表示，目前公司已建立 IBC 电池试验线，首片 IBC 电池已于今年 7 月正式下线，目前尚处于产线优化过程中。

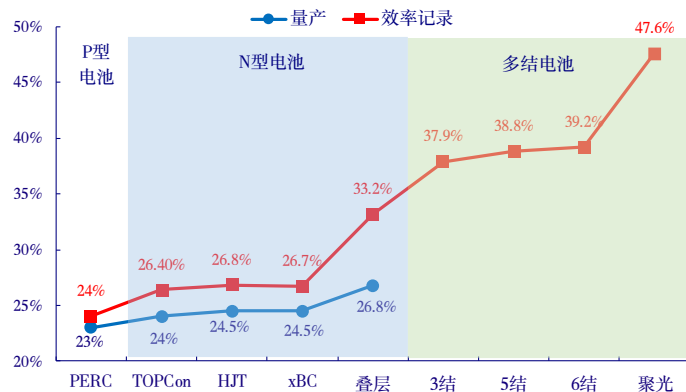
资料来源：公司官网，公司公告，中国银河证券研究院

隆基主攻 HPBC 电池路线。2022 年 11 月 2 日，公司推出基于高效 HPBC（P 型 IBC 电池）电池技术的 Hi-MO6 组件产品，其标准版量产效率突破 25%，叠加了氢钝化技术的 PRO 版，效率可超过 25.3%。公司 2023 年中报显示，西咸一期/二期 30GW 和泰州 4GW 年底将实现投产，合计产能 34GW。目前该产品已签订单，2023 年 10 月隆基先后与德国 PVI GmbH、Solar Express 签署共计 2.5GW Hi-MO X6 框架协议。

（四）颠覆性的钙钛矿叠层薄膜电池渐行渐近

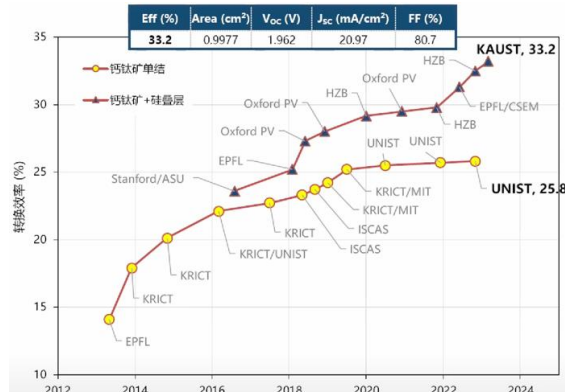
目前用作薄膜太阳能电池材料的钙钛矿主要指的是有机无机杂化钙钛矿，它是一类具有正八面体结构 ABX_3 的化合物，典型体系有甲胺铅碘（ $MAPbI_3$ ）、甲脒铅碘（ $FAPbI_3$ ）等，是最先进的光伏材料。相较晶硅电池，钙钛矿电池的弱光性能更好、温度性能更好、无 PID 和 LID 效应。**钙钛矿最大优势在于效率潜力大**，单结钙钛矿电池理论效率可达 33%，仅用 10 年实验室效率已提升至 25.8%，而晶硅电池用了近 30 年。多结电池凭借吸收光谱更宽、开压更高，**公认晶硅/钙钛矿叠层电池是光伏电池的终极形态**。目前钙钛矿/异质结叠层电池实验室已来到 33.9%。

图 80：太阳能电池效率发展趋势



资料来源：《Solar cell efficiency tables Version 61》，中国银河证券研究院

图 81：单结钙钛矿电池与叠层电池实验室效率



资料来源：NREL，中国银河证券研究院

钙钛矿电池的综合优势主要体现在：1）外观、形态可调，**应用场景更广**，如 BIPV、弱光室内应用、可穿戴与便携式电源等；2）钙钛矿是人工合成材料，根据配方不同可调整带隙，材料可设计性极强，对光谱吸收的范围更广，**光吸收系数高**，是晶硅的百倍，**电池可以做得很薄**；3）不含任何稀缺材料，**材料成本低**；4）工序流程、产业链条大大缩短，生产效率高。据极电光能测算，较晶硅电池，**投资成本可缩减约 50%**；5）组件端降本空间巨大，较晶硅组件，**存在 50%降本空间**；6）**碳足迹更低**，极电光能《钙钛矿光伏组件的产业化路径》指出，全生产过程能耗仅为晶硅的 1/3.6，能量回收期仅晶硅的 1/4。

头部企业各显神通。考虑到量产经济性、可实现性以及自身工艺积累等因素，**通威股份（600438.SH）**选择两端叠层的钙钛矿/异质结电池路线，目前已完成实验室研发，成功制备了骨架可控、均匀覆盖、无碘化铅残留的高效钙钛矿层。2023 年 4 月，公司约 1cm² 钙钛矿/异质结叠层电池研发效率突破 28.4%。**曜能科技**使用高分子量聚合物材料作为传输层，同时实现对底电池粗糙表面的包覆，再使用一步湿法工艺直接形成钙钛矿膜。2023 年初，公司 1cm² 叠层电池研发效率达 32.44%，接近世界纪录 33.2%，25cm² 产品效率达 30.83%，全球领先。**仁烁光能**利用全溶液法印刷钙钛矿叠层电池，同时设计了特有的截面保护层来助力大面积叠层组件量产。公司制备了全球首个 20cm² 全钙钛矿叠层电池组件，实现了 24.5% 的效率记录。

表 27：布局领先的部分钙钛矿电池组件企业

公司	成立时间	技术路线	产业化进程
协鑫光电	2010	刚性单结	2021 年 9 月完成 100MW 量产生产线进行试生产，组件尺寸 1mx2m，2023 年 3 月实现 16% 组件效率目标，2023 年 11 月 23 日公司 1 米*2 米单结组件效率达 18.04%，提前完成年度目标；2024 年规划建设产能 1GW；2025 年规划建设 5-10GW，效率目标 22%，性能基本与晶硅持平。
纤纳光电	2015	刚性单结	2021 年底投产 100MW 产线；2022 年 7 月实现 5000 片 α 组件出货，产品通过 IEC61215/61730 认证；规划浙江衢州 5GW 生产基地项目，总投资 54.6 亿，一二期已完工，三期已开始建设。
众能光电	2015	—	与中电建合作伙伴鑫磊集团签订意向协议，2023 年建设 200MW 生产线。
万度光能	2016	刚性单结	200MW 试验线已投建；2023 年 1 月公司 2GW 钙钛矿光伏组件研发及制造基地开工总投资 10 亿元，分三期建设。2022 年底投产 150MW 产线；23 年初公司 30*30cm ² 尺寸小试组件已通过 IEC61215 认证，0.72m ² 组件正在认证中，公司预计于 2024 年完成野外环境验证；2023 年 4 月，全球首条单 GW 钙钛矿产线开工，2024~2025 年陆续启动后续产能建设，2026 年达到 10GW。效率方面，2023 年 11 月 27 日，公司 1.2m*0.6m 商业化组件效率达到 18.2%，创下商业化组件世界纪录。
极电光能	2018	刚性单结	产品已实现小批量出货；100MW 产线预计 2023 年底开始调试部分设备，预计 2024 年出货 50MW。
大正微纳	2018	柔性单结	2020 年控股子公司瑞庭投资参投协鑫光电 pre-A 轮融资，入局钙钛矿领域，2022 年 5 月对外表示正在推进 100MW 中试线。
宁德时代	2019	刚性单结	2022 年实现 10MW 线投产，完成 150MW 线的设计工作；预计 2023 年底投产 150MW 中试线。
仁烁光能	2021	PSC/PSC 叠层	建成 2MW 中试线。
曜能科技	2021	Si/PSC 叠层	2022 年已投建 10MW 试验线，电池效率超过 20%；100MW 量产线预计 2024 年建成。
无限光能	2022	—	

资料来源：《钙钛矿光伏组件的产业化路径》极电光能，PV-Tech，中国银河证券研究院

百兆瓦产线已量产，GW 级产线即将实现“0 到 1”突破。截至目前，国内已有**协鑫光电、纤纳光电、极电光能**等多家投产百兆瓦级中试线，量产效率不断突破。2023 年 4 月，极电光能钙钛矿产业基地项目开工，该项目计划建设内容包含全球首条 1GW 钙钛矿光伏生产线，计划在 2024 年底搭建完成，标志着行业真正从 0 到 1 走向 GW 时代。**2023 年钙钛矿产业已经迎来产能爆发增长期。**

表 28：钙钛矿企业产能进展及预测一览表（单位：GW）

厂家	2022	2023E	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E
纤纳光电	0.1	1	2	3	6	6	9	13	19
协鑫光电	0.1	0.1	0.1	1	3	5	8	12	15
极电光能	0.15	0.15	1	3	10	12	15	17	19
仁硕光能		0.15	0.15	1	1	2	3	5	8
宁德时代		0.2	0.2	1	1	3	5	8	12
黑晶光电			0.1	7	8	9	9	9	11
无限光能	0.01	0.01	0.1	0.1	0.1	1	2	3	5
光晶能源	0.01	0.1	0.1	1	1	2	2	3	5
万度光能		0.2	0.4	2	2	3	4	4	6
牛津光伏		0.1	2	2	3	3	5	5	10
大正微纳			0.1	0.1	0.1	1	1	2	4
曜能科技			0.1	0.1	1	1	2	2	4
鑫磊集团			1	3	5	10	15	17	19
众能光储				1	1	3	3	5	7
其他		0.1	0.2	0.5	1	2	9	19	33
合计产能	0.37	2.11	7.55	25.8	43.2	63	92	124	177
YOY		470%	258%	242%	67%	46%	46%	35%	43%

资料来源：公司公告，北极星光伏网，中国银河证券研究院

相比较其他电池类型，钙钛矿电池面积扩大后会更快地损耗转换效率，**钙钛矿产业化的最大难题是制备大面积钙钛矿层**。目前产业尚处早期，**技术方向百花齐放**，产品细节未定型，主要制备方法分湿法、干法和干湿综合法。湿法成本低速度快，提升成膜质量是核心，目前狭缝涂布凭借综合优势成为主流，代表企业有**协鑫光电、曜能科技、仁硕光能**等。干法成膜质量高、稳定性强，提升节拍降低成本是核心，代表企业有**无限光能**等。干湿混合法综合两种方案的优势，更考验各环节协调性，代表企业有**极电光能、通威股份**等。

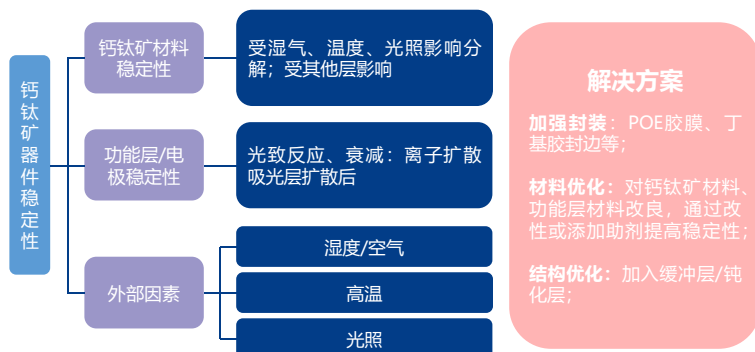
表 29：不同技术路线制备钙钛矿层

	湿法	干法	干湿综合法
具体技术	刮涂、狭缝涂布、喷涂等	蒸镀等	涂布+蒸镀等
成膜质量	①薄膜缺陷多 ②均匀性差，结晶控制难度大	厚度和均匀性控制最优，适合大面积制备	中等，兼具干法的均匀性优势
成膜速度	快	较慢	中等，兼具湿法的工艺速度
工艺稳定性	较差	批次间稳定性高、可重复性强	中等
经济性	①同样节拍下设备成本更低，整体成本较低 ②有机溶剂的回收处理成本较高	①同样节拍设备成本高，总成本更高 ②无需有机溶剂的使用，无明显环保压力	中等
基底要求	较高	较低	中等

资料来源：《钙钛矿太阳能电池稳定性研究进展及模组产业化趋势》金胜利等，中国银河证券研究院

稳定性问题有待商业验证。钙钛矿电池的一大难点为稳定性问题。钙钛矿材料在高水氧、高温及长光照下易发生分解、相变等反应，造成组件效率降低甚至失效。此外，功能层/电极易受水气、光照影响分解，也可能与吸光层反应致其分解，从而使组件衰退。目前科学界通过材料、工艺和结构等方面优化已基本解决小面积组件上的稳定性问题。2023 年初极电光能 30cm² 尺寸小试组件已通过 IEC61215 认证，预计于 2024 年完成野外环境验证。**纤纳光电**钙钛矿商用组件 α（1.2*0.6m²）经过 VDE 权威认证，满足行业最重要基础标准 IEC61215、IEC61730，证明该产品已具备进入市场的条件。我们认为 **2024 年有望迎来钙钛矿组件认证潮**。

图 82：钙钛矿稳定性影响因素及对应解决方案



资料来源：《钙钛矿太阳能电池稳定性研究进展及模组产业化趋势》金胜利等，中国银河证券研究院

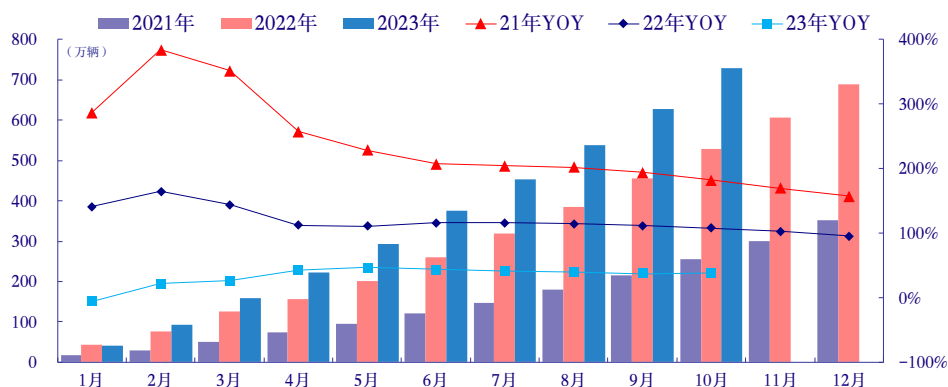
四、锂电：动力高增维持，行业步入成熟期

（一）动力+储能双轮驱动，锂电维持高景气度

1、PHEV+基建+充换电助力国内销量高增

降价+出口助力新能源车销量维持高增。汽车作为我国居民第二大消费项，对国民消费、其他产业协同等方面影响重大。后疫情时代下，经济复苏增速放缓，新能源汽车成为经济增长提速的重要抓手。政策组合拳从基建、优惠、免税三大维度，加速开启下沉市场，促销量保车市。2023 年初，国补末端效应导致新能源车销量明显下挫，后续车市掀起价格战，车企密集的低价促销策略迅速拉动销量恢复，后市保持平稳增长。叠加新能源汽车出口态势迅猛，我国前三季度新能源汽车销量交出亮眼成绩单。据中汽协统计，2023 年 1-10 月新能源汽车销量为 728 万辆，同比增长 37.9%。出口方面，1-10 月达 99.5 万辆，同比高增 99.1%，比利时、泰国、英国为前三大出口国。

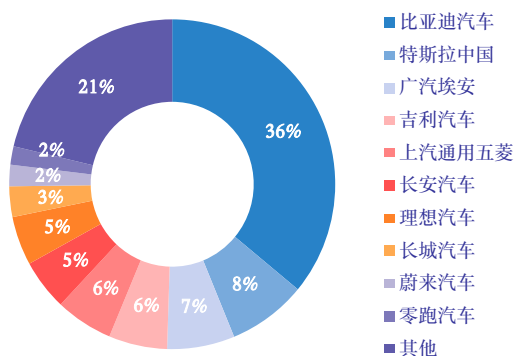
图 83：2021 年-2023 年月度新能源汽车销量数据



资料来源：中汽协，中国银河证券研究院

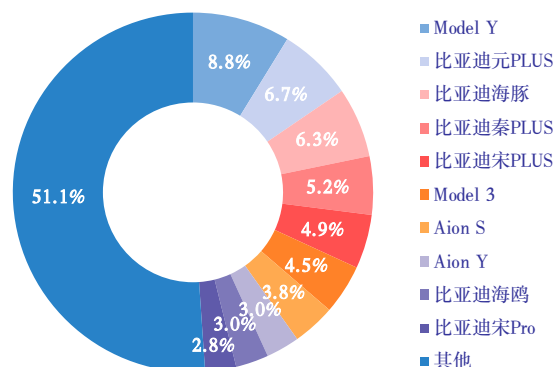
比亚迪一骑绝尘，理想领衔新势力。据乘联会统计，2023 年 1-10 月比亚迪零售销量 214.3 万辆，同比增长 57.7%，累计销售市占率达 36.0%，龙头地位稳固。2023 年 1-9 月 TOP10 畅销车型中比亚迪独占 6 席，王朝系列车型竞争力十足，低价格带爆品车型海鸥进入前十。特斯拉排名第二，广汽埃安同比增速达 93.3%，增长动力十足。造车新势力中理想率先突围，单月销量稳定在 3 万辆以上。

图 84：2023 年 1-10 月国内新能源厂商零售销量排行



资料来源：乘联会，中国银河证券研究院

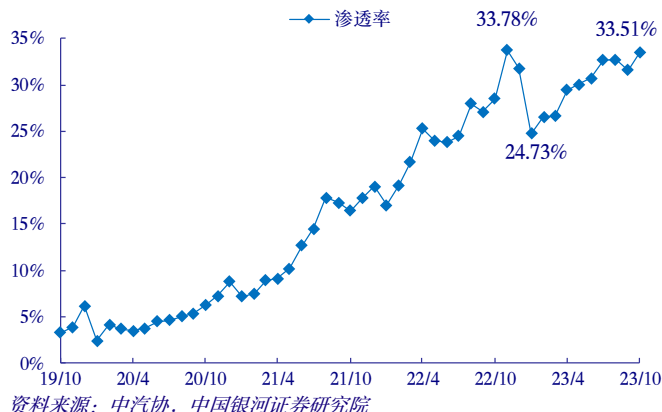
图 85：2023 年 1-10 月国内新能源车型销量排行



资料来源：乘联会，中国银河证券研究院

新能源车渗透率提升遇瓶颈。2023 年 1 月国内新能源汽车销量下滑，导致渗透率大幅下滑至 24.7%。随着市场逐渐回暖，渗透率持续上升，但增速有减缓趋势。10 月达到 33.51%，1-10 月累计 30.23%，同比+6.23pcts。

图 86：国内新能源汽车渗透率



里程焦虑是主因。中汽协在消费者调查中发现，用户在“购买新能源车时最关心的”是“电池续航能力”，占比高达 31.8%。里程焦虑已成为推广电动化最大的障碍之一。**里程焦虑具体可分为续航焦虑和补能焦虑。**

PHEV 最大优势就是解决续航焦虑问题。新能源车按照能量来源可分为仅用电池供能的 BEV，以及既能用电池也能用燃油供能的 PHEV（插电式或增程式）。PHEV 续航里程普遍超过 1000km，比同等价位 BEV 增加约 50%。PHEV 充电时长短，兼具燃油车补能效率优势。虽然初始购车成本偏高，但是 PHEV 在全场景下的高效率可降低综合用车成本，比较优势依然明显。在燃油车向电动车的过渡阶段，PHEV 有望成为新能源车市场增长的主要动力。

PHEV 销量增长趋势显著。据中汽协统计，2023 年 1-10 月 PHEV 销量持续攀升，10 月单月达 31.0 万辆，已超去年 12 月的峰值水平，同/环增 80.4%/11.7%。PHEV 月销量同比增速持续领先 BEV，月渗透率较 2022 年明显上台阶，9 月创下历史最高渗透率 32.43%。**PHEV 供给比例明显提升。**据赛博汽车统计，2022 年新能源车共 70 款新车上市，PHEV 仅有 7 款，占比 10%。23H1 新上市的 72 款重点车型中有 24 款 PHEV，占比提升至 33.3%。

目前解决补能焦虑的主要手段包括加大基建力度、快充和换电。近年来多重政策推进**充电桩建设**，项目盈利能力有所改善，行业红利期已临近。据中国电动汽车充电基础设施促进联盟统计，截至 10 月底，国内充电桩保有量达 795.4 万台，同比增长 68.9%。其中公共/私人充电桩保有量为 252.5 万台/542.9 万台，同比增长 50.3%/79.3%。私人充电桩随车装配，增速更快。公安部数据显示，2023 年 9 月底我国车桩比为 2.38，较 2015 年的 11.8 有显著改善，但是距离工信部提出的 2025 年/2030 年实现车桩比 2:1/1:1 尚有差距。

图 87：我国充电桩保有量及车桩比

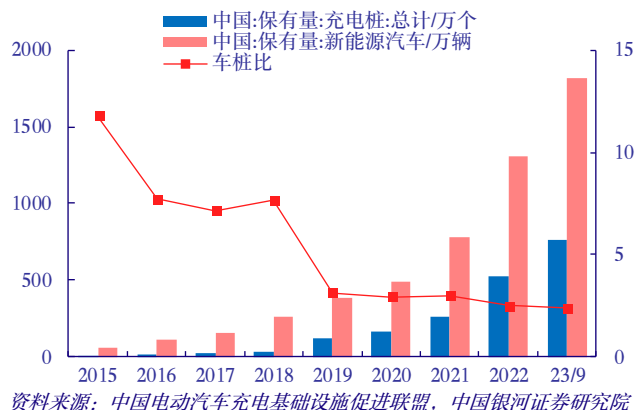
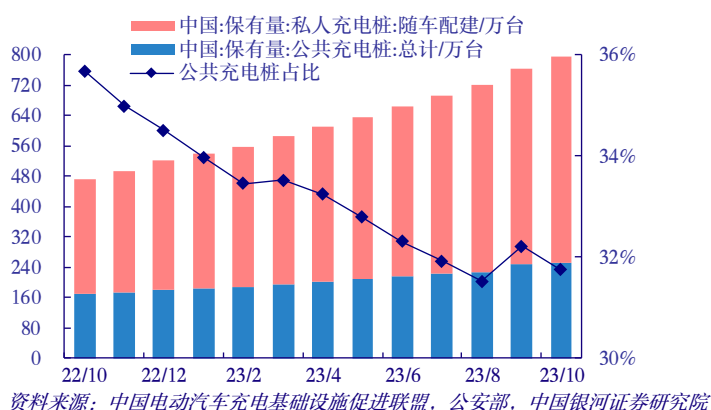


图 88：我国充电桩分类型保有量



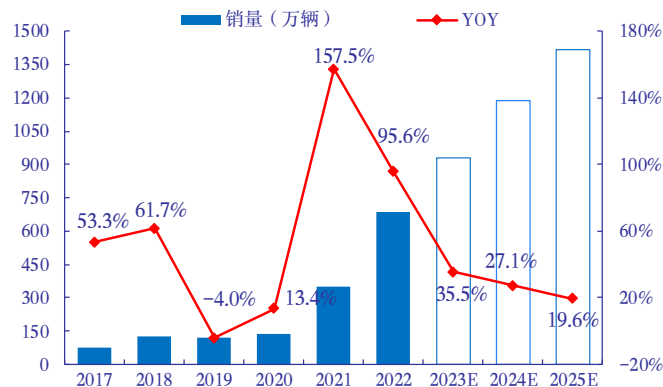
超充技术刚刚起步。快充能力取决于充放电倍率，目前主流电动车倍率为 1C-2C，最高达到 4C，即最快完成 30%→80%电量需 25min，但相比燃油车的补能效率仍有差距。**800V 平台是快充必经之路。**充电越快意味着功率越高，提高功率依靠提升工作电流或电压。增大电流会导致发热能耗增多，同时也需要更粗的线束，意味着成本及重量提升。车企基本统一提高电压平台至 800V 来实现，保时捷、小鹏、埃安等先后推出 800V 平台及 2.5C 及以上超

快充车型。目前高电压平台难点在于零部件、供应链升级成本高等，但长期看方向确定性很高，我们建议关注国产化率领先的高压高功率器件企业，比如宏发股份（600885.SH）、法拉电子（600563.SH）（汽车组覆盖）、中熔电气（301031.SZ）（汽车组覆盖）、均胜电子（600699.SH）（汽车组覆盖）、斯达半导（603290.SH）（电子组覆盖）等、电芯中影响快充效率的电解液/负极龙头，例如天赐材料（002709.SZ）、贝特瑞（835185.BJ）、璞泰来（603659.SH）等，以及温控领域标的，比如银轮股份（002126.SZ）（汽车组覆盖）、永贵电器（300351.SZ）（机械组覆盖）等。

多重优势使换电成为最理想的补能方式。换电模式通过换电站对大量电池进行集中储存、集中充电，于站内为新能源汽车提供电池更换服务，优势在于：1）补能效率接近燃油车，消除补能焦虑；2）换电站可在夜间等用电低谷对电池充电，降低充电成本，也利于削峰填谷，是构建虚拟电厂的理想单元；3）消费者可通过 BaaS 服务降低购车成本，推动新能源渗透率再攀高峰。痛点在于电池规格难以标准化以及成本过高。

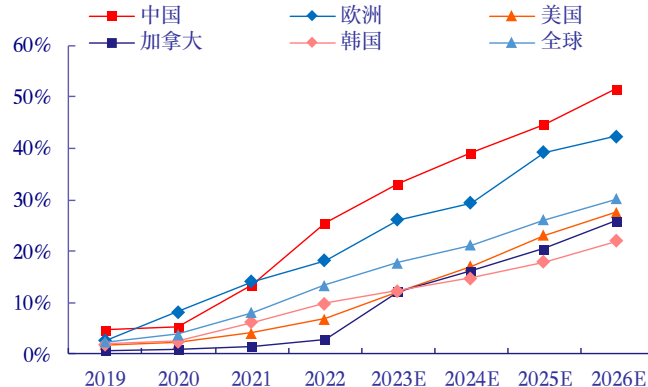
综合以上因素，随着近年来新能源车企积极发布新车型，产品覆盖全价格带，续航优化、智能化加强大幅提升产品力，在高质量供给和利好政策的双轮驱动下，PHEV+基建+充换电领域齐发力，突破渗透率瓶颈，新能源汽车产业有望迎来新一轮黄金增长期。银河汽车组预测 2023 年/2024 年/2025 年中国新能源车销量有望达到 933 万辆/1,186 万辆/1,418 万辆，同比增长 35.5%/27.1%/19.6%。

图 89：国内新能源汽车销量预测



资料来源：中汽协，中国银河证券研究院

图 90：全球重要地区电动车渗透率

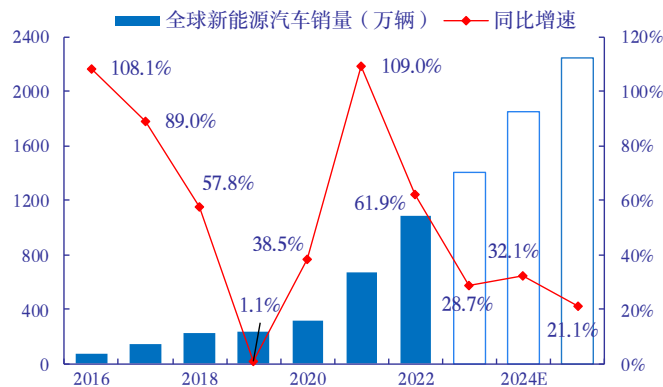


资料来源：乘联会，BloombergNEF，中国银河证券研究院

2、北美及新兴市场潜力大

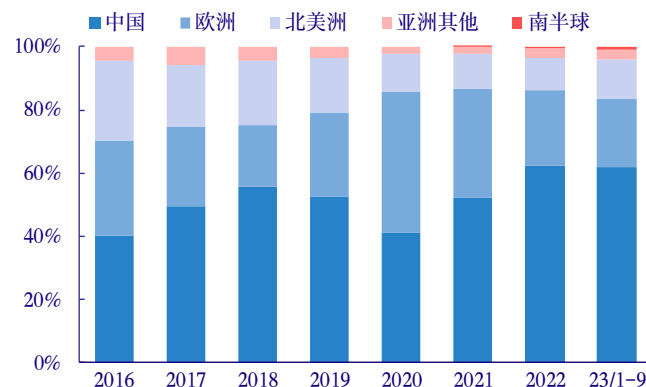
全球全面电动化已成共识。乘联会/BloombergNEF 数据显示，2022 年全球电动车渗透率仅约 13%，除中国外地区渗透率普遍低于 10%，彭博预计 2026 年全球渗透率将达到 30%，中国/欧洲/美国分别提升 26pcts/24pcts/21pcts 至 52%/42%/21%，电动化率提升空间巨大。

图 91：全球新能源汽车销量



资料来源：乘联会，SNE research，中国银河证券研究院

图 92：全球新能源乘用车市场分区域占比



资料来源：乘联会，中国银河证券研究院

据 SNE Research 统计，在北美及新兴市场拉动下，2023 年 1-9 月全球新能源汽车销量达 966.5 万辆，同比增速为 36.4%；中国比重为 57.9%，同比下滑 1.5pcts。欧洲增速不及预期主要受到部分国家补贴退坡影响。北美在 IRA 政策驱动下已成为当前全球电动化新的增长极，增速达 53.4%。亚太地区及其他新兴市场同比增速分别达 55.9%/110%，目前体量尚小，但未来可期。中美两大市场均有较强的政策支持，欧洲能源转型推进速度加快，印度、泰国等新型市场有望贡献较好增量，我们预计 **2023 年/2024 年/2025 年全球新能源车销量有望达到 1,400 万辆/1,850 万辆/2,240 万辆，同比增长 28.7%/32.1%/21.1%**。

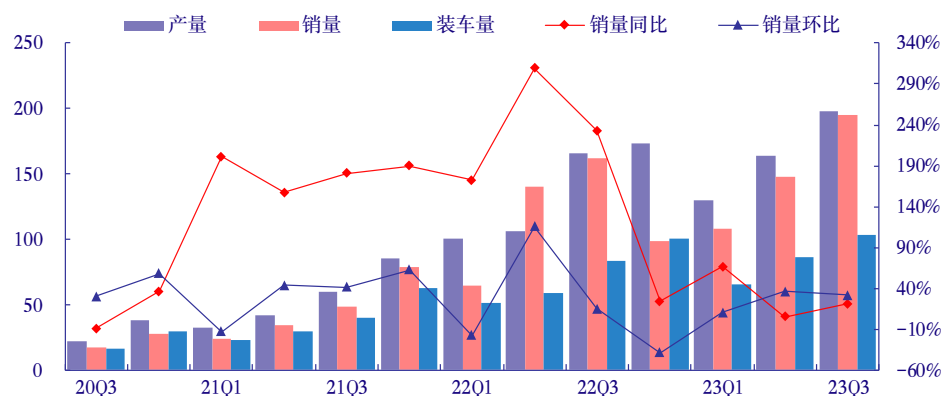
美国 IRA 政策补贴力度大，本土化壁垒明显。2023 年 3 月底美国 IRA 方案新能源汽车相关内容正式落地，购车最高补贴达 7,500 美元且取消数量限制，更重要的限制条件在于：1) 3,750 美元需满足电池/部件在北美组装，23 年价值量比例至少 50%，后逐年增加 10%，29 年为 100%；2) 3,750 美元需满足关键矿物的获取或加工必须在美国或 FTA 国家，23 年价值量比例至少 40%，后逐年增加 10%，最高至 27 年 80%。第一条款项明确了美国欲增强本土制造能力，目标覆盖全产业链，而第二条款项相对宽松，只需开采或加工厂位于 FTA 国家即可，FTA 国家包括韩国、墨西哥、摩洛哥等。我们认为，一方面 IRA 本土限制严格，率先在美建厂的企业将直接获利；另一方面，前驱体及矿产企业将加大在 FTA 国家的投资，格林美、中伟股份等在韩布局或将率先享有补贴优势。

欧洲电池法案未明确本地化，高标准或改变竞争格局。2023 年 7 月底欧盟《型电池法案》正式发布，主要内容包碳足迹追踪认证、性能评估、电池数字护照、环保循环利用等方面，并未包含本土化限制。我们认为主要影响在于：1) 随着欧盟碳关税落地，碳足迹要求更严格，对欧出口的企业需明确绿色零碳转型，布局领先的企业具备明显先发优势，对其他企业门槛更高，短期内相应成本或将提升；2) 法案对废电池回收、回收矿物再利用明确要求，叠加电池退役潮来临，回收行业或将迎来一波利好。

3、动力+储能带动锂电池需求高增

国内动力电池销量季度环比改善。据中国汽车动力电池产业创新联盟统计，23Q1 中国动力电池装车量 65.9GWh，同比增速下滑至 28.5%。为了应对下游车企的去库存压力，电池企业相应减产，23Q1 动力电池产量出现近两年来首次环比下滑，较 22Q4 降幅达 25%。随着下游车市逐步回暖，电池企业 Q2 排产环比提升，部分头部企业实现满产，销量亦有提升。中国汽车动力电池产业创新联盟最新数据显示，2023 年 1-10 月中国动力电池装车量为 294.9GWh，同比增加 31.5%。

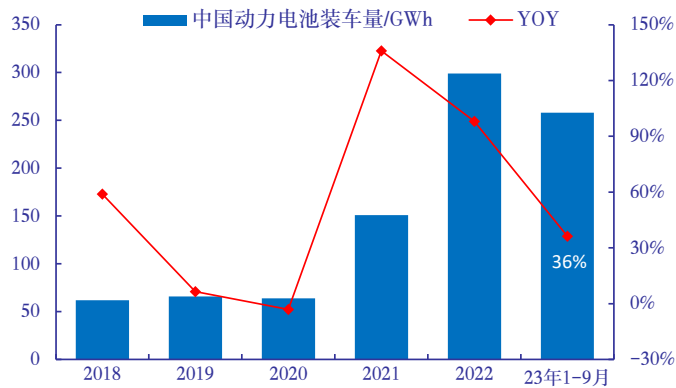
图 93：我国动力电池季度产量、销量、装车量数据（单位：GWh）



资料来源：中国汽车动力电池产业创新联盟，中国银河证券研究院

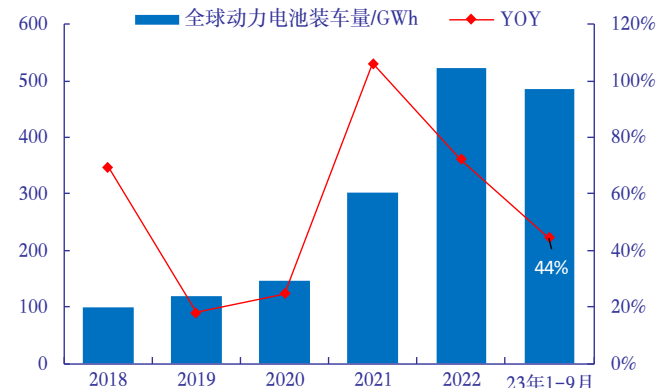
2023 年以来海外电动化进程提速，**海外动力电池装车增速大于中国。**据 SNE Research 统计，2023 年 1-9 月全球动力电池装车量为 486GWh，同比增加 44%。在欧美等国推动能源转型、加速电动化背景下，我们看好海外动力电池市场的成长潜力。

图 94：中国动力电池装车量



资料来源：SNE Research，中国银河证券研究院

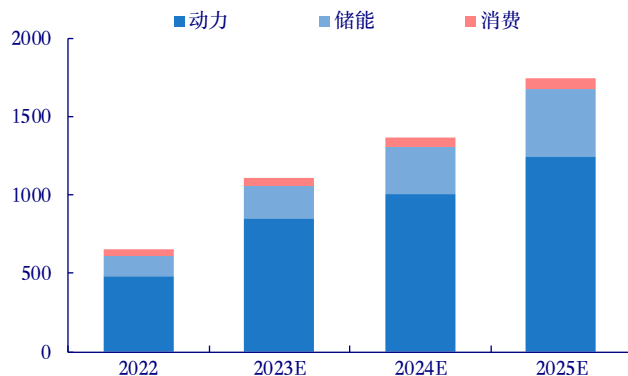
图 95：全球动力电池装车量



资料来源：SNE Research，中国银河证券研究院

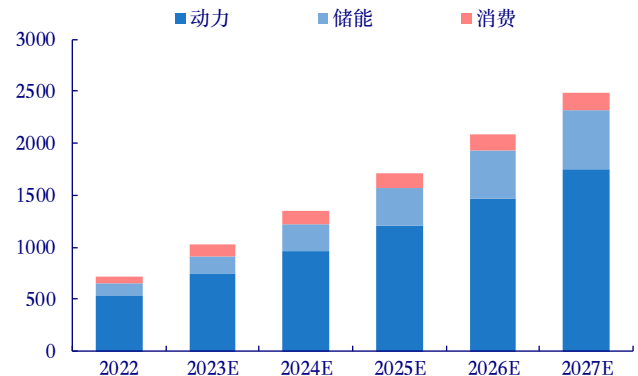
动力+储能双轮驱动，全球锂电出货量保持高增态势。我们认为未来 5 年全球锂电池基本盘仍在动力电池领域，新能源车市场景气度是最重要的影响因素。我们预计 2023 年/2024 年/2025 年中国动力电池装机量将达到 382GWh/510GWh/638GWh，同比增长 28%/34%/25%。全球能源转型带动储能产业高速发展，市场空间广阔，消费电池表现相对平稳。SMM 预测 2023 年/2024 年/2025 年全球锂电池需求将达到 1,029GWh/1,354GWh/1,715GWh，同比增速为 43%/32%/27%。

图 96：2022-2025 年国内锂电池装机量及分类（单位：GWh）



资料来源：GGII，中国银河证券研究院

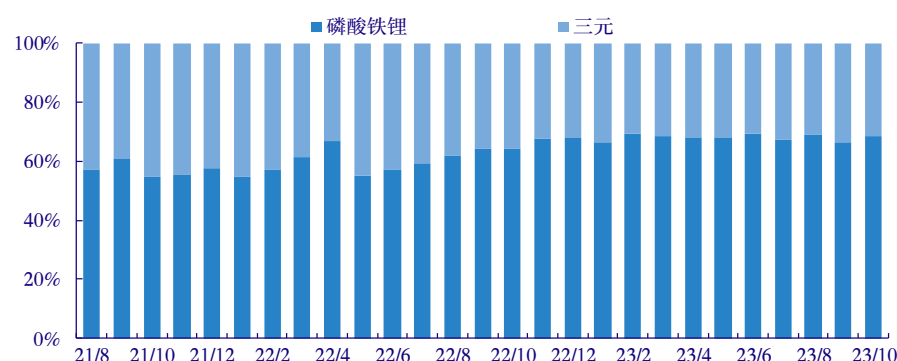
图 97：2022-2027E 全球锂电池装机量及分类（单位：GWh）



资料来源：SMM，中国银河证券研究院

磷酸铁锂唱主角。磷酸铁锂动力电池凭借成本优势已反超三元电池成为主力。据中国汽车动力电池产业创新联盟统计，2023 年 10 月磷酸铁锂/三元电池装车量达到 26.8GWh/12.3GWh，1-10 月累计达 200.7GWh/93.9GWh，铁锂占比提升至 68.1%。随着海外市场对磷酸铁锂接受度提高，市占率有望保持领先态势。GGII 预测 2023 年磷酸铁锂市场份额将达到 61%。

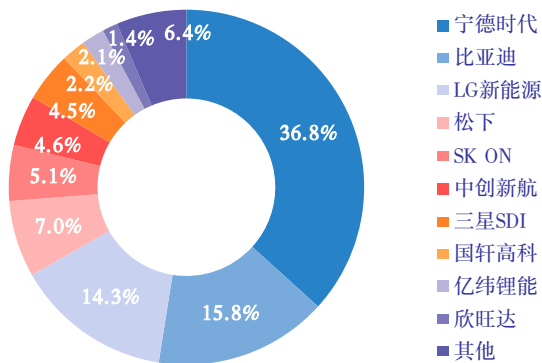
图 98：我国动力电池分产品类型装车量占比



资料来源：中国汽车动力电池产业创新联盟，中国银河证券研究院

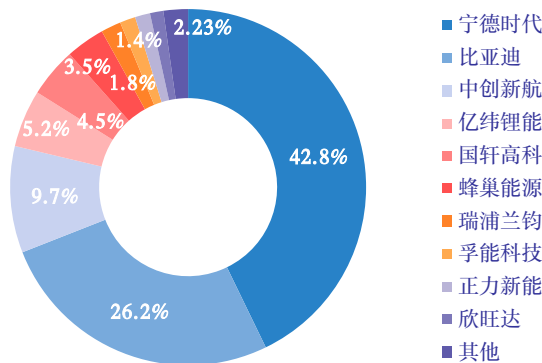
宁德时代领先，比亚迪增势强劲。SNE Research 数据显示，1-9 月比亚迪凭借自有品牌汽车销量爆发带动装车同比增长 71.4%，全球市占率达 15.8%，同比提升 2.0pcts，排名第二。中国企业整体表现强势，前十占据六席，合计占比达 62.9%，同比提升 4.2pcts，其中亿纬锂能表现亮眼，增速高达 124.0%。相应的日韩企业除了 LG 新能源份额略有提升外均有下滑。在海外市场方面我国前十份额亦提升 8.0pcts 至 32.4%。

图 99：2023 年 1-9 月全球动力电池市场格局



资料来源：SNE Research，中国银河证券研究院

图 100：2023 年 1-10 月中国动力电池市场格局



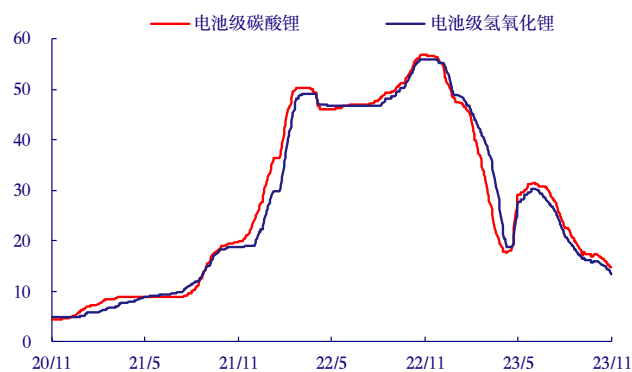
资料来源：中国汽车动力电池产业创新联盟，中国银河证券研究院

宁德国内占比下滑，海外提升明显。据 SNE Research 统计，由于国内比亚迪强劲销量以及车企寻求二供以保障供应链稳定，1-9 月宁德时代在国内市场占有率下滑 11pcts 至 44.6%。与此同时，宁德出海成效显著，全球市占率稳步提升，1-9 月海外动力电池装车量达到 64GWh，市占率大幅提升 6.9pcts 至 28.1%，几乎追平排名第一的 LG 新能源（28.1%）。宁德时代 1-9 月全球动力电池装车量达 178.9GWh，市占率 36.8%，同比+1.8pcts，龙头地位稳固。

（二）电池盈利修复，材料竞争白热化

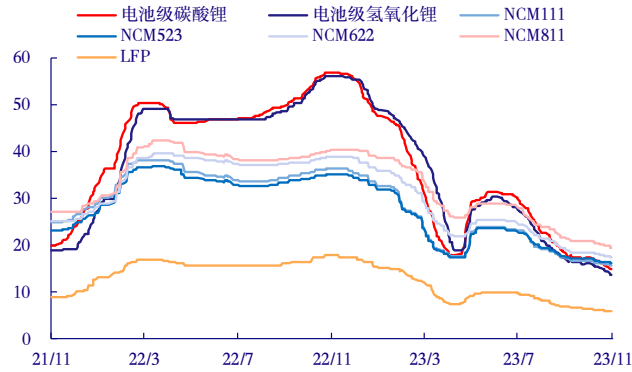
锂价再度探底，产业链价格全面下跌。2023 年国补退出效应导致需求萎缩，叠加行业进入去库存周期，电池级碳酸锂 LCE 价格从 2022 年四季度达到 56.75 万元/吨的最高点后，开始一路走低。Q2 车市需求回暖，中游被动补库存，锂价出现阶段性反弹，但随着上游新建产能不断释放，LCE 价格重新加速下探。Wind 数据显示 11 月 17 日 LCE 价格为 14.69 万元/吨，同比下滑 74%。锂价直接传导给下游材料，电芯价格同步下跌。正极、电解液等环节由于新增产能不断释放，供过于求导致竞争加剧，价格也在持续走低。Wind 数据显示 11 月 17 日，NCM811/LFP/人造石墨/六氟磷酸锂/7 μ m 湿法隔膜同比分别下跌 52%/68%/31%/68%/34%，方形三元/方形铁锂电芯价格同比回落 42%/45%。

图 101：锂价格走势（单位：万元/吨）



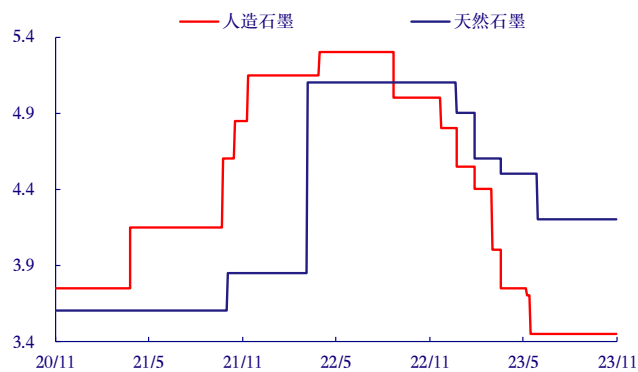
资料来源：Wind，中国银河证券研究院

图 102：正极材料价格走势（单位：万元/吨）



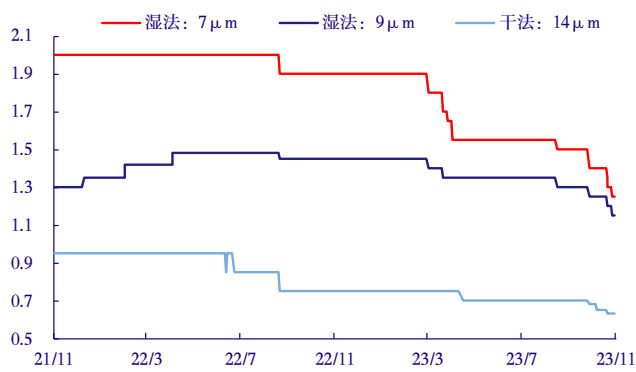
资料来源：Wind，中国银河证券研究院

图 103：负极材料价格走势（单位：万元/吨）



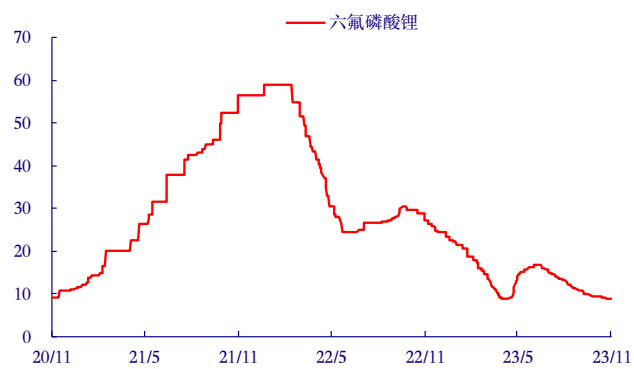
资料来源：Wind，中国银河证券研究院

图 104：隔膜价格走势（单位：万元/吨）



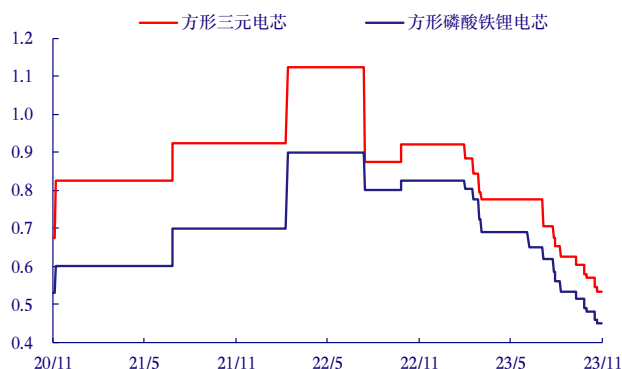
资料来源：Wind，中国银河证券研究院

图 105：电解液原材料价格走势（单位：万元/吨）



资料来源：Wind，中国银河证券研究院

图 106：方形电芯价格走势（单位：元/Wh）



资料来源：Wind，中国银河证券研究院

锂资源供给走向宽松。百川盈孚预计 2023 年/2024 年/2025 年全球 LCE 产量将达到 109.2 万吨/140.9 万吨/164.2 万吨，同比增速为 48.8%/29%/16.5%。假设 80% 的 LCE 供给锂电产业，1GWh 锂电池约需要 650 吨 LCE，上述产量相对应的锂电池供给量可达到 1,344GWh/1,734GWh/2,021GWh，完全可以覆盖下游需求量。SMM 统计 23Q3 外采锂辉石/锂云母精矿再生产的生产成本线已被击穿，该部分贡献总产量的近 30%，锂盐企业在成本压力下或将采取减产停产、惜货待售的策略。我们判断，**中短期内高锂价较难再现，锂价趋稳确定性强**，合理价格区间取决于国内盐湖提锂以及低成本锂精矿产能的释放进度。

表 30：2023 年全球新增锂资源重点项目情况

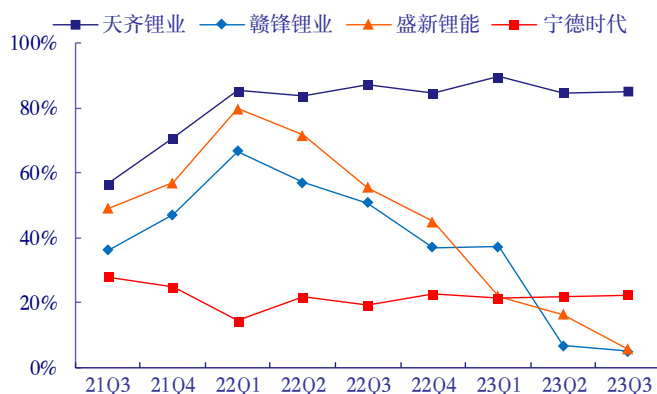
企业	地理位置	资源类型	项目信息
宁德时代	中国江西	硬岩锂矿	分三期，一期 1000 万吨/年采选产能（4.17 万吨 LCE/年），在建
华友钴业	津巴布韦	硬岩锂矿	450 万吨/年采选产能（约 5 万吨 LCE/年），已投产
中矿资源	津巴布韦	硬岩锂矿	200 万吨/年透锂长石改扩建工程项目已经建设完成，今年 7 月试生产
赣锋锂业	澳洲	硬岩锂矿	扩产 30 万吨，预计 23 年实际产能约 70 万吨，24-27 年 90 万吨
紫金矿业	中国湖南	硬岩锂矿	一期 30 万吨，已投产
赣锋锂业/Mineral Resources	澳洲	硬岩锂矿	重启 25 万吨/年锂精矿产线，预计 2023 年投产
Core Lithium	澳洲	硬岩锂矿	一期精矿产能为 17.3 万吨；2023 年 1 月首批 1.5 万吨锂原矿已装船并运往中国
紫金矿业	阿根廷	盐湖	总规划 10 万吨 LCE/年，一期 2 万吨 LCE/年，一期预计 2023 年底投产
赣锋锂业	阿根廷	盐湖	项目一期产能折合 4 万吨 LCE，二期不低于 2 万吨 LCE，一期已投产
紫金矿业	盐湖	盐湖	一期计划年产 2 万吨电池级碳酸锂，将于 2023 年底投产
金圆股份	中国西藏	盐湖	在年产 2000 吨车间成功建设投产的基础上，捌千错项目两个年产 4000 吨共 8000 吨碳酸锂的车间已于 2022 年 6 月 26 日完成了各项准备工作并同时开工
雅化集团	津巴布韦	硬岩锂矿	一期于今年 9 月投产，二期于 2024 年 3 月投产
新疆有色集团	中国新疆	硬岩锂矿	预计 2023 年 10 月建成投产
盛新锂能	津巴布韦	硬岩锂矿	试生产

资料来源：公司官网，公司公告，北极星电池网，界面新闻，澎湃新闻等，中国银河证券研究院

利润向下游释放。需求强劲叠加供给紧张，2021 年 LCE 价格快速拉升，原材料锂矿/锂盐量价齐升，盈利最高提升至近 85%，下游制造企业毛利率承压下行。2022 年锂价继续拉升后高位运行，年均价达到 48.3 万元/吨，接近 2021 年均价的 4 倍，锂精矿自给率 100%的**天齐锂业（002466.SZ）（有色组覆盖）**受益最大。其他锂盐企业受到

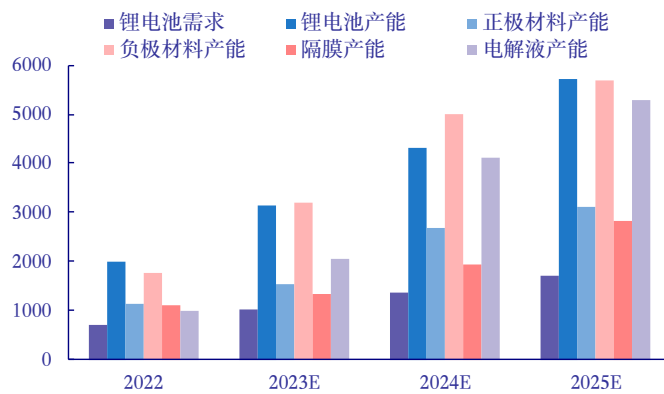
锂矿拍卖价水涨船高的负面影响，毛利率在 22Q1 达到顶峰后明显开始回落。与此同时，以宁德时代为代表的电池企业利润率开始修复。我们认为随着锂资源供给逐渐宽松，锂价回归合理区间，产业利润有望继续向下游释放。

图 107：锂资源头部厂商毛利率及宁德时代毛利率对比



资料来源：Wind，中国银河证券研究院

图 108：锂电产业链扩产规模（单位：GW）

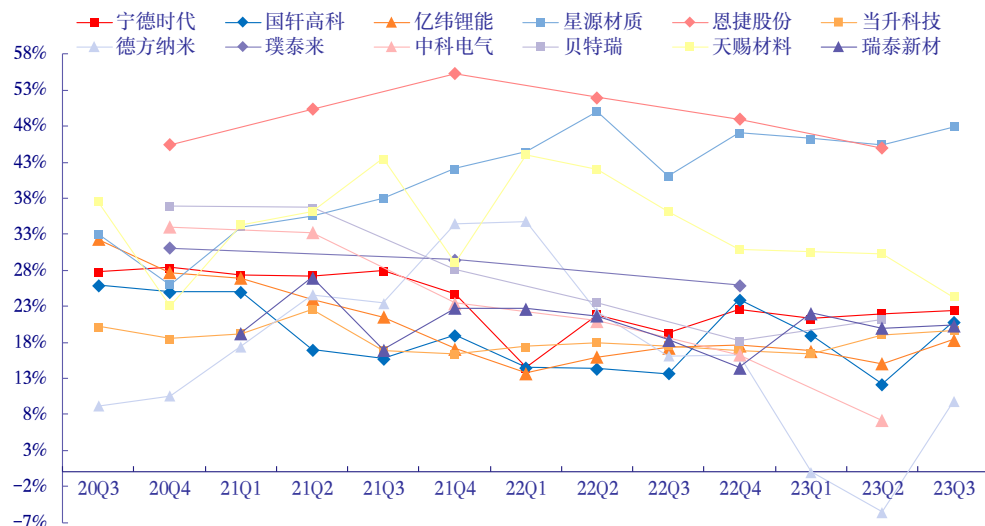


资料来源：SMM，公司公告，中国银河证券研究院

产能过剩问题开始显现。全球电动化支撑动力电池需求强劲，叠加储能迎来大发展，国内企业纷纷扩产展开“军备竞赛”。海外锂电企业在国家产业保护、支持政策下，也在大举扩张。SMM 预测 2023 年/2024 年/2025 年全球锂电池产能有望达到 3100 GWh/4300GWh/5700GWh，约是需求倍数的 3.1 倍/3.2 倍/3.3 倍。中国产能增速降低但规模处于绝对优势，欧美产能或将在 2025 年左右集中释放。材料端，我们统计了国内四大主材 CR10 产能规划，各环节均达到需求的 1.3 倍以上。

我们对于电池产业链企业近四年的毛利率进行了对比梳理，每个环节选取了 2-3 家龙头，得出以下结论：1）2020-2021 年，电池材料厂商整体利润率在提升（负极除外），电池厂商则与之相反，这与各环节产能供给紧张程度的关联性较大；2）**2022-2023 年电池厂商迎来修复期**，挤压了材料企业的利润空间；3）**整体出现毛利率聚拢趋同的现象**，说明行业逐渐进入成熟期，技术、产能、控本方面的水平在拉近，竞争愈发激烈；4）隔膜环节凭借突出的技术资金壁垒以及产能扩张瓶颈，盈利水平遥遥领先；5）**产能扩张速度最快的环节**，比如电解液、负极材料（2025 年规划供需比近 5 倍/3 倍）毛利率下滑最严重，**已率先进入行业洗牌期**。

图 109：电池不同环节头部企业毛利率变化对比



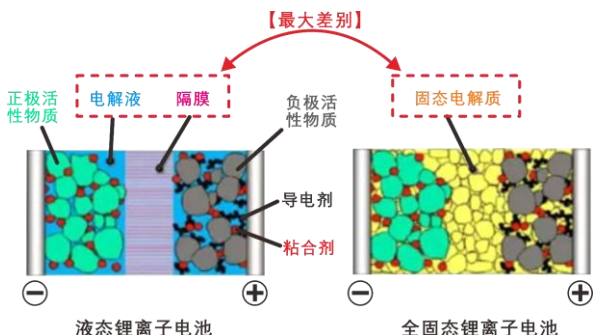
资料来源：Wind，中国银河证券研究院（恩捷股份、璞泰来、中科电气、贝特瑞 Q2 数据对应上半年毛利率、Q4 数据对应下半年毛利率）

（三）固态电池开启锂电终局之战

固态电池即电解质为固态的电池。固态电池则是将传统电解液、隔膜替换成固态电解质，正负极材料可完全

沿用现有体系同时升级空间更大：1）部分固态电解质工作电压窗口更高，可使用高电压正极材料，有助于增强快充性能、提升能量密度等；2）固态电解质能适配锂金属负极，能大幅提升电池能量密度，同时正极可不必含锂，可选范围更大。

图 110：固态电池与目前主流液态锂离子电池结构对比



资料来源：旺财锂电公众号，中国银河证券研究院

表 31：液态锂离子电池与固态电池的对比

	液态锂离子电池	固态电池
电池结构	正极、电解液、隔膜、负极集流体	正极、固态电解质、负极、集流体
优点	①产业成熟；②电极与电解液接触良好；多次循环下电极膨胀可控；电解液导电率高。	①能量密度高；②可选材料范围广；③电化学窗口高；④安全性更高。
缺点	①电解液导致本征安全问题；②持续的界面反应降低寿命；③难以突破能量密度极限；④工艺复杂提升空间小。	①固固接触界面条件差；②电解质导电率较低；③成本高

资料来源：Wind，中国银河证券研究院

固态电池能量密度更高。通过不同正负极材料组合，尤其是锂金属负极的应用，固态电池可实现更高的能量密度，体积能量密度可超 1000Wh/L，质量能量密度可超 400Wh/kg。**固态电解质有望解决本征安全问题。**三大固态电解质的热失控初始温度均超过液态电解质（120℃），其中氧化物固态电解质安全性最高，其热失控初始温度均超 600℃，最高可达 1800℃，理论上已杜绝电池燃烧等安全问题。**工艺存在优化空间。**若采用半固态电池路线，则目前成熟的前、中、后端工艺设备均通过技改升级进行沿用，降低技术转型的成本。而全固态电池路线则无需注液环节，极大简化生产流程。

凭借能量密度高、安全性能突出、量产工艺前景广阔等多维优势，全固态电池成为下一代技术电池技术基本是行业共识。结合各国、科研机构及参与企业的规划，**预计 2030 年左右具备大规模商业化的全固态电池将研发成功。**从市场应用的进程看，固态电池将首先应用于消费电子等小容量市场，后逐步向高端、中端电动汽车渗透，最后广泛应用于低端电动车及储能市场。据 SNE research 预测，2022 年全球固态电池市场规模约将达到约 2750 万美元，2030 年有望形成 400 亿美元的市场规模，CAGR 达 180%。

混合固液电解质锂电池是两代电池技术间的桥梁。根据液态电解质的质量占比，锂电池可分为液态电解质、混合固液电解质、全固态电解质锂电池。全固态电池是终局形态，而混合固液电解质（半固态电池）是过渡方案，其中仍含少量液态电解质且仍需隔膜避免正负极接触短路。固态电池按电解质类型分类则可分为氧化物、硫化物、聚合物固态电池。

表 32：固态电池与液态锂离子四大主材对比

	优势	劣势
正极材料	金属氧化物类，主流为磷酸铁锂、三元以及钴酸锂等	可延续现有正极体系， 变化最小 ，同时能兼容高电压材料等其他材料
负极材料	主流石墨，后续可用硅基负极	可延续现有负极体系，且有能力兼容锂金属负极， 潜力巨大
电解液	主流有机溶剂+六氟磷酸锂，添加新型锂盐、添加剂等升级	全固态完全替换为固态电解质。在过渡阶段会存在部分电解液
隔膜	需要隔膜避免正负极接触，升级复合隔膜等	全固态电池无需隔膜。在过渡阶段仍需要隔膜

资料来源：高工锂电，中国银河证券研究院

我们预计固态电池技术对产业链主要环节的影响大小为：**隔膜 > 电解液 > 负极材料 > 正极材料**。**固态电解质作为两代电池的最大区别，技术突破难度最大。**固态电解质存在三大关键技术难题：1）目前固态电解质无法满足室温高导电率（ $>10^{-3}S/cm$ ），限制了离子传输效率，快充性能还无法与电解液比较；2）电解液对应的液固界面是完美接触，而固固界面容易导致接触不良，尤其是多次充放电循环后机械应力易导致接触失效；3）电解质与电极间的化学、电化学相容性与其他性能难以均衡，尤其是在锂金属负极应用时。

固态电解质路线主要有聚合物、氧化物、硫化物，**目前氧化物、硫化物发展较快，硫化物导电率上限最高：**
1）聚合物固态电池与现有 LIB 工艺相似，易借助成熟产业进行大规模制膜，接触性能较好但稳定性不足，但导电率差；2）氧化物综合性能好，选择该路线的企业较多，发展较快，但是氧化物电解质与电极的界面接触条件差；

3) 硫化物离子导电率最高，同时原料成本最低，第一性原理计算下最具前景的材料，但稳定性最差，对生产要求极高。

表 33：干法和湿法工艺关键项对比

电解质类型	主要研究体系	离子电导率	优点	缺点	研究方向
聚合物	PEO 固态聚合物体系	室温： 10^{-7} – 10^{-5} S/cm	灵活性高；易大规模制备薄膜；剪切模量低；不与锂金属反应	离子电导率低	将 PEO 与其他材料共混共聚或交联，形成有机-无机杂化体系，提升性能
	聚碳酸酯体系 聚烷氧基体系 聚合物锂离子导体基体系	65–78℃： 10^{-4} S/cm		氧化电压低 (<4V)	
氧化物	非薄膜：钙钛矿型；石榴石型 (LLZO 等)；NASICON 型 (LATP 等)；LISICON 型	10^{-6} – 10^{-3} S/cm	化学、电化学稳定性高；机械性能好；电化学氧化电位高	界面接触差	提升电导率：替换元素或掺杂同种异价元素
	薄膜：LiPON 型 Thio-LiSICON 型				
硫化物	LGPS 型	10^{-2} – 10^{-3} S/cm	电导率高（媲美液态电解液）；机械性能好；晶界阻抗低	易氧化 水汽敏感	提高电解质稳定性，降低生产成本，元素掺杂发挥各元素协同作用
	Li-aegryrodite 型（锂硫银锗矿类）				

资料来源：《Recent progress of the solid-state electrolytes for high-energy metal-based batteries》，中国银河证券研究院

锂金属负极应用将成为战略高地。慕尼黑工业大学研究员 Joscha Schnell 等（2020）测算锂金属负极固态电池材料成本、加工成本低于其他类型电池，电池总成本较 LIB 可下降 14%。因此掌握该项技术的企业将获得产品性能、成本的双重优势，占据市场战略高地。

图 111：不同固态电池负极材料的对比

	石墨	钛酸锂	硅系	锂合金	金属锂
	人造石墨 天然石墨	$\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$	硅/碳	LiSi , LiSn , ...	Li
理论质量容量 (Ah/kg)	370 好	175 差	400-4200 极好	400-4000 极好	3820 极好
以 LCO 为正极时电池电压(V)	3.6 好	2.4 差	3.8 极好	3.2 中	3.7 极好
安全性	好	极好	好	中	差
成本	好	差	差	差	差
隐患	低温充电性能差	能量密度小	材料成本高	稳定性差	安全性差 稳定性差

资料来源：《固态电池研究及产业化》张锐，中国银河证券研究院

升级正极锦上添花。得益于固态电解质电压稳定性提升，正极可在现有体系基础上升级为高电压材料，提升工作电压，带来功率、快充等性能的提升。若成功应用锂金属负极，正极可不含锂，因此可选能量密度更高、成本更低的硫系材料，甚至进化为无需正极的锂空气电池（理论能量密度极高，可达到 3,500Wh/kg）。

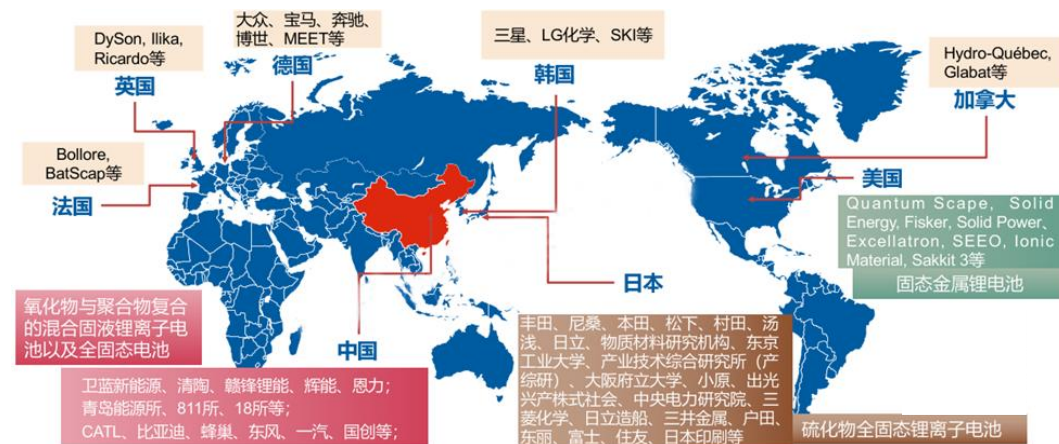
图 112：不同固态电池正极材料的对比

	锰系	铁系	钴系	三元		硫系
	LiMn_2O_4	LiFePO_4	LiCoO_2	$\text{LiNi}_{0.82}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.03}\text{O}_2$	$\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.1}\text{O}_2$	S_8
理论质量能量密度 (Wh/kg)	400 差	540 中	570 中	700 非常好	700 非常好	2500 极好
理论体积能量密度 (Wh/L)	1700 差	2000 中	2900 好	3300 非常好	3300 非常好	2800 好
安全性	极好	极好	差	中	中	极好
成本	好	中	极差	差	差	极好
问题	能量密度低 寿命短	能量密度低	钴资源紧缺	热稳定性差 成本高	热稳定性差 成本高	循环寿命短 功率密度小 腐蚀性强

资料来源：《固态电池研究及产业化》张锐，中国银河证券研究院

全球固态电池研发可分为中国、日韩及欧美三个阵营。在技术方向上，日韩起步最早并选择了硫化物固态电解质路线；欧美选择氧化物固态电解质路线居多，且均在直接开发锂金属负极应用；中国三种固态电解质路线均有布局，在开发全固态电池的同时也在大力发展对现有产业更友好的半固态电池。

图 113：全球范围内固态电池参与企业及其技术方向



资料来源：《固态电池》李泓，中国银河证券研究院

日韩最领先，联盟式研发推进。据 Patent Result 统计，截至 2022 年 3 月末全球固态电池相关专利数排名前十全是日韩企业。日韩企业呈现联盟化研发态势，各大汽车、电池、材料企业以及学术研究机构通过成立联盟、签订合作协议等方式共同开发固态电池。**三星率先发布硫化物全固态电池。**2020 年三星于 Nature Energy 首发硫化物全固态电池，该电池采用 NCM811 高镍正极+硫化物固态电解质+银-碳复合负极的结构，能量密度超 400Wh/kg，同时三星已干法电极、等静压、压制转印等技术均有技术储备。

表 34：日韩企业固态电池研究进展

丰田	2010-2014 年，丰田固态电池相关专利申请潮，集中在硫化物体系固态电解质进行研究。2017 年电丰田宣布组织 200 人的团队加快固态电池研发进度。2019 年初丰田与松下宣布合作，将共同设立开发、生产电动汽车（EV）等车载电池的合资公司，该公司致力于开发、量产固态电池。
NEDO	2018 年启用了第二阶段固态锂离子电池项目，旨在 2022 年全面掌握全固态电池核心技术。
日产	2017 年宣布自研固态动力电池。2018 年雷诺日产三菱联盟投资固态电池初创公司 Ionic Materials。
现代	2017 年宣布正在自主研发固态电池，并已建立中试生产设施。2020 年 7 月投资 Ionic Materials 公司，主要进行固态电池研发工作，预计 2025 年可实现固态电池量产。
特殊陶业	2017 年 10 月开发出氧化物系固态电解质材料。2021 年计划在月面实施全球首个全固态电池的技术实证试验。2030 年，力争实现 EV 用全固态电池的实际应用。
日本碍子	最初计划面向电子器械、便携设备进行开发。2025 年之前，计划实现 EV 用全固态电池的商品化。
TDK	2018 年 11 月开发出数毫米见方大小的“芯片型全固态电池”，可反复充电 1000 次。目前已启动样品供货，正在完善量产体制。2020 年 3 月宣布开发一种固态电池，旨在用于耳机等小型可穿戴设备。
日本 NEG	2017 年 11 月试制电极采用晶化玻璃的全固态钠离子蓄电池。2025 年之前投入实际应用。
出光兴产	公司原先积累石油精炼领域的处理技术，对于固态电解质原料硫化氢的处理和应用技术具有优势。
住友化学	开发用于全固态电池、在高压环境下不易故障的镍锰系正极材料，2025 年前有望应用于固态电池。
日本企业联盟	2018 年 6 月松下、丰田、本田、日产等 23 家汽车、电池和材料企业，以及京都大学、日本理化学研究所等 15 家学术机构将在未来 5 年内联合研发下一代汽车电动车固态锂电池，力争早日应用于新能源汽车产业，计划到 2030 年前后将固态电池组每千瓦时的成本降至锂电池的 30%。
日本 LIBTEC	2020 年 2 月，因研发锂离子电池而获得诺贝尔化学奖的吉野彰，发起项目，力争到 2023 年 4 月完成面向电动汽车(EV)的全固态电池试制品，本次项目的共同参与者有丰田汽车、松下和旭化成等汽车、电池和材料领域具代表性 24 家日本企业和机构。
韩国联盟	2018 年 11 月，韩国三大电池企业 LG 化学、三星 SDI 和 SKI 组成联盟，共同开发包括固态电池的下一代电池核心技术。

资料来源：《固态电池的开发现状及应用思考》徐航宇，各公司网站，中国银河证券研究院

欧美企业自主研发，大型车企投资入局。欧美主要参与玩家有通用、福特、大众、宝马等车企以及 Solid Power、Solid Energy Systems、Quantum Space 等专业化企业。其中代表企业 Solid Power 2019 年建成首个 6.5MWh 工厂，目标 2025 年前实现年产能 100MWh 的中试线，2027 年前完成 10GWh 年产能并开始车规级电池生产。

表 35：欧美企业固态电池研究进展

戴森	2015 年以 9000 万美元的价格收购了美国固态电池公司 Sakti3。Sakti3 是一家专门开发全固态电池的公司，在氧化物固态电解质研发领域处于领先地位。
通用	2016 年宣布投资 14 亿美元建设固态锂电池工厂。
福特	2019 年收到美国能源部拨款 910 万美元，其中 200 万美元明确用于研究固态电池。
雷诺	2019 年宣布关于固态电池的研发将在美国密歇根州通用汽车的沃伦技术中心进行。
雷卡多	2019 年 4 月联合三星投资了美国固态电池初创公司 Solid Power，并宣布与 Solid Power 正式达成合作，研发下一代电动汽车全固态电池。
大众	2025 年旗下电动汽车可能会使用钴含量为零的固态电池，由雷诺-日产-三菱联盟投资的电池公司 Ionic Materials 提供技术支持。
宝马	2019 年宣布与 Llika Technologies 公司、英国技术创新中心、本田欧洲研发中心以及英国伦敦大学学院合作 Power Drive Line 项目。
	2018 年 7 月，通过投资 QuantumScape 来布局固态电池，目标是在 2025 年前建立固态电池生产线。8 月宣布将在欧洲建厂以生产固态电池，计划在 2025 年以前实现量产。
	一方面在自建电芯研发中心，研发固态电池技术并有望于 2026 年实现固态电池突破性进展，随后量产，另一方面也积极和 Solid Power 在固态电池方面展开深度合作，快速提升电池研发能力。

资料来源：《固态电池的开发现状及应用思考》徐航宇，各公司网站，中国银河证券研究院

国内布局玩家众多。国内布局固态电池的企业既有传统老牌电池企业，也有上游原材料企业，还有背靠顶级科研院所的专业化固态电池公司。技术路线选择丰富：硫化物路线代表企业有**宁德时代（300750.SZ）**、**蜂巢能源**等；氧化物路线代表企业有**赣锋锂业（002460.SZ）**、**辉能科技**等；聚合物路线代表企业有**卫蓝新能源**等。**半固态电池依托成熟的 LIB 产业基础有望弯道超车。**半固态电池材料、工艺体系与 LIB 兼容性强，而国内拥有全球领先的 LIB 产业以及庞大下游客户群体，在生产成本、测试速度等方面均与优势明显，半固态电池有望助力中国企业迅速建立前期优势。

表 36：中国企业固态电池研究进展

宁德时代	2016 年正式宣布在硫化物固态电池上的研发路径。目前容量为 325mAh 的聚合物锂金属固态电池能量密度达 300Wh/kg，可实现 300 周循环以容量保持率 82%。全固态电池还在开发中，预计 2030 年后实现商品化。
国轩高科	2017 年着手研发固态电池及固态电解质。2018 年 2 月宣布为满足一线整车品牌合作需求，正与美日相关企业分别开发下一代半固态电池技术的工艺与生产设备。3 月，宣布半固态电池技术目前已处于实验室向中试转换阶段。2019 年，推出半固态电池的试生产线。2022 年 5 月发布半固态电池，单体能量密度达 360Wh/kg，配套电池包达 160KWh，续航里程超 1000km。预计 2023 年批量交付。
辉能科技	2013 年实现固态锂电池的商业化量产，早期应用于消费电子领域，近年来应用于新能源汽车领域。2014 年，与手机厂商 HTC 合作生产了一款采用固态电池电源，给手机充电的手机保护皮套。2017 年建成 40MWh 的中试线，并实现自动化的卷式生产。2019 年发布多轴双极封装技术的车用固态电池包。相同装车容量下，电池包体积较传统电池包减小 50%，重量减少 30%，在模组层面，重量成组效率高达 87%，电池包重量成组效率高达 80%。2019 年与蔚来合作，为其定制生产“MAB”固态电池包。与爱驰、天际新能源汽车主机厂签署战略合作协议，并在 2020 年 D 轮融资后与一汽集团加强战略合作。2020 年，完成 1GWh 固态电池产线试产。2021 年，建成 2GWh 固态电池生产示范线。2022 年公开全球首条固态电池生产线。预计 2023 年将放量出货电动车应用，2024 年实现全固态电池量产。电池能量密度：质量能量密度达到 383Wh/kg，体积能量密度为 1025Wh/L，循环 500 次。固态电池已经克服掉锂枝晶和锂苔的问题，负极完全采用锂金属。
蜂巢能源	2022 年推出国内首批 20Ah 级硫系全固态原型电芯。
劲能科技	2018 年 1 月与加拿大魁北克水电集团签署中加全固态锂电池技术合作协议，引进“磷酸亚铁全固态锂电池”，比能量密度达 250Wh/kg，循环寿命 2000 次。将与加拿大合作推出 350Wh/kg 三元全固态锂电池。
万向集团	2017 年 9 月投资美国 Solid Power 公司。2018 年 2 月，万向参投的 Solid Power 确认与宝马合作，双方将共同研发新一代电动车固态电池技术。2018 年 2 月投资美国 Ionic Materials 公司，该公司研发出的特殊聚合物电解质。2019 年 6 月，与 Ionic Materials 共同正式对外宣布，全固态电池研发取得里程碑式进展，并称“这种独特的方法使得全固态电池有望在 2022 年推向市场”。2019 年在英国建立了固态电池研发中心，计划 2022-2024 年实现电池量产。2020 年和 Karma 汽车完成了合作签约仪式，为 Karma 电动汽车提供动力电池（含固态电池）。
卫蓝新能源	2016 年公司成立，依托中国科学院物理研究所，专注于下一代固态锂电池的研发与生产。2020 年 1GWh 固态电池生产线建成投产。2022 年投资 100GWh 固态锂电池项目。预计 5 年内半固态电池实现量产，5-10 年固态电池实现量产。2022 年 4 月与容百科技签订合作协议，向其采购固态锂电正极材料，合作开发高镍/超高镍三元正极材料。目前，北京卫蓝已经研发并掌握了固态电池技术领域的多项关键性技术，包括金属锂表面处理、原位形成 SEI 膜技术、固态电解质、锂离子快导体制备技术以及高电压电池集成技术、陶瓷膜优化技术和集流体解决方案。目前已有 300Wh/kg 混合固液锂离子电池。2022 年 11 月，卫蓝湖州基地第一颗固态动力电池芯下线。
清陶新能源	由清华大学南策文院士团队创办，公司申报的专利已近 100 项。2018 年 11 月建成的全国首条固态锂电池产线正式投产，产能规模为 0.1GWh，总投资 1 亿元，已经量产出第一批固态电池产品，目前可日产 1 万颗电芯，产品主要应用于特种电源、高端数码等领域。2020 年宜春一期 1GWh 固态电池产线建成投产。2020 年已装车电池能量密度为 300Wh/kg。2022 年 10GWh 固态电池产业化项目在昆山开工建设，预计 2024 年建成。2022 年 7 月与当升科技签订战略合作协议，在高容量富锂锰基正极材料、固态锂离子电池等领域加强合作。目前开发的出全固态电池，单体能量密度可达到 430Wh/kg，量产阶段可达到 300Wh/g 以上。
赣锋锂业	2017 年引进中科院宁波材料所的许晓雄团队，正式切入到固态电池板块。2018 年固态电池的研发取得新突破，同年 8 月份正式启动 2 亿 Wh 固态锂电池中试生产线建设项目。2018 年 6 月公司第一代固态锂电池单体容量已达到 10Ah，能量密度大于 240Wh/kg，1000 次循环后容量保持率大于 90%，同时，电池单体具备 5C 倍率的充放电能力，目前电池研制品已通过第三方机构安全检测。2019 年 8 月第一代固态锂电池研制品通过多项第三方安全测试和多家客户送样测试。2019 年 11 月，年产 0.3GWh 第一代固态锂电池研发中试生产线已建成试产。2022 年 4 月，2GWh 的固态电池产线建成投产，规划的第一代固态电池产能在 22 年下半年逐步释放。产品端，第一代混合固液电解质电池产品能量密度达 235~280Wh/kg。第二代固态锂电池基于高镍三元正极、含金属锂负极材料，目前该产品能量密度超过 350Wh/kg，循环寿命接近 400 次。
天齐锂业	2017 年报披露公司香港全资子公司使用自有资金 1250 万美元投入对固态电池企 Solid Energy System 的 C 轮优先股融资，投资后持股比例为 11.72%。2018 年 5 月开始布局固态电池，公司参股公司美国 Solid Energy 主要开发和生产具有超高能量密度、超薄锂金属电池，开发电解液和负极材料。
中天科技	2015 年中科院青岛能源所与中天科技签约开发高性能全固态锂电池。2016 年青岛能源所全固态锂电池通过深海测试，能量密度翻倍。2018 年 7 月宣布与中科院等机构进行固态电池技术合作，根据双方签署协议，相关指标符合发展预期。
力神电池	2019 年宣布将聚焦固态电池研发。2022 年 4 月与当升科技签订合作协议，在超高镍正极材料、磷酸锰铁锂正极材料、高容量富锂锰基正极材料、固态锂离子电池及其关键材料、钠离子电池及其关键材料等领域展开合作研发。
中航锂电	目前，固态电池关键技术研究已有重要进展，已制造样品，未来在固态电池领域将加大研发投入。
鹏辉能源	目前公司固态电池处于研发阶段，计划在未来 2-3 年内推出固态电池产品。

资料来源：《固态电池的开发现状及应用思考》徐航宇，各公司网站，中国银河证券研究院

车规级应用提上日程。国内外车企正在积极推进半固态电池装车试验，凭借性能优势打出差异供给以提升竞争力。2023 年 6 月 30 日，**卫蓝新能源**开发的 360kWh/kg 半固态电池正式交付蔚来，2024 年有望成为半固态电池装车元年。

表 37：车企固态电池装车进展与规划

时间点	类型	车企	进展与规划	供应商
2021.1	半固态	东风汽车	2022 年 1 月，50 辆搭载赣锋锂电高比能固态电池的东风 E70 示范运营	赣锋锂电
2023.1	半固态	东风岚图	2023 年 1 月 13 日，东风岚图“追光”首批量产车型正式下线，搭载 82 度电池包，采用能量密度为 170Wh/kg 的半固态电池，配套岚图自研的“云母”电池系统，公司透露追光首月订单已超 1 万	孚能科技
2023	半固态	蔚来	2023 年 6 月，卫蓝新能源开发的 360kWh/kg 半固态电池正式交付蔚来，将搭载于 ET7 等三款車型，单次充电续航超 1000km	卫蓝新能源

2023	半固态	塞力斯	纯电动 SUV 赛力斯-SERES-5 规划于 2023 年上市，搭载赣锋锂电三元半固态电池 SERES 5 搭载的半固态电池为 90 度电，最大续航里程(WLTP)530km，主攻欧洲市场	赣锋锂电
2025	半固态	长安深蓝	2022 年长安深蓝在第 20 届广州车展表示开始加速半固态电池研发，预计 2025 年将搭载整车应用	/
-	半固态	北汽蓝谷	北汽蓝谷表示多年来一直坚持技术创新，通过前期对于第 1/2 代半固态电池应用研究，已积累了相关固态电池开发经验	/
2025	固态	大众	大众集团已向 QuantumScape 累计投资 3 亿美元，QuantumScape 在 2022 年向大众交付了第一批 A 样原型固态电池供测试，大众计划 2025 年将建立固态电池量产线	QuantumScape
2025	固态	宝马	2023 年 1 月公告与 Solid Power 启动下一阶段全固态电池联合研发。Solid Power 将向宝马授权电池设计和制造工艺，助其在慕尼黑建设中试线。2025 年前推出首辆原型车，2030 年实现全固态电池量产	Solid Power
2026-2030	固态	丰田	丰田汽车计划 2025 年推出全固态电混合动力汽车，2030 前推出全固态纯电动汽车 2022 年，本田汽车决定投资约 430 亿日元(约 22 亿人民币)，建设全固态电池示范生产线，预计 2024 年春季启动，并希望将全固态电池搭载在 2026-2030 年间推出的车型上	QuantumScape
2028	固态	奔驰	2023 年 1 月奔驰投资了辉能科技，此前奔驰已投资了美国固态电池公司 FactorialEnergy，计划 2028 年实现固态电池批量生产	辉能科技 FactorialEnergy
2028	固态	日产	计划 2024 年在横滨建设固态电池试点工厂，2028 年推出全固态电池量产车。2023 年 2 月日产欧洲表示已成功开发全固态电池，目标 2025 年试生产，2028 年生产一款由固态电池驱动的全新电动汽车	/
2024	固态	越南 VinFast	2022 年 7 月辉能科技官宣 VinFast 对其投资。2024 年起辉能将为 VinFast 供货固态电池	辉能科技

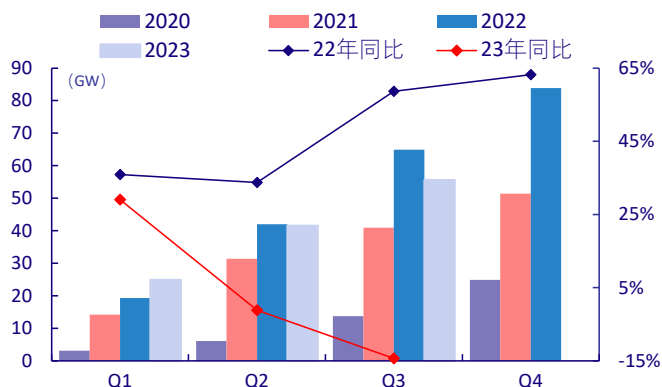
资料来源: GGII, 中国银河证券研究院

五、风电：静候盈利修复，海风深远化是大方向

（一）中国装机兑现高增长，招标量萎缩

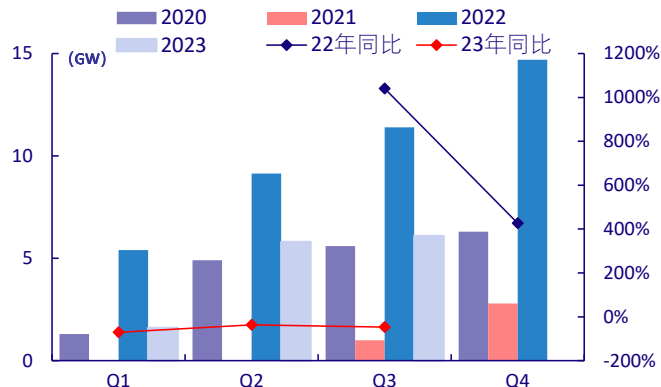
招标量为装机量的先行指标，据金风科技统计，2022 年风电项目招标规模达 98.5GW，创历史新高。由于“十四五”前期释放较多、存量项目减少，2023 年招标节奏有所放缓。据金风科技统计，2023 年 1-9 月我国风电整机商招标量达到 61.7GW，同比下滑 19.1%，其中陆风 55.6GW（下降 14.3%）、海风 6.1GW（下降 46.5%）。随着风光大基地加速建设以及广东、福建海风竞配持续落地，预计下游需求有望加速释放。

图 114：中国陆风季度新增累计招标



资料来源：金风科技，中国银河证券研究院

图 115：中国海风季度新增累计招标



资料来源：金风科技，中国银河证券研究院

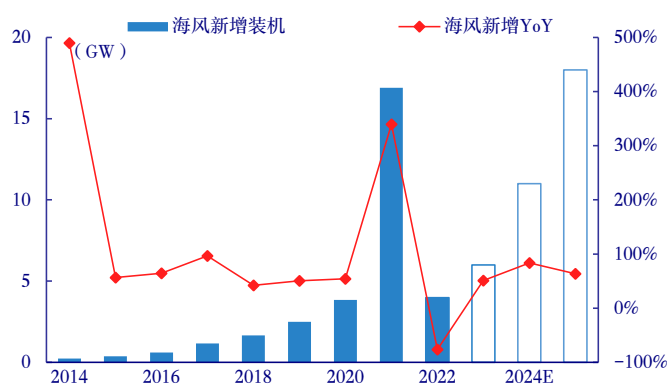
2023 年装机兑现高增长，海风不及预期。2023 年 1-10 月我国风电累计新增装机达 37.31GW，同比增加 76%，低于市场预期的全年翻倍增速，主要是由于陆风、海风开工以及审批速度不及预期所致。我们预计我国 2023 年陆风新增装机有望达到 60GW，同比增长 82%；海风规模 6GW，同比增长 51%。

图 116：中国陆风年度新增装机



资料来源：Wind，中国银河证券研究院

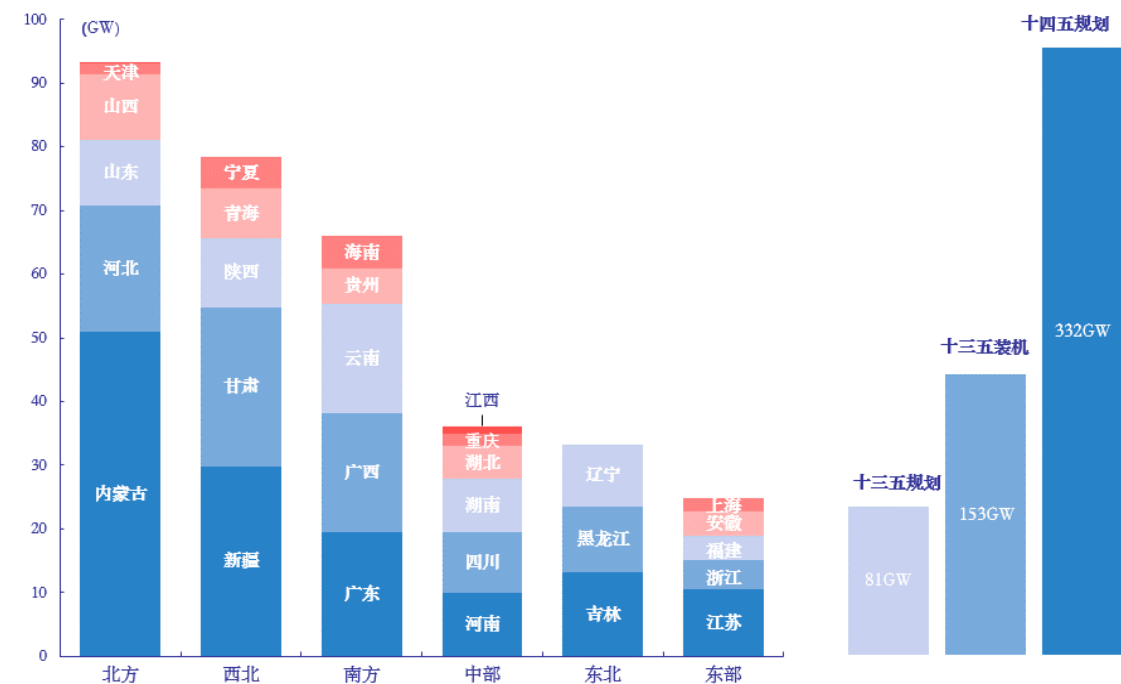
图 117：中国海风年度新增装机



资料来源：Wind，中国银河证券研究院

根据各省对于风电装机的已公布规划，BNEF 推算出“十四五”期间，中国风电规划装机量将达到 332GW，较“十三五”实际装机量翻番不止，其中“三北”地区装机规划占比约 62%。能源局数据显示，2021-2022 年中国风电新增并网规模合计 85GW，根据 BNEF 的规划指引，2023-2025 年新增装机总将达到 247GW，假设 2023 年实际装机量为 65GW，未来两年的新增装机总量应达到 182GW。考虑到 2022 年招标量接近 100GW，一部分项目在 2023 年未投运将递延到 2024 年，我们预计 2024 年/2025 年陆风新增装机约 65-70GW/70-80GW，同比增长 13%/11%（取中值），海风 10-12GW/16-20GW，同比增长 83%/64%（取中值）。

图 118：“十四五”风电装机规划和各省“十三五”风电装机量



资料来源：BNEF，国际能源网，风芒能源，国家能源局，中国银河证券研究院

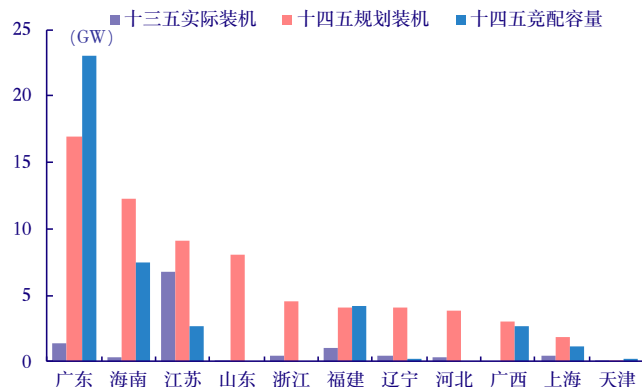
大力发展大型风电光伏基地。2021 年 3 月，“十四五”规划纲要提出，重点发展九大清洁能源基地及四大海风基地。同年 10 月 12 日，习近平主席在《生物多样性公约》峰会中提出，我国将在沙漠、戈壁、荒漠地区加快规划建设大型风电光伏基地项目。2023 年第一批 97.05GW 基地项目已全面开工，原本预计于今年底全部投产，但目前推进不及预期，主要原因是特高压输电通道建设进展不及预期以及部分区域土地资源紧缺问题。第二批项目清单已印发，部分项目已开工，总规模约 200GW。第三批基地项目清单近期已正式印发实施，据北极星不完全统计，已下发 470GW 指标。

风电机组升级改造恰逢其时，有望为行业新增增长点。2023 年 6 月，国家能源局印发《风电场改造升级和退役管理办法》，鼓励并网运行超过 15 年或单台机组容量小于 1.5MW 的风电场开展改造升级（俗称“以大代小”），给予一定的补贴电量。目前单机容量 1.5MW 及以下机组和运行 10 年以上机组占比较高的省份主要集中在内蒙古、河北、甘肃、辽宁等风资源优越的三北地区，改造升级后预计利用率提高明显，风场效益将有明显提升。“以大代小”项目还具备避免土地审批、改造设施少、建设耗时短等优点，从开工到建成一般仅需 6-9 个月，明显少于普通陆风项目 9-12 个月的建设周期。

按照改造容量不同，“以大代小”项目可分为三类：同等容量替换、增大容量替换、部分容量改造。一般来说，“等容+增容”改造后比例至少为 1: 2。能源局数据显示，我国 2010 年底风电累计装机约 30GW，该规模对应的就是 2023-2025 年“以大代小”的改造规模。按照 1: 2 扩容比例计算，并考虑到已开展的老旧改造规模预计不足 5GW，2023-2025 年平均每年可以进行升级扩容的风电机组规模约 20GW 左右。

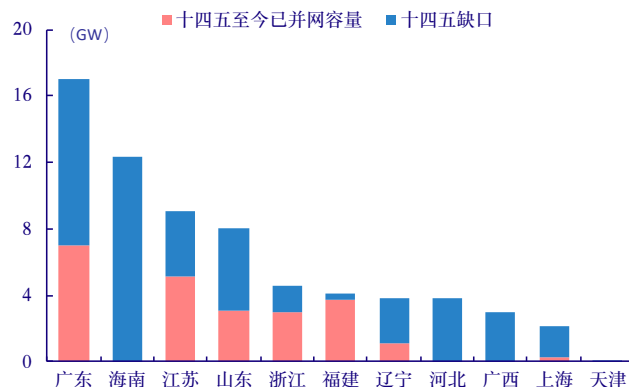
根据 CWEA 统计，我国各省份“十四五”海风规划约 68GW，是“十三五”海风装机量的 6 倍。能源局数据显示，2021-2022 年海风新增装机仅 21GW，2023-2025 年新增并网规模需要达到 47GW。当前已进入十四五中后期，距各省规划目标仍有较大差距，我们预计 23Q4 及明后年海风招标及开工将显著提速。根据风芒能源统计，今年广东 23GW、福建 2GW 竞配结果已公布，江苏、广西、山东、浙江、海南有望于 Q4 开启，预计 2023 年海风竞配容量或超 30GW。随着海风大省广东航道问题以及江苏军事问题逐步解决，2023 年底前待开工项目乐观估计有望达 8.5GW，其中江苏（2.65GW）、海南（1.7GW）居前。如待开工项目如期动工，则 2023 年海风已开工+待开工项目合计超 10GW。

图 119：“十三五”海风实际装机、“十四五”规划及竞配容量



资料来源：CWEA，中国银河证券研究院

图 120：我国海风“十四五”装机情况

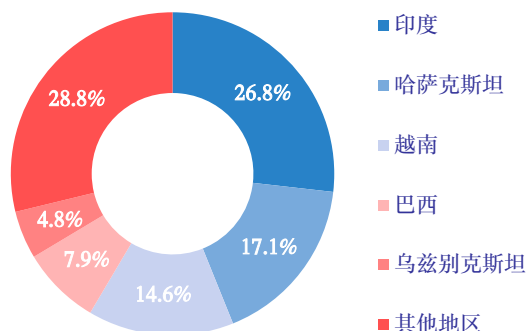


资料来源：政府官网，中国银河证券研究院

（二）海外需求旺盛，利好中国风机出口

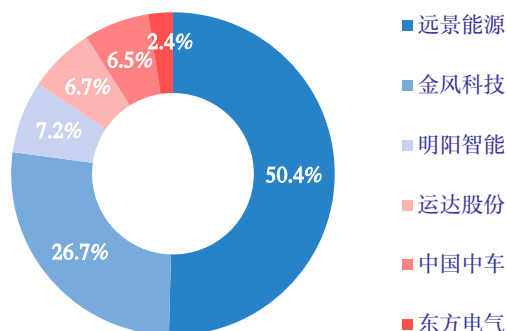
风电整机厂抢滩海外新兴市场。海关总署数据显示 2022 年我国风电机组出口金额达到 9.98 亿美元。据 CWEA 统计，我国风机出口以面向新兴市场为主，2022 年我国风机出口 21 个国家共 2.29GW，排名前三的是印度、哈萨克斯坦和越南，CR3 占比达 59%。厂商方面，国内风机出口集中度较高，2022 年**远景能源**（50.4%）和**金风科技**（002202.SZ）（26.7%）占据绝对优势，合计达 77%，紧随其后的是**明阳智能**（601615.SH）、**运达股份**（300772.SZ）、**中国中车**（601766.SH）（机械组覆盖）等。

图 121：2022 年中国风机出口国家分布（按容量）



资料来源：CWEA，中国银河证券研究院

图 122：2022 年中国整机厂商出口占比情况（按容量）



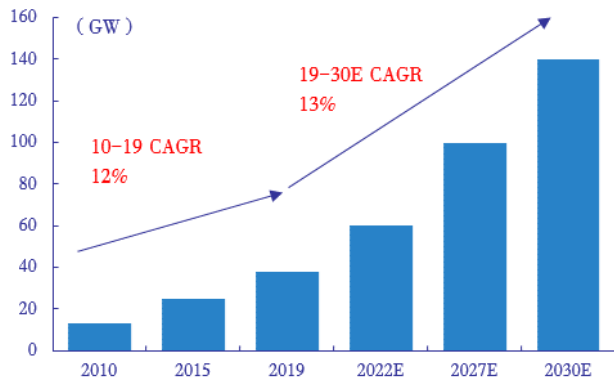
资料来源：CWEA，中国银河证券研究院

海外需求旺盛，友好的贸易政策有利于中国风机出口。首先，**印度、哈萨克斯坦、越南**都是风资源比较丰富的国家，**都有大力发展风电的规划**。作为全球第四大风电市场，印度规划 2030 年实现风电累计 140GW 的装机目标（22 年底累计装机仅 42GW）。哈萨克斯坦计划提高可再生能源在能源结构中的占比从 2022 年的 6%提升至 2030 年 15%。越南规划目标到 2030 年陆风/海风分装机达到 22GW/6GW（22 年底累计装机仅 4GW）。

第二，中国新能源网数据显示，2020 年印度大约 20%风力涡轮机来自进口。据中国商务部统计，中国是哈萨克斯坦第二大进口来源国。

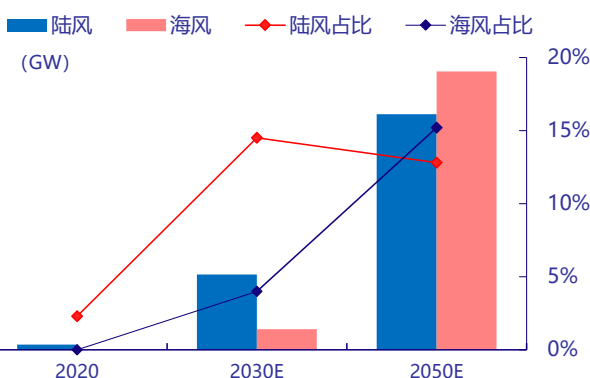
第三，**各国颁布了关税优惠或补贴政策**。目前哈萨克斯坦的海关税费由欧亚经济联盟统一制定，用于外资对哈投资项目的进口机械设备和原、辅料一律免征进口关税。越南年推出过两轮固定补贴 FIT 政策，对于国内不能生产、服务于项目的生产原料、物资、零配件，前 5 年免征进口税。印度虽然在 2020 年提出“印度制造”战略，针对中国进口商品实施贸易限制措施，但目前印度风力设备进口优惠税率仍为 5%，而对进口太阳能电池税率已上调至 40%。

图 123：2010–2030 年印度风能规划装机



资料来源：GWEC，中国银河证券研究院

图 124：越南 PDP8 能源装机结构规划

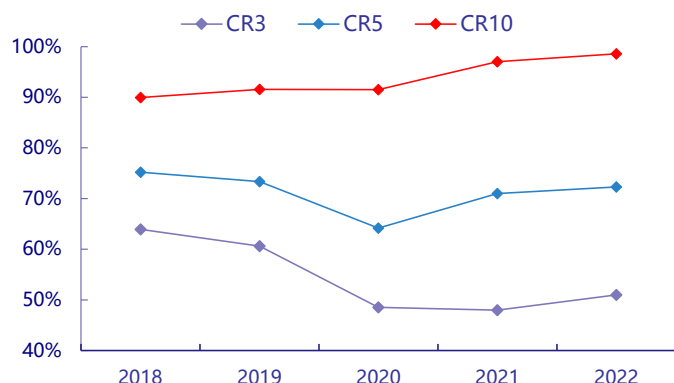


资料来源：《南方能源观察》，中国银河证券研究院

（三）价格下行空间有限，静候盈利修复

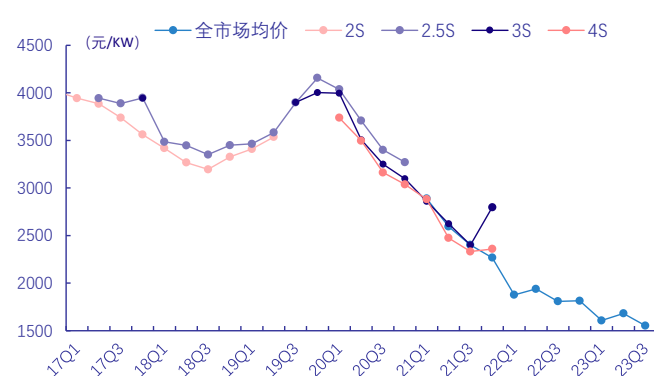
整机竞争激烈，集中度高。根据 CWEA 数据，2020 年陆风抢装潮期间，龙头主机厂商产能不足，市场集中度最低，CR3 和 CR5 为近五年最低，而后 2020 年以来金风科技、远景能源、明阳智能 CR3 小幅波动保持在 50% 左右，CR5 从 2020 年 64.7% 提升至 2022 年 72.3%，后发企业运达股份、三一重能追赶较快。第三梯队多为国企，保持追赶态势，CR10 与 CR5 的差值从 2018 年的 15% 提升至 2020 年的 27%，而后两年维持 26%。

图 125：我国风电整机市场集中度高



资料来源：CWEA，中国银河证券研究院

图 126：我国风电整机商风电机组投标均价

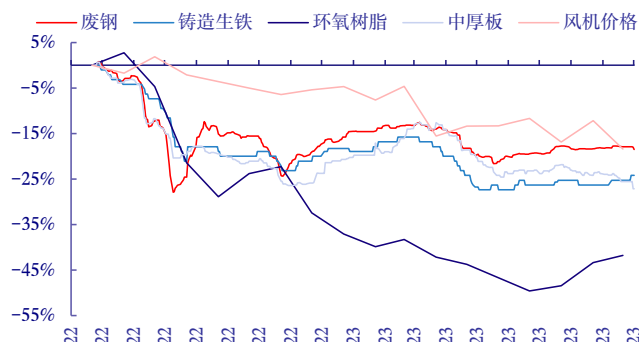


资料来源：金风科技，中国银河证券研究院

整机价格持续下行空间有限。金风科技数据显示，2020 年以来风机价格持续回落，2022 年开始降幅收窄。平价时代，开发商迫于低电价压力，依旧有降本需求，导致上游整机厂商竞争加剧。基本 2024 年终端需求持续向好，尤其是海风市场规模有可能同比翻番，供给格局变化不大，我们认为风电机组均价继续下行空间有限，随着投产旺季到来，或将呈现触底回升态势。风机结构中，小功率机组价格的支撑力更强。以上因素叠加持续降本增效，我们预计风电设备企业明年的盈利能力整体有望得到修复，其中整机厂商可能是改善最明显的环节。

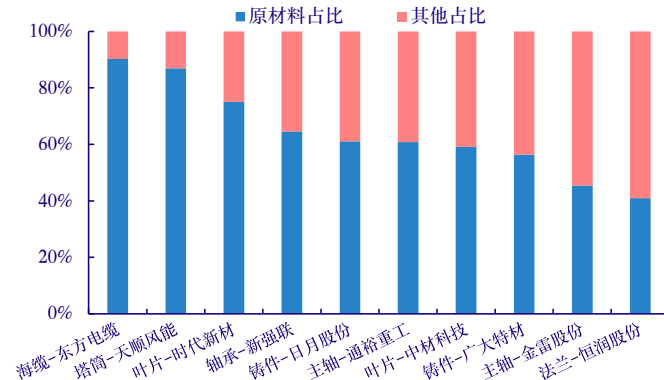
原材料在风机整机造价中占比高，一般约 60% 左右。从 2023 年初至 9 月底，风机整机投标价格和主要原材料环氧树脂、铸造生铁分别下降 17%、7%、9%，材料成本下移低于风机价格的变化幅度，**整机厂商盈利承压明显。**

图 127：我国风电原材料及整机价格下跌幅度



资料来源：通联数据，中国银河证券研究院（环氧树脂/风机更新频率为每月，其他指标为每日）

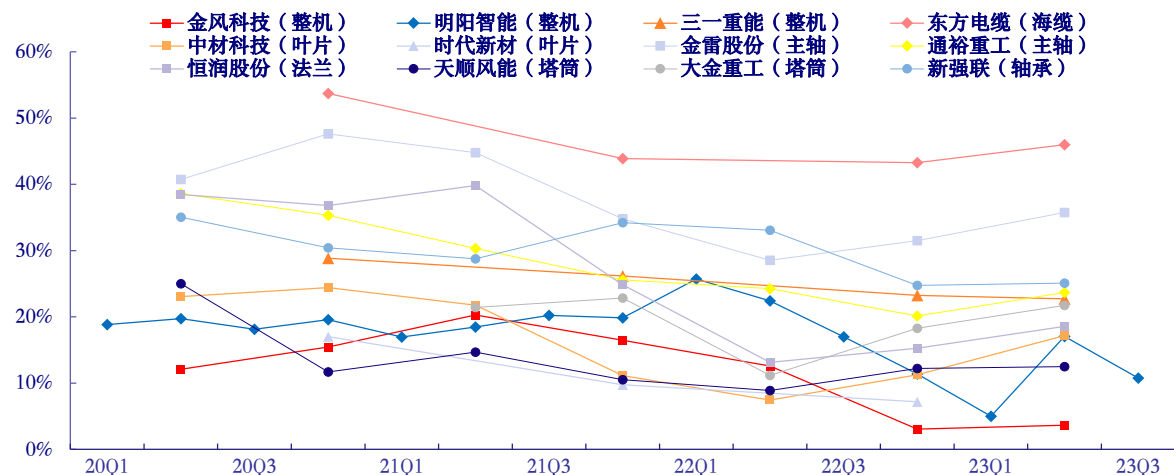
图 128：2022 年我国风电零部件厂商各环节原材料占比情况



资料来源：公司公告，中国银河证券研究院

我们对于风电产业链企业近四年的毛利率进行了对比梳理，每个环节选取了 1-2 家龙头，得出以下结论：1）**海缆**：盈利水平遥遥领先，主要是因为海缆环节壁垒高、格局好，未来随着海风走向深远化，高压海缆需求有望持续释放，带动毛利提升；2）**主要零部件**：整体而言，利润率在 2023 年已经有稳步提升的态势，并且出现了聚拢集中的迹象。其中主轴和轴承受益于大型化和国内化，利润率最高，塔筒和叶片毛利率承压最明显；3）**整机**：从 2021 年下半年开始，整机厂商利润率下降，主要是因为陆风 2020 年抢装结束，招标价格大幅下滑所致。整机厂商整体利润率不如材料商。整机厂商毛利率呈现分化现象，成本管控能力较好的**三一重能（688349.SH）**居前。

图 129：风电不同环节头部企业毛利率变化对比



资料来源：Wind，中国银河证券研究院（明阳智能为单季度毛利率，东方电缆 23Q2 对应上半年毛利率，Q4 对应全年毛利率，其他公司 Q2 数据对应上半年毛利率，Q4 数据对应下半年毛利率）

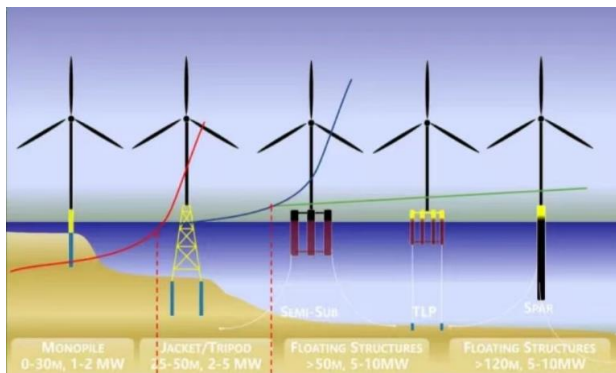
（四）海风加速深远化，漂浮式未来可期

近海场址资源趋紧，远海资源丰富。据 IRENA 统计，我国海风开发潜力超过 3,500GW，其中 50 米水深以内的资源共计 1,623GW，50-100 米资源 2,237GW。水规院数据显示，目前近海已并网 26.66GW，考虑到生态约束以及渔业、工业、交通运输、造地工程等因素，剩余可开发规模约 70GW，预计“十四五”可实施 40~50GW，“十五五”近海场址资源将开发完毕。近海海域依然是“十四五”我国海风开发的主要海域。

随着水深增加，固定式风电的建设成本会陡然呈指数性增长，而漂浮式装备对水深不敏感，成本升高是一个缓慢的、线性的变化过程，所以深远海应用场景更适合发展漂浮式风电。固定式基础无法安装在非常深或复杂的海床位置，漂浮式基础通过柔性锚、链或钢缆锚定在海床上，克服了海床地质问题。漂浮式可以在岸上组装，减少成本，降低对天气窗口依赖。漂浮式基础大部分制造和组装工作可以在港口完成，然后将装置拖到海上现场，减少自升船的使用。

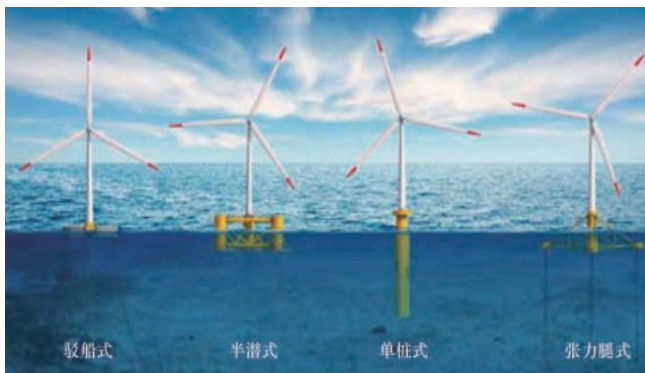
目前主流的漂浮式海风技术路线共 4 种，包括驳船式、半潜式、单桩式、张力腿式。根据 Wind Energy 资料，目前多数厂商选择使用半潜式基础，部分企业参与到另外三种技术的研发与市场应用工作中。

图 130：海风技术路线与成本曲线



资料来源：Make Consulting，中国银河证券研究院

图 131：漂浮式海上风电基础类型



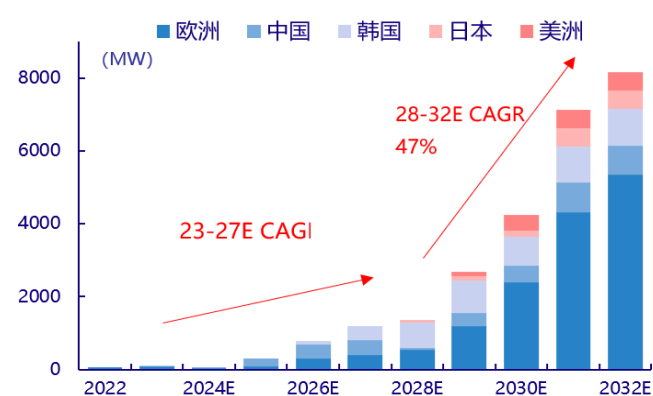
资料来源：Wind Energy，中国银河证券研究院

深远海海风政策即将出台。“十二五”期间，国家能源局和海洋局对海风建设做出的“双十”规定主要适用省管海域。2023 年 2 月，在中国风能新春茶话会上，国家能源局新能源司综合处处长陈永胜表示即将出台《深远海海上风电管理办法》。我们预计有关“双三十”（即海风项目需满足离岸距离 30 公里或者水深 30 米的开发条件限制）建设新规可能即将落地。目前，深远海区域项目多通过示范性项目一事一议上报自然资源部及能源局审批，同步进行前期环境测量工作。我们认为“十五五”期间深远海风电市场有望打开长期发展空间。

2026 年有望开启商业化进程。GWEC 数据显示，截至 2022 年底，全球漂浮式海风已投运项目 20 个，累计装机 208.8MW。GWEC 预计 2023/2032 年新增装机预计将达到 103MW/8.155GW，2023-2027 年复合增长率可达 78%，2028-2032 年达 47%。漂浮式海风在 2025 年将迎来爆发期，届时将有四个 150-200MW 规模项目并网。2030 年有望全面实现商业化。

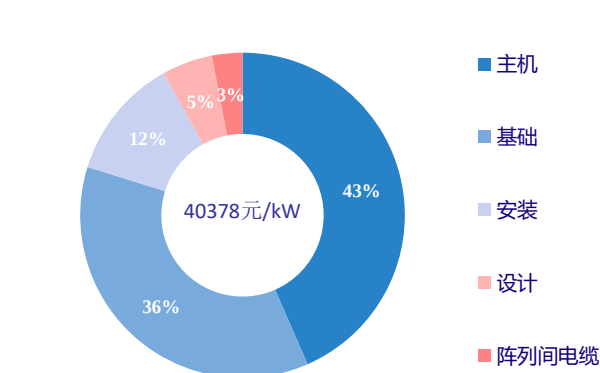
欧洲先行，中国紧随其后。GWEC 数据显示，截至 2022 年底，全球已经投运的漂浮式海上风电场欧洲占 90%，亚洲 10%，2030 年欧洲为全球最大漂浮式海风市场，占比约 58%，随后为亚洲和北美洲，占比为 29%和 13%。中国将逐步超越欧洲成为主要新增市场。2022 年 12 月，中国电建投资开发的海南万宁漂浮式海上风电项目正式开工建设，是我国首个规模化深远海海风项目，也是目前全球最大的商业化漂浮式海风项目。

图 132：2022-2032E 全球漂浮式海风新增装机容量



资料来源：GWEC，中国银河证券研究院

图 133：漂浮式海上风电成本占比



资料来源：《漂浮式海上风电造价分析与经济性评估》王一依，中国银河证券研究院

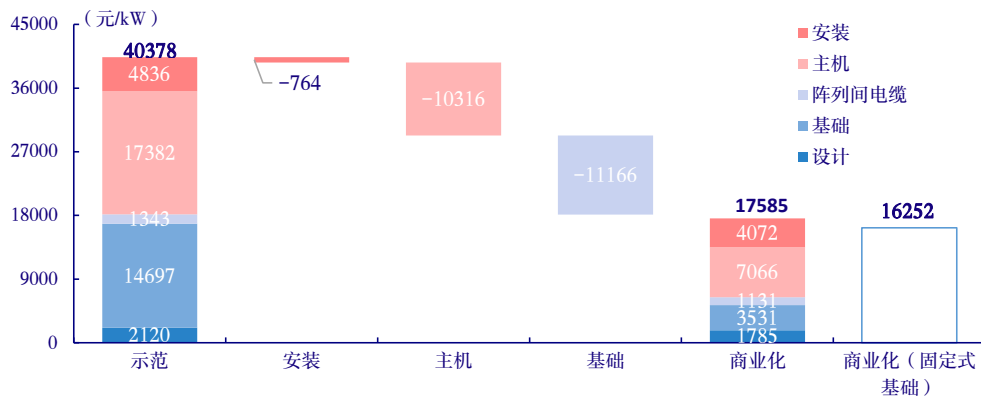
经济性欠缺。目前漂浮式单位造价在 4-5 万/KW 左右。根据目前全球已建成漂浮式海上风电示范项目数据显示，风机占比最大约为 43%，平台次之约为 36%（其中系泊、锚固系统占比约 10%）。

政策推动平价示范。2022 年 6 月，发改委、能源局等 9 部门联合印发《“十四五”可再生能源发展规划》，重点工作之一就是深远海海风的平价示范。能源局计划推进漂浮式风电机组基础、远海柔性直流输电技术创新和示

范应用，力争“十四五”期间开工建设首个漂浮式商业化海风项目。在广东、广西、福建、山东、江苏、浙江、上海等资源建设和条件好的区域，推动一批百万千瓦级深远海海风示范工程，2025 年前力争建成一至两个平价海上风电场工程。

成本降幅可期。漂浮式风电机组基础、远海柔性直流输电技术是深远海风电平价关键。BNEF 预测 2025-2030 年主机和平台成本有望大幅下降，使整体造价降低 40% -56%至 17585 元/kW，预计 2035 年将接近当前固定式风机的成本造价。

图 134：漂浮式海上风电造价下降预测



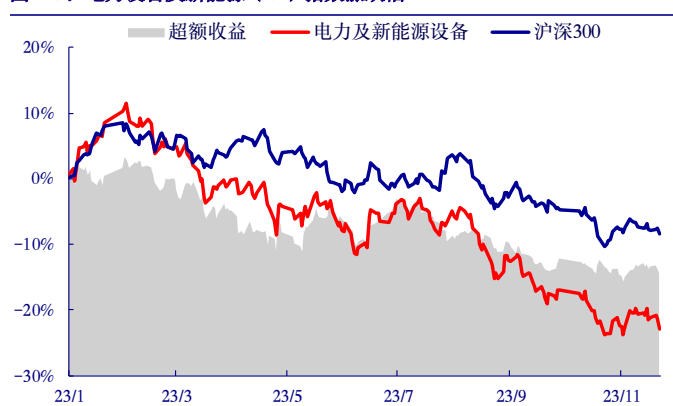
资料来源：BNEF，中国银河证券研究院

六、行业估值及投资建议

（一）行情回顾及估值分析

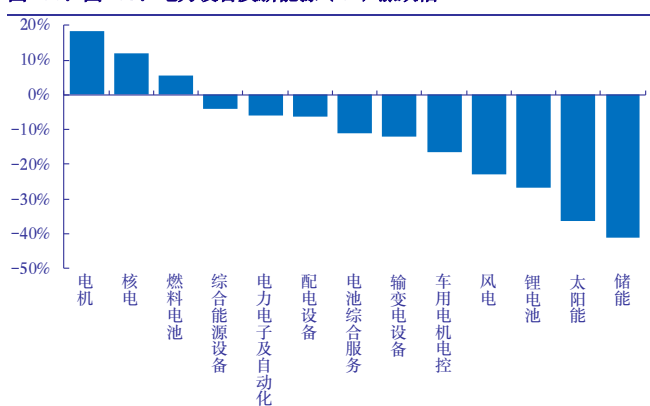
2023 年电新行情表现不佳。在行情高歌猛进两年后，2022 年电新行业迎来调整，2023 年下跌更为明显。截至 2023 年 11 月 24 日，年初至今电新行业（CI）累计下跌 23.47%，跑输沪深 300 约 14.9%，在所有行业中排名倒数第二。从走势上看，电力设备与新能源行业与沪深 300 基本同向变化，但跌幅更深。由于价格反弹市场预期需求回暖，2023 年一季度电新行业累计收益率曲线与沪深 300 的累计收益率曲线相互交错，后面收益差距逐渐拉大。我们分析电新行业下跌的主要原因是一方面市场对行业（尤其是光伏/锂电）供给侧过剩的悲观预期充分释放，另一方面市场热度转移至 TMT 等热门行业，再叠加我国经济缺乏增长动力、流动性边际变差、外部环境不确定性增强以及电新行业本身估值偏高，多种因素导致电新指数在 2023 年进入一轮单边下行的深度调整期。

图 135：电力设备及新能源（CI）指数涨跌幅



资料来源：Wind，中国银河证券研究院

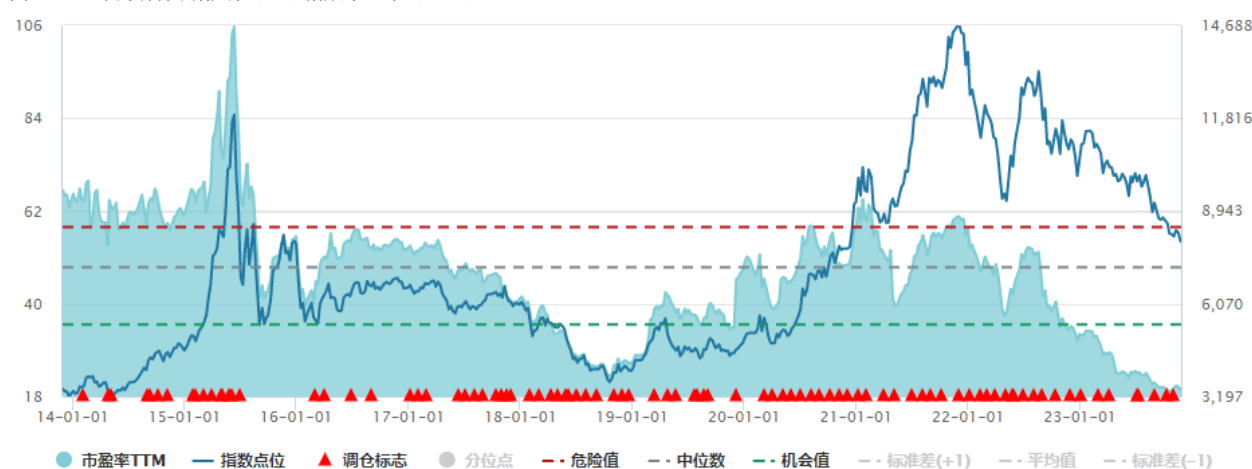
图 136：图 137：电力设备及新能源（CI）涨跌幅



资料来源：Wind，中国银河证券研究院

热门赛道回撤明显。按照三级子行业拆分来看，年初至今仅电机/核电/燃料电池指数实现上涨，涨幅分别为 18.2%/12.0%/5.7%。电机行业主要受益于机器人题材热度高涨，核电审批恢复常态化。电网行业由于盈利确定性高，竞争格局相对较好，相关领域的指数表现处于中游。而前几年表现活跃的热门赛道遭遇大幅回撤，储能/太阳能/锂电池指数跌幅前三，分别为 41.3%/36.3%/26.8%。

图 138：电力设备及新能源（CI）指数市盈率（TTM）

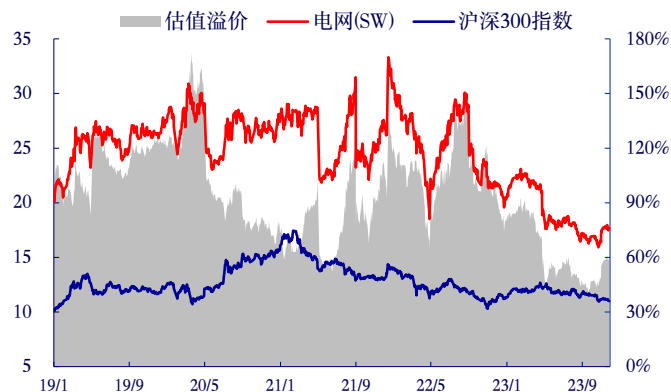


资料来源：Wind，中国银河证券研究院

估值已处于历史低位，预期收益率明显增高。万得数据显示，2023 年 11 月 27 日，电力设备与新能源行业（CI）市盈率（TTM）为 19.65 倍，为 10 年历史估值分位点的 0.39%，处于历史底部区域，已非常接近历史最低点

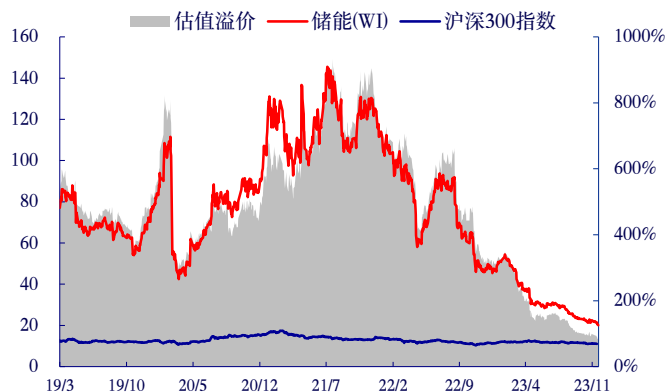
18.89。分子行业看，2023 年 11 月 27 日，电网/储能/太阳能/新能源车/风电行业的市盈率分别为 17.7 倍/20.1 倍/11.4 倍/22.1 倍/32.7 倍，为 10 年历史估值分位点的 2.8%/0%/4.0%/1.8%/60.3%。全球“双碳”浪潮为风光、锂电以及储能带来 2021 年的估值历史高点，光伏、锂电、储能估值的回落一方面是由于需求预期滑档，另一方面也与竞争格局变差相关。风电行业经过 2022 年/2023 年招标量/装机量高增的两轮刺激，目前估值偏高的主要原因与价格下滑、业绩承压关联度较高。

图 139: 电网行业 (SW) 市盈率 (TTM)



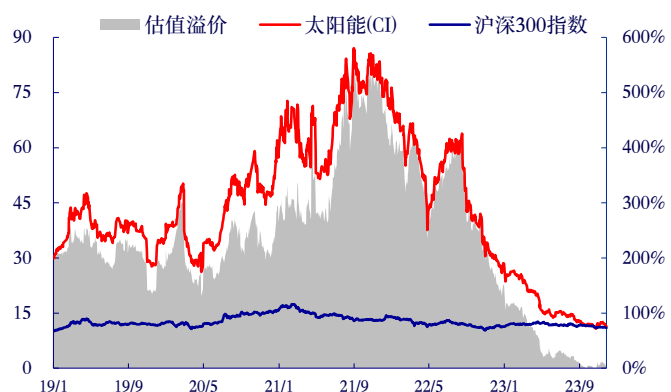
资料来源: Wind, 中国银河证券研究院

图 140: 储能行业 (WI) 市盈率 (TTM)



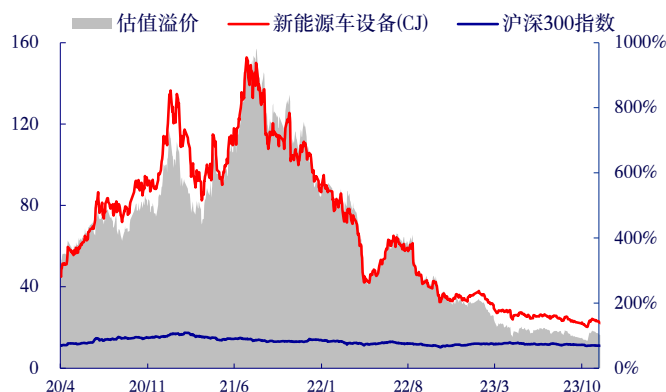
资料来源: Wind, 中国银河证券研究院

图 141: 太阳能行业 (CI) 市盈率 (TTM)



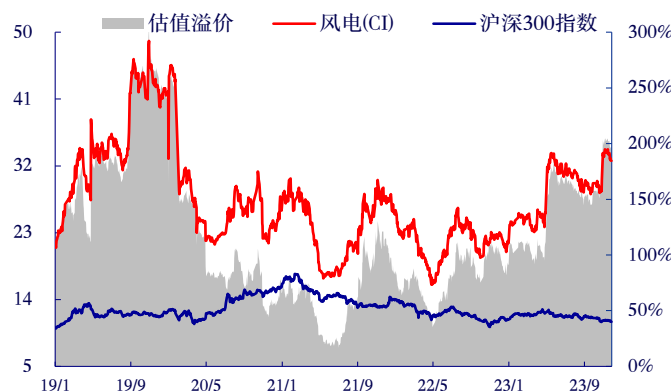
资料来源: Wind, 中国银河证券研究院

图 142: 新能源车设备行业 (CJ) 市盈率 (TTM)



资料来源: Wind, 中国银河证券研究院

图 143: 风电行业 (CI) 估值 PE (TTM)



资料来源: Wind, 中国银河证券研究院

从个股角度看，2023 年电新行业涨幅居前的标的主要集中在电机、电力电子及自动化、输变电设备领域，普遍市值偏小，大多在 100 亿元以下。

表 38：电新行业 2023 年年初至今涨幅排名

排名	证券代码	证券简称	CI 三级行业	市值（亿元）	年初至今涨幅
1	002892.SZ	科力尔	电机	85.2	147.0%
2	603728.SH	鸣志电器	电机	322.1	114.3%
3	688698.SH	伟创电气	电力电子及自动化	84.7	102.5%
4	002527.SZ	新时达	电力电子及自动化	72.3	79.2%
5	002270.SZ	华明装备	输变电设备	113.6	73.9%
6	300444.SZ	双杰电气	输变电设备	56.5	65.6%
7	605555.SH	德昌股份	电机	86.1	64.1%
8	300466.SZ	赛摩智能	电力电子及自动化	39.3	63.8%
9	300660.SZ	江苏雷利	电机	99.0	62.4%
10	603050.SH	科林电气	输变电设备	39.9	61.4%
11	002576.SZ	通达动力	电机	30.0	57.1%
12	300882.SZ	万胜智能	电力电子及自动化	47.4	56.8%
13	688191.SH	智洋创新	电力电子及自动化	30.0	55.7%
14	600468.SH	百利电气	输变电设备	66.7	54.6%
15	603859.SH	能科科技	电力电子及自动化	66.6	53.3%
16	300514.SZ	友讯达	电力电子及自动化	31.1	53.0%
17	002322.SZ	理工能科	电力电子及自动化	50.0	49.5%
18	300341.SZ	麦克奥迪	输变电设备	66.1	48.0%
19	600312.SH	平高电气	输变电设备	157.9	47.4%
20	002546.SZ	新联电子	电力电子及自动化	42.4	46.0%

资料来源：Wind，中国银河证券研究院

（二）综述及投资建议

展望 2024 年新能源产业，机遇与风险并存。数字经济、人工智能、高端制造将取代传统支柱产业，成为中国新经济增长要素，从而带动绿色能源突破原有被束缚的应用场景，走进千家万户。**我们坚定看好新能源**广阔的成长空间以及中国企业蛟龙出海分享海外市场红利。在资本市场，经过两年左右的深度调整后，估值已处于历史低位，电力设备及新能源行业有望在 2024 年迎来曙光。综合考虑所处周期位置、供需关系、竞争格局以及企业盈利状况等因素，我们把 2024 年电新主要子行业的推荐顺序排列为：电网/储能>光伏>锂电/风电。

1、电网（电力设备）：科技赋能，智能电网孕育蓝海市场。由于下游资本开支确定性强，电力设备行业业绩兑现率高，投资价值凸显。随着大数据、云计算、物联网、区块链、AI 等新技术突飞猛进的发展，数字孪生、机器学习、区块链等数字技术已经普遍应用到我国电力系统中。智能电网乘信息数字化之风，涌现出一些细分领域“小而美”的蓝海市场，比如虚拟电厂、功率预测、数字孪生等。

虚拟电厂释放系统灵活性，算力是核心。虚拟电厂运营商是算法驱动，算力是虚拟电厂技术的真正内涵。在欧美发达国家，虚拟电厂发展得较为成熟，调节形式多样有效。我国虚拟电厂尚在试点，正处于邀约型到交易型的转型升级阶段，目前盈利模式主要来源于响应补贴。中央密集出台利好政策，各省积极探索，地方加速推进市场化进程。虽然目前虚拟电厂以负荷型为主，但我们更看好电源型或混合型，预计 2025 年我国电源型虚拟电厂市场空间约 200 亿元。

功率预测空间可期，AI 提高准确性。由于新能源的大规模应用以及出力 and 负荷不匹配等问题，新能源发电功率预测是电力调控和管理的刚需。人工智能算法有效提高功率预测准确性。功率预测的市场空间可期，截至 2019 年我国发电功率预测市场规模约 6.34 亿元，预计 2024 年市场规模或将增长至约 13.41 亿元，2019-2024 年复合增长率达到 16.2%。市场参与方主要包括新能源设备商、新能源管理专业化企业，企业的核心竞争力在于功率预测的精度，对产品问题的快速反馈和对客户需求的及时响应等优质的后续服务。

数字孪生聚焦数采、模型两大环节。随着国家大力推动数字化转型，数字孪生得到国家各个层面政策支持，该技术将在电力领域获得广阔的发展空间，目前在特高压输电、变电、配电领域中已有实际应用。数据、模型、平台是我国电网数字孪生面临的三大挑战。

特高压正值投资高峰期，柔直潜力大。大型风光基地建设是“十四五”新能源发展的重中之重，总规模约 455GW。大基地外送比例高，拉动特高压直流建设需求。与此同时，全球电网亟待改造升级，如果各国要实现其气候目标并维护能源安全，全球电网的投资需要翻一番，达到每年 6,000 亿美元以上，我国电网龙头有望分享全球市

场红利。“十四五”国网规划建设特高压“14 直 24 交”总投资 3800 亿元，2023 年特高压直流开工规模为历史年度最高值，预计 2024 年/2025 年直流特高压核准开工 4 条/4 条。技术方向朝着柔性直流方向发展，柔性直流输电可有效提高电网运行的可靠性和稳定性。预计 2024-2025 期间柔直总投资或达 1,005 亿元，设备总投资/核心零部件换流阀投资或为 603 亿/146 亿。

电网（电力设备）投资建议把握三大方向：1）电网智能化方向，推荐**国电南瑞（600406.SH）**、**国网信通（600131.SH）**，建议关注**科陆电子（002121.SZ）**、**金智科技（002090.SZ）**、**申昊科技（300853.SZ）**、**亿嘉和（603666.SH）**等；2）特高压方向，站内设备技术门槛高，寡头垄断，推荐**国电南瑞（600406.SH）**、**许继电气（000400.SZ）**、**特变电工（600089.SH）**，建议关注**中国西电（601179.SH）**、**平高电气（600312.SH）**、**四方股份（601126.SH）**等；3）柔性直流方向，建议关注**国电南瑞（600406.SH）**、**许继电气（000400.SZ）**、**东方电缆（603606.SH）**等。

2、储能：维持高景气度，看好独立储能、长时储能广阔空间。受到俄乌战事刺激，2022 年储能市场爆发，板块行情表现抢眼。虽然在去库存压力下，欧洲户储遇冷，但是 2023 年全球储能市场依然维持高增长。2022 年全年新型储能新增投运装机为 7.35GW，而 2023 年 1-10 月该数字就达到 13.1GW。储能行业依然是电新七大子行业中未来几年复合增速最快的。我国储能尚处于爆发初期，预计 2023 年我国新型储能新增装机有望达到 15GW-18GW，同比增长 154%-205%。新型储能后劲十足，电化学占主导。预计 2025 年新型储能中锂离子电池占比将达 76%，全钒液流电池/压缩空气/氢储各占 9%/8%/3%，长时储能技术市场空间将持续扩大。储能政策持续出台，强制配储政策是首轮装机热潮的主因。

独立储能迎来大发展，盈利模式逐渐跑通。独立共享储能将成为最主流商业模式。目前辅助服务成为储能最重要的盈利来源。结合我国电力系统特性，调峰是储能最主要的任务。随着电力现货市场建设加快，储能可利用分时价差，通过参与电力现货市场实现峰谷价差套利。容量租赁模式需求源于强制配置，目前存在价格低、租赁期短两大问题。独立共享储能的盈利模式逐渐跑通，宁夏示范项目基本能满足 6.5%的 IRR 要求。示范项目加速落地，独立共享储能进入发展快车道。

长时储能蓄势待发，液流/压缩空气空间大。长时储能是大比例风光发展的必要条件，预计 2030 年/2040 年全球长时储能累计投资额将达到 2,000-5,000 亿美元/1.5-3 万亿美元，发展空间巨大。《新型电力系统发展白皮书》等相关政策文件出台，明确长时储能地位。我们短期看好确定性最高的抽水蓄能电站，中期全钒液流电池、压缩空气储能将快速落地放量，长期氢（氨）能将补齐能源转型最后一环。全钒液流电池本征安全性满足大储需求，模块化设计独立，配置具备灵活性。全钒液流电池经济性初显，降本围绕隔膜、集流体、电解液，装机元年开启。压缩空气储能中盐穴的商业化模式最佳，规模化降本可期，商业化进程加速。氢储能经济性是根本问题，目前最具潜力、最可实现、成本最低、寿命最长的是碱性电解技术，新能源龙头企业争相布局该路线。

储能正值高增期，竞争愈发激烈。高景气度吸引众多企业纷纷布局储能赛道。电芯技术路线方面，磷酸铁锂占绝对主导。电芯市场，宁德时代一马当先。国内市场方面，与央国企保有长期合作关系、平台积累深厚的储能系统集成商的优势更明显。海外渠道品牌为王，本地化能力是关键。储能电芯供过于求，价格战开打，电芯环节盈利能力承压明显。系统集成商受益，终端需求加速释放。由于光伏逆变器与储能 PCS 有协同效应，传统光伏逆变器企业具备较强的先发优势，在全产业链中盈利能力最佳。推荐**阳光电源（300274.SZ）**、**固德威（688390.SH）**、**上能电气（300827.SZ）**、**盛弘股份（300693.SZ）**，建议关注**东方电气（600875.SH）**、**钒钛股份（000629.SZ）**、**隆基绿能（601012.SH）**、**明阳智能（601615.SH）**等。

3、光伏：曙光已现，技术变迁加速产能出清。光伏是最先开始显现出产能过剩问题的子行业，叠加今年供给侧管控发力因素，产能出清进程可能也是最快的。我们预计随着需求增速换挡，新技术加速迭代，光伏有望最先走出产能过剩的阴霾，明年下半年细分市场存在出现新的供需匹配平衡点的可能性。

中国装机超预期增长，全球需求可维持。2023 年 1-10 月我国光伏新增装机容量 142.56GW，同比增速 145%，预计 2023 年将达到 165-185GW，增速高达 89%-112%。2024 年增速换挡，预计 2024 年中国光伏新增装机容量或

达 205-225GW，增速仍可达 20%以上。欧洲能源转型迫切，欧盟 9 月更新了 RED，提出把 2030 年可再生能源在能源结构中的比重从至少达到 40%提升至 45%。美国 IRA 强力支撑长期需求空间，中美关系升温+降息周期释放积极信号。美国本土产业偏弱，利好中国企业。光伏发电条件优越的中东及非洲等新型市场崛起。预计 2023 年/2024 年全球光伏新增装机将达到 341GW/401GW，同比增长 43%/18%，2022 年-2027 年的 5 年市场空间翻 2.5 倍，CAGR 约 21%。

全产业链供过于求，行业竞争加剧。主产业链供给过剩问题凸显，随着原材料硅料价格持续回落，下游价格联动，进入景气下行周期，利润空间整体承压。企业顺势放缓产能落地节奏以及削减投资计划，伴随着需求增速下台阶，供给侧管控发力，行业进入产能加速出清阶段。在此过程中，马太效应深化，一体化企业长期优势稳固。为平滑周期波动，企业以多种形式谋求扩张或转型。细分环节，硅料或长期低位运行，颗粒硅可期；硅片薄片化持续推进，集中度下降；组件竞争最激烈，看好一体化布局。

N 型电池红利初显，HJT 有望成为主流。HJT 亟待提效降本，TOPCon 产业化占据先机，XBC 工艺最复杂，下游应用待验证。虽然市场普遍认为 TOPCon 目前已占据份额优势，但基于产品特性、可与钙钛矿叠层等，我们依然看好 HJT 前景，将成为 N 型主流。

颠覆性的钙钛矿叠层薄膜电池渐行渐近。钙钛矿最大优势在于效率潜力大，市场普遍认为晶硅/钙钛矿叠层电池是光伏电池的终极形态。钙钛矿电池的综合优势主要体现在应用场景更广、光吸收系数高、材料成本低、碳足迹更低，电池可以做得很薄，投资成本可缩减约 50%，存在 50%降本空间。头部企业各显神通，百兆瓦产线已量产，GW 级产线即将实现“0 到 1”突破。钙钛矿产业化的最大难题是制备大面积钙钛矿层，稳定性问题有待商业验证。2023 年钙钛矿产业已经迎来产能爆发增长期，2024 年有望迎来钙钛矿组件认证潮。

光伏投资建议把握两条主线：一是具备抵御周期波动能力、护城河深的主产业链或辅材一线龙头，推荐**晶澳科技（002459.SZ）**、**晶科能源（688223.SH）**、**隆基绿能（601012.SH）**、**通威股份（600438.SH）**、**福斯特（603806.SH）**等。二是新技术引领市场，N 型大幕拉开，颗粒硅+CCZ 潜力大，钙钛矿具有颠覆性，建议关注**天合光能（688599.SH）**、**中来股份（300393.SZ）**、**协鑫科技（3800.HK）**等。

4、锂电：动力+储能双轮驱动，行业步入成熟期。PHEV+基建+充换电助力国内新能源车销量高增。2023 年 1-10 月新能源汽车销量为 728 万辆，同比增长 37.9%。新能源车渗透率提升遇瓶颈，PHEV 最大优势就是解决续航焦虑问题，目前解决补能焦虑的主要手段包括加大基建力度、快充和换电。超充技术刚刚起步，800V 平台是快充必经之路。多重优势使换电成为最理想的补能方式。北美及新兴市场潜力大，全球全面电动化已成共识，电动化率提升空间依然广阔。美国 IRA 政策补贴力度大，本土化壁垒明显。欧洲电池法案未明确本地化，高标准或改变竞争格局。预计 2023 年/2024 年/2025 年全球新能源车销量有望达到 1,400 万辆/1,850 万辆/2,240 万辆，同比增长 28.7%/32.1%/21.1%。动力+储能带动锂电池需求高增，国内动力电池销量季度环比改善，海外动力电池装车增速大于中国。动力+储能双轮驱动，全球锂电出货量保持高增态势，预计 2023 年/2024 年/2025 年全球锂电池需求将达到 1,029GWh /1,354GWh /1,715GWh，同比增速达到 43%/32%/27%。

电池盈利修复，材料竞争白热化。锂价再度探底，产业链价格全面下跌。锂资源供给走向宽松，预计中短期内高锂价较难再现，锂价趋稳确定性强，利润向下游释放，电池盈利修复。产能过剩问题开始显现，2022-2023 年电池厂商迎来修复期，整体出现毛利率聚拢趋同的现象，产能扩张速度最快的环节已率先进入洗牌期。

固态电池开启锂电终局之战。固态电池能量密度更高，有望解决本征安全问题，工艺存在优化空间。预计 2030 年左右具备大规模商业化的全固态电池将研发成功，有望形成 400 亿美元的市场规模。混合固液电解质锂电池是两代电池技术间的桥梁。固态电解质作为两代电池的最大区别，技术突破难度最大。目前氧化物、硫化物发展较快，硫化物导电率上限最高。锂金属负极应用将成为战略高地，升级正极锦上添花。全球固态电池研发可分为中国、日韩及欧美三个阵营。日韩最领先，联盟式研发推进。欧美企业自主研发，大型车企投资入局。我国布局玩家众多，半固态电池依托成熟的 LIB 产业基础有望弯道超车，车规级应用已提上日程。

锂电行业“马太效应”明显，拥有优质客户资源、可靠产业链供应、优异控本能力以及雄厚研发实力的龙头企业

业，将继续保持或扩大领先优势，推荐宁德时代（300750.SZ）、亿纬锂能（300014.SZ）、当升科技（300073.SZ）、璞泰来（603659.SH）、贝特瑞（835185.BJ），建议关注恩捷股份（002812.SZ）、科达利（002850.SZ）、鹏辉能源（300438.SZ）、欣旺达（300207.SZ）、天奈科技（688116.SH）、中伟股份（300919.SZ）等。

5、风电：静候盈利修复，海风深远化是大方向。2023 年我国风电装机兑现高增长，海风不及预期，招标量萎缩。1-10 月我国风电累计新增装机 37.31GW，同比增加 76%，低于市场预期的全年翻倍增速，主要是由于陆风、海风开工以及审批速度不及预期。风电机组升级改造恰逢其时，有望为行业新增长点，预计 2023-2025 年平均每年可以进行升级扩容的风电机组规模约 20GW 左右。我国各省份“十四五”海风规划约 68GW，2023 年海风已开工+待开工项目合计超 10GW。预计 2024 年/2025 年我国陆风新增装机约 65-70GW/70-80GW，同比增长 13%/11%（取中值），海风 10-12GW/16-20GW，同比增长 83%/64%（取中值）。海外需求旺盛，利好中国风机出口。

价格下行空间有限，静候盈利修复。整机竞争激烈，集中度高。目前市场预期风机整机价格依然在下行通道，但我们认为下行空间有限，静候企业盈利修复。细分环节，海缆盈利水平遥遥领先；主要零部件利润率已有稳步提升态势；整机厂商整体利润率不如材料商，毛利率呈现分化现象。

海风加速深远化，漂浮式未来可期。近海场址资源趋紧，远海资源丰富。技术路线方面，目前多数厂商选择使用半潜式基础。预计深远海海风政策即将出台，2026 年漂浮式海风有望开启商业化进程，欧洲先行，中国紧随其后。目前漂浮式经济性欠缺，政策推动平价示范，成本降幅可期。

标的选择方面，推荐东方电缆（603606.SH）、天顺风能（002531.SZ）、明阳智能（601615.SH），建议关注大金重工（002487.SZ）、金风科技（002202.SZ）、中材科技（002080.SZ）等。

表 39：重点推荐标的盈利预测与估值水平（股价为 2023/12/05 收盘价）

股票代码	股票名称	股价 (元)	EPS（最新股本摊薄）				PE				PB（LF）
			2022A	2023E	2024E	2025E	2022A	2023E	2024E	2025E	
600406.SH	国电南瑞	21.60	0.80	0.93	1.08	1.28	27.0	23.2	20.0	16.9	3.9
000400.SZ	许继电气	20.26	0.75	0.98	1.24	1.56	27.0	20.7	16.3	13.0	1.9
600131.SH	国网信通	15.70	0.67	0.77	0.94	1.10	23.4	20.4	16.7	14.3	3.2
300274.SZ	阳光电源	80.05	2.42	6.51	8.18	10.19	33.1	12.3	9.8	7.9	4.7
688390.SH	固德威	100.65	3.76	7.12	10.47	13.06	26.8	14.1	9.6	7.7	5.8
002459.SZ	晶澳科技	19.02	1.67	2.65	3.17	3.90	11.4	7.2	6.0	4.9	1.8
603806.SH	福斯特	21.90	0.85	1.10	1.46	1.91	25.8	19.9	15.0	11.5	2.8
600438.SH	通威股份	23.49	5.71	4.24	3.19	4.00	4.1	5.5	7.4	5.9	1.7
300750.SZ	宁德时代	158.81	6.99	9.79	12.45	15.17	22.7	16.2	12.8	10.5	3.9
300014.SZ	亿纬锂能	40.43	1.72	2.31	3.30	4.68	23.5	17.5	12.3	8.6	2.5
300073.SZ	当升科技	37.64	4.46	4.41	5.28	6.68	8.4	8.5	7.1	5.6	1.5
002531.SZ	天顺风能	12.29	0.35	0.62	1.01	1.38	35.1	19.8	12.2	8.9	2.5
603606.SH	东方电缆	43.13	1.22	1.82	2.32	3.07	35.4	23.7	18.6	14.0	4.8
601615.SH	明阳智能	12.75	1.52	1.55	2.10	2.63	8.4	8.2	6.1	4.8	1.0

资料来源：wind，中国银河证券研究院

七、推荐标的

（一）国电南瑞：电网自动化龙头，网外业务是亮点

电网自动化龙头。历经多年发展，公司形成电网自动化及工业控制、继电保护和柔性输电、电力自动化信息通信、发电及水利环保四大业务板块。公司产业链完备，产品涵盖发、输、配、变、用、调度、信息通信等各领域。公司在技术储备和研究成果等方面具有明显先发优势。**电网主业发展稳健。**从近两年的国网招标数据来看，公司在信息化设备中占比约 40%，在信息化服务中占比约 30%。十四五期间，能源互联网建设加速，信息化投入有望维持 10%以上的高增速，公司有望持续受益。

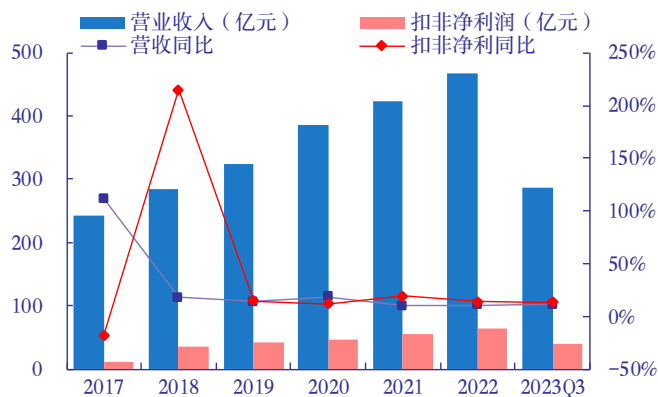
2023 年-2024 年特高压直流项目迎来密集核准招标期，预计包括 9 条直流线路，目前已有 4 条获得核准正在建设中，预计剩余已明确规划的 4 条线路将于 24 年核准开工。9 月 27 日，2023 年特高压项目第 5 次设备招标中标候选人公布，南瑞中标 9.4 亿元，占比 10.7%，排名第二。其中，公司以 1.8 亿元独揽直流控保系统，6.1 亿元中标换流阀（份额 50%）。“十四五”和“十五五”期间，风光大基地带动的特高压直流建设需求将保持旺盛态势，公司将**持续受益于特高压直流高景气**。

自研 IGBT 突破国外技术垄断。IGBT 是能源变换与传输的核心器件，适用于智能电网、电动汽车、轨道交通、航空航天与新能源装备等领域。应用于智能电网的高功率 IGBT 技术难度高，市场基本由 ABB 主导。公司加大研发，不断推进 IGBT 国产化与产业化。公司自主研发的 4,500V/3,000A IGBT 在张北延庆换流站挂网成功，实现 650V-4,500V 全电压等级 IGBT 器件自主研发。公司具备年产 20 万只 IGBT 模块生产能力的封装测试生产线已经建成投运，高功率 IGBT 技术在交通、电动汽车、工业控制等领域取得应用。

网外业务快速发展，海外业务回暖。公司积极探索网外业务，将电网自动化技术拓展至轨道交通、工业控制、智能制造等领域。公司网外业务呈现良好发展势头，23H1 新签合同规模同比增长 27.91%。此外，公司稳步推进海外业务，目前公司在巴西、印尼、希腊、智利等 12 个国家和地区建有驻外机构，产品和服务遍及 110 多个国家和地区。23H1 海外实现营收 4.3 亿元，同比增长 50.9%，占收入比重的 2.4%。

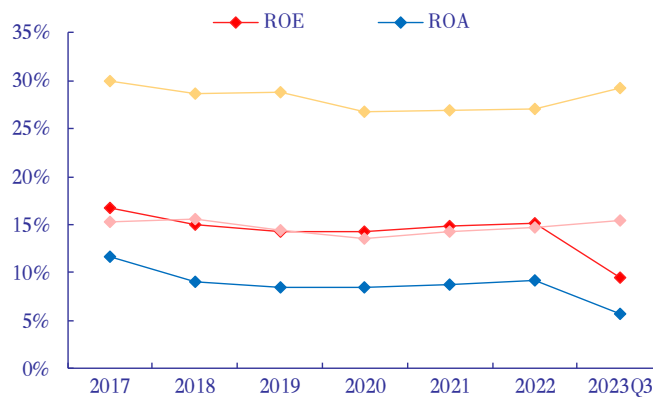
投资建议。“双碳”目标倒逼电网向能源互联网加速转型。公司作为电网全环节智能化、数字化龙头企业，技术创新优势和产业链整合优势明显，将充分受益于电网转型带来的结构性投资变化；轨交、水利、市政、工矿等网外市场广阔，对标 ABB、西门子等国际龙头有较大成长潜力。预计公司 2023-2025 年营收为 537.59 亿元、605.28 亿元、707.75 亿元，归母净利润为 74.87 亿元、87.13 亿元、103 亿元，EPS 为 0.93 元、1.08 元、1.28 元，对应当前股价的 PE 为 23.2 倍、20 倍、16.9 倍，**维持“推荐”评级**。

图 144：国电南瑞营收利润及增速



资料来源：wind，中国银河证券研究院

图 145：国电南瑞盈利能力



资料来源：wind，中国银河证券研究院

（二）阳光电源：全球逆变器龙头，光储氢三翼齐飞

全球逆变器龙头。阳光电源致力于光伏逆变器的研发和生产，目前逆变器产品包括集中式、组串式、模块化等品类，可覆盖地面电站、工商业、户用等各类应用场景。公司深耕光伏逆变器 26 年造就了全球龙头品牌。2022 年凭借 77GW 出货量蝉联全球第一，连续 8 年位列前二，累计出货量达 340GW。产品转化效率全线突破 99%，已获得 TÜV 等多项国际权威品牌认证与测试。公司还基于对新能源行业的深厚理解，拓展了储能、风电变流器、新能源车驱动系统、氢能等业务，推行“光、风、储、电、氢”多元能源战略。

技术行业领先。公司研发投入重点是电网支撑技术、充电桩、氢能等业务。光伏逆变器领域，公司最新研发的直流 2000V 的高压逆变器成功并网，2022 年率先推出的“1+X”模块化逆变器目前已广泛应用，全球累计签单量超 16GW。储能领域，2023 年 10 月发布的新一代大型储能系统 PowerTitan2.0 是全球首个 10MWh 全液冷储能系统，革命性首创“交直流一体化”极简结构，让系统效率、性能、安全、智慧水平均颠覆性提升，为地面电站开启 AC 存储时代。

氢能结硕果，长期战略价值高。公司 2019 年正式成立氢能事业部，与大连化物所成立 PEM 电解制氢技术联合实验室，专攻大功率 PEM 电解槽。2021 年成立阳光氢能科技有限公司全面发展氢能业务，目前主要产品有 IGBT 制氢电源、碱性水电解槽、PEM 电解槽等，电解槽产能达 1GW。2022 年公司 1,000Nm³/h 碱性电解水制氢系统荣获国际认证，200Nm³/h PEM 制氢系统交付。2023 年全国最大合成氨项目公布招标结果，公司独家中标鄂尔多斯深能北方光伏制氢项目后再中标 12 套碱性水电解槽。目前公司技术、项目订单均处于行业领先地位，已建立较强先发优势，有望享行业首轮爆发红利。

主营业务全面开花。公司披露前三季度光伏逆变器业务发货量超过 83GW，同比增长约 65%，实现营收 168 亿元，其中增速贡献最大的为地面电站业务，营收占比 67%，毛利率约 40%，预计 2023 年地面电站市占率仍能保持领先。2023 年上半年储能业务出货量达 5GWh，同比增长 152%，实现营收 85.2 亿元，同比增加 257.3%，国内排名第一。新能源投资开发业务前三季度实现收入 127 亿，同比增长 148%，主要得益于分布式户用的快速放量。公司目前正加快向分布式户用转型，前三季度分布式户用开发量同比增长约 250%。

全球化加码。公司加码布局欧美、澳洲渠道市场，积极打造全球营销、渠道及服务网络。目前公司已在海外建设了超 20 家分子公司，全球 6 大服务区域，85+全球服务中心，拥有 280+认证授权服务商和数百家重要的渠道合作伙伴，产品已批量销往全球百个国家和地区。公司 23H1 海外收入占比达 53.9%，海外大储市场持续放量，预计全年出货量超 16GW。

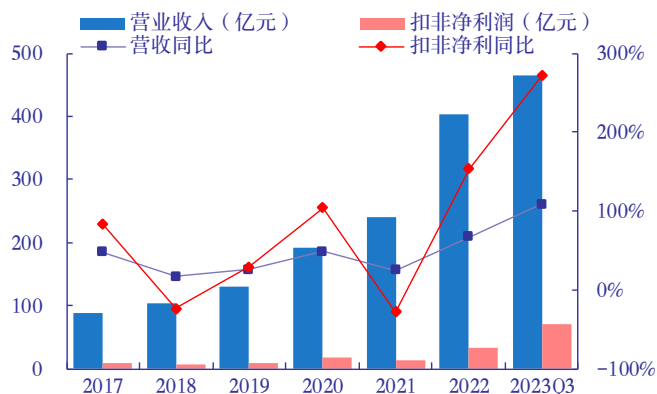
签署光储大单，保障未来收益。光伏订单方面，2023 年 1 月，公司签署卡塔尔 814MWac 光伏项目供货协议，5 月为沙特 AI Shuaibah 项目提供 2.1GW 逆变器解决方案，公司与澳洲 Solar Juice Group 签约新一代 iSolarCloud 500MWh 分销合同，与美洲 SOL+ Distribuidora 签约 500MW 分销协议。6 月，公司与欧洲 Menlo 签约 2GW 分销协议。储能订单方面，3 月，签订英国 825MWh 储能大单，为全球多个项目提供整体解决方案。5 月，公司通过澳洲 GPS 并网许可，签约南澳最大独立储能订单 138MW/330MWh。

三季度超预期。2023 年 1-9 月，公司实现营业收入 464 亿元，同比增长 109%，扣非归属净利润为 71 亿元，同比大幅增加 272%。盈利能力明显提升，销售毛利率为 31.3%，同比增加 5.9pcts，主要原因是公司储能业务持续放量规模效应显现，高汇率下海外占比提升，同时部分高价订单实现交付以及运费下降等。公司控费有效，实现销售净利率 15.84%，同比增加 6.2pcts。期内公司经营现金流大幅改善，前三季度同比由负转正提升了 74.5 亿元，Q3 环比提升 14.2 亿元。公司市场地位及全球品牌影响力持续提升，业绩超预期增长。

投资建议。公司作为全球光伏逆变器龙头，光储业务齐发力，并且积极布局新能源汽车驱动系统、新能源智能运维以及氢能等领域。公司品牌优势明显，研发创新实力强，全面推行全球化战略以及数字化运营，公司全球营销、渠道及服务网络布局领先且已形成规模优势。预计公司 2023-2025 年营收为 705.43 亿元、950.63 亿元、1,264.06 亿元，归母净利润为 96.75 亿元、121.54 亿元、151.38 亿元，EPS 为 6.51 元、8.18 元、10.19 元，对应当前

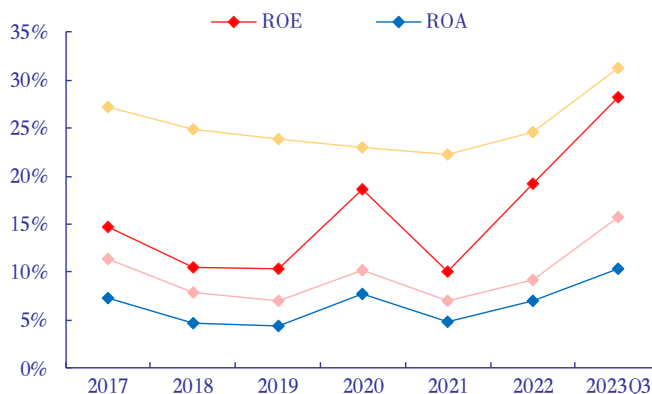
股价的 PE 为 12.3 倍、9.8 倍、7.9 倍，维持“推荐”评级。

图 146：阳光电源营收利润及增速



资料来源：Wind，中国银河证券研究院

图 147：阳光电源盈利能力



资料来源：Wind，中国银河证券研究院

（三）宁德时代：全球锂电龙头，海外发力谋远局

全球龙头地位稳固。据 SNE Research 统计，2023 年 1-9 月，公司动力电池装车量 178.9GWh，同比增长 52.1%，市占率为 36.8%，位居全球装车量榜首。海外市场实现装车量 64.1GWh，同比大增 104.9%，市占率为 28.1%，同比增加 6.9pcts，逼近排名第一的 LG 新能源（市占率 28.1%），预计 2024 年有望拿下中国/海外双料冠军。23H1 公司全球储能电池出货量约 34GWh，按 Infolink Consult 统计，其全球市占率为 43.4%，连续两年全球排名第一。公司产能加速扩张，2022 年底电池总产能 390GWh，在建产能 152GWh。公司全力推进福鼎、车里湾、宜春、贵州等项目建设，并宣布新增厦门、洛阳、济宁新基地布局，规模优势将持续领先。

研发实力雄厚，产品力遥遥领先。公司 2023 年前三季度研发费用达到 148.8 亿元，已超二线梯队总和，同比增长 45.5%，费用率达到 5.1%。强大的研发投入使公司在动力锂电池、钠电和凝聚态电池等新技术领域均遥遥领先。公司第三代麒麟电池已实现量产，首发车型为极氪 009。公司钠离子电池产品已具备产业化能力，能量密度达 160Wh/kg，常温下充电倍率可达 4C。公司凝聚态电池产品具有 500Wh/kg 能量密度，远超现有体系的液态锂离子电池。目前公司已形成包括“神行”、麒麟、M3P 电池在内，针对高端、中高端客户群体的全品类产品矩阵。储能电池方面，公司已发布全场景的 EnerC、高充放电效率、高集成和高安全性的户外系统 Ener One/plus 以及经济性更优的直流侧产品 EnerD 等行业标杆产品。

实施全球布局战略。2023 年 2 月，福特汽车宣布将在取得公司电池技术授权的情况下，在美国密歇根州投资生产电动汽车电池。公司持续推进与福特的合作，一旦落地，表明美国市场就此打开，具有战略性意义。公司也在积极布局欧洲产能，位于德国的首个海外工厂已经实现锂电池模组及电芯的量产。另外，公司拟在匈牙利建设 100GWh 的欧洲第二座工厂。公司已获得多个欧洲本土品牌大众、宝马、奔驰、Stellantis 等的大额订单，保障公司未来几年在欧洲的长足持续发展。

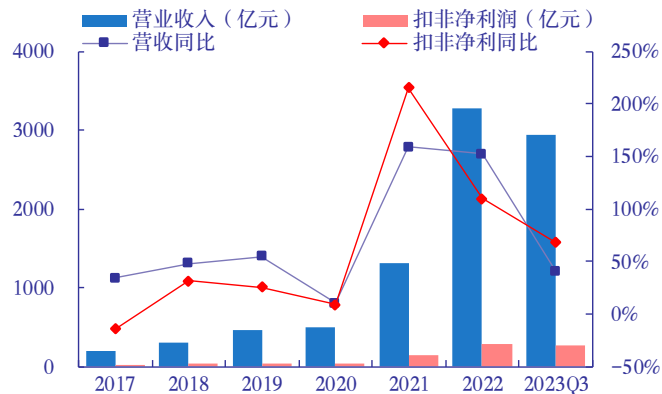
积极布局上游锁定成本。公司通过自制开采、投资入股、合资合作等方式完善电池矿产资源布局。公司在江西宜春含锂瓷土矿项目、四川斯诺威硬岩锂矿项目、玻利维亚盐湖运营项目取得突破性进展。公司拟推出的锂矿收益分享计划，短期可能会影响利润，但是长期来看，对于维持市场地位大有裨益。

三季报符合预期。公司 2023 年 1-9 月实现营业收入 2,946.77 亿元，同比增长 40.1%；扣非净利润 269.81 亿元，同比增加 68.23%，加权平均 ROE 为 18.25%。公司 23Q3 销售毛利率为 22.42%，已连续 3 个季度持续提升，同比增加 3.2pcts，议价能力以及控本能力的优势凸显。主要由于财务费用增加，公司 23Q3 期间总费用率为 11.6%，同比增加 2.7pcts。公司 23Q3 销售净利率为 10.5%，同比增加 0.24pcts。在行业竞争加剧时期，公司盈利能力优势凸显。

投资建议。作为全球锂电池的绝对龙头，公司无论在技术引领、产品品质、客户资源、产业链布局、品牌影响

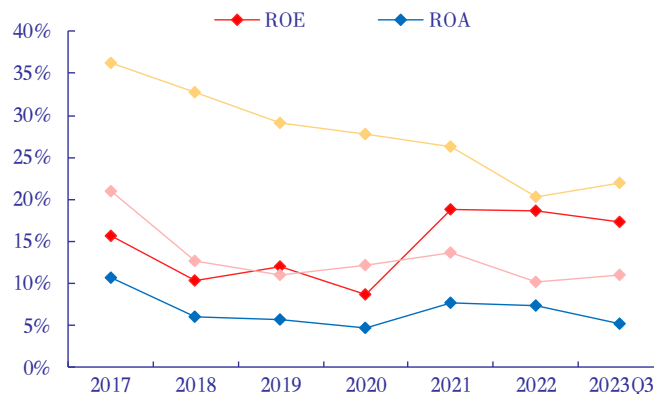
力、成本控制等方面都拥有明显优势。公司在电池矿产资源和上游材料领域持续积极布局，打造供应链韧性。预计公司 2023-2025 年营收为 4,287.17 亿元、5,434.41 亿元、6,793.01 亿元，归母净利润为 430.77 亿元、547.59 亿元、667.53 亿元，EPS 为 9.79 元、12.45 元、15.17 元，对应当前股价的 PE 为 16.2 倍、12.8 倍、10.5 倍，维持“推荐”评级。

图 148：宁德时代营收利润及增速



资料来源：Wind，中国银河证券研究院

图 149：宁德时代盈利能力



资料来源：Wind，中国银河证券研究院

（四）通威股份：一体化穿越周期，前瞻布局钙钛矿

光伏、饲料双主业齐头并进。通威股份自 1995 年起专注于农业饲料研发生产，已成为全球领先的水产饲料企业及重要的畜禽饲料生产企业，2016 年三大光伏资产正式注入通威股份，业务增长动能快速释放，2016-2022 年板块营收占比由 28%提升至 77%。公司已形成光伏+农业双主业经营模式，两大业务高协同发展，打造规模化“渔光一体”基地发展模式。目前公司已建成以“渔光一体”为主的光伏电站 52 座，累计装机并网规模 3.7GW，其中天门 500MW“渔光一体”项目是全球最大柔性支架示范项目。公司定位与国家双碳、乡村振兴战略高度契合，业绩长期确定性强。

硅料龙头多维优势尽显。1) **产能方面**，截至 2023 年 6 月 30 日，公司产能已达 42GW。永祥能源科技一期 12 万吨高纯晶硅项目已于今年 8 月进入试运行，同时全球首个单体 20 万吨的云南硅料二期项目和包头 20 万吨硅-项目已分别于 23 年 3 月与 23 年 7 月开工建设。公司远期规划乐山三期 20 万吨、包头三期 20 万吨、云南保山二期 20 万吨产能，2026 年达 80-100GW，规模优势尽显。公司 23H1 硅料出货 17.77 万吨，国内市占率稳定在 30%左右，龙头地位稳固。2) **产品结构方面**，公司已成为市场上 N 型硅料主要供应商，23H1 销量同比增长 447%。公司 2023 年 1-9 月高纯晶硅销量约 28 万吨，同比增长 53%。3) **成本方面**，公司立足于饲料行业对成本精益求精的管理能力及对多晶硅技术的长期积累，自主研发的“永祥法”已至第八代，生产成本已降至 4 万元/吨以内，行业绝对领先。4) **上游布局方面**，2023 年公司在包头、广元市分别规划建设 30 万吨和 40 万吨工业硅项目，一期项目拟于 2024 年底前投产，原料保供能力、成本控制能力进一步增强。

技术引领电池业务行业领先。目前公司已形成电池产能 90GW，其中 25GW N 型 TOPCon，另有 HJT 中试线 1GW，多路线布局不失先机，蓄势静待行业爆发。1) **PERC 电池方面**，据 PV infolink 统计，公司自 2017 年来连续 5 年蝉联全球电池片出货桂冠。2023 年非硅成本同比下降 16%，产品 A 级率、电池转换效率、碎片率等核心指标持续领跑行业。2) **TOPCon 电池方面**，电池量产平均转换效率提升至 25.7%，良品率超过 98%。公司已完成硼扩 SE 技术开发，预计产品可再提效 0.2%以上。3) **HJT 电池方面**，公司取得铜互连技术突破，THC 中试线已装配双面微晶技术，最高效率可达 26.49%，硅片厚度 110um 下，量产良率超 97%。4) **BC 电池方面**，P 型 TBC 研发批次效率达到 25.18%，N 型 TBC 最高研发效率达到 26.11%。

长远布局晶硅钙钛矿叠层技术。公司于 22Q2 建立钙钛矿叠层实验室，考虑到量产经济性、可实现性以及自身工艺积累等因素，公司选择两端叠层的钙钛矿/异质结电池路线。在钙钛矿层制备方面，通威同样选择了蒸镀+溶液两步法，大面积制备将采用线源蒸镀+狭缝涂布方案，目前已完成实验室研发，成功制备了骨架可控、均匀覆盖、

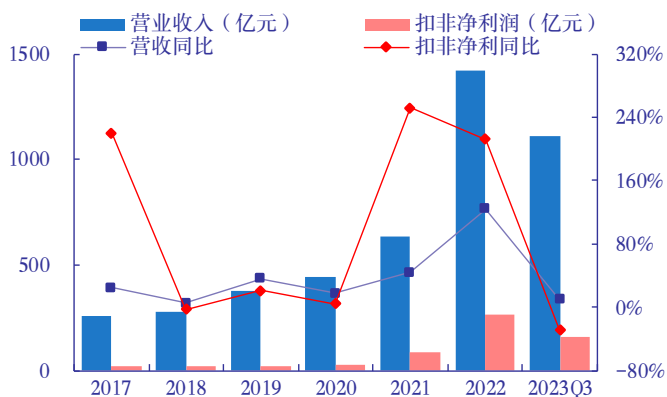
无碘化铅残留的高效钙钛矿层。2023 年 4 月，公司小面积（约 1 cm²）钙钛矿异质结叠层电池研发效率突破 28.4%。公司短期有 N 型电池，长期钙钛矿电池接棒，技术领先优势有望延续。

一体化优势延伸至组件。公司立足上游硅料业务，依托电池片优势地位，向产业链下游延伸，形成垂直一体化产能。截至 2023 年 6 月底，公司已拥有 42 万吨硅料、90GW 电池以及 55GW 组件产能。2022 年 8 月公司中标华润 3GW 组件集采项目，正式向市场释放“做强做大组件业务”的信号。公司 2023 年 6 月公告将在成都双流投资 25GW 电池+20GW 组件项目，产能再加码。公司今年连续中标华润电力、三峡、中电建等地面集中式项目，截至 2023 年 9 月底，已累计中标超 9GW。在分布式市场，公司全面布局分销渠道网络，与正泰、阳光、创维等平台客户达成战略合作关系。海外方面，公司聚焦欧洲、亚太、南美等目标市场，加强渠道拓展，截至 2023 年 6 月底，公司已签约超 6GW 框架订单。公司 2023 年 1-9 月组件销量已达 19GW。

盈利短期承压，看好长期潜力。公司 2023 年 1-9 月，公司实现营业收入 1,114 亿元，同比增长 9.2%，扣非归母净利润为 156.4 亿元，同比下降 29%。销售毛利率为 29.3%，同比下滑 9.3pcts，销售净利率为 18.8%，同比下滑 4.0pcts。2023 年连续三季度盈利能力下滑主要系硅料价格大幅跳水，同时低毛利率组件业务的快速放量也压低了整体毛利率。公司开拓市场销售费用大涨，计提大额减值，但 Q3 降幅已明显收窄。当前光伏行业逐渐步入竞争白热化时期，公司已在硅料、电池片环节建立稳固优势，一体化布局渐成，业绩韧性增强，静待反弹良机。

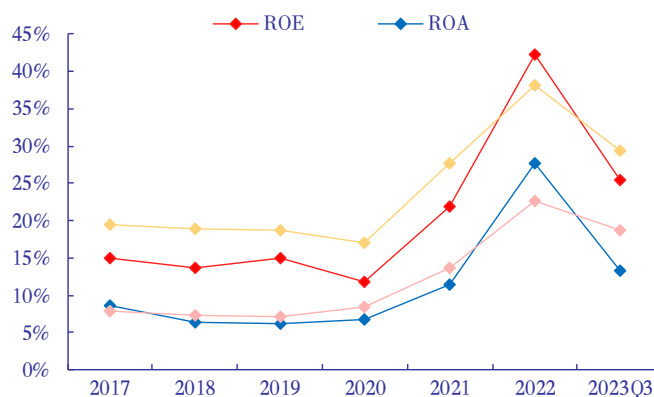
投资建议。公司“渔业+光伏”协同发展，稳居硅料和电池龙头地位，精细化管理程度高，成本优势明显，盈利能力强，现金流充裕。预计公司 2023-2025 年营业收入 1,524.21 亿元、1,683.49 亿元、2,118.33 亿元，归母净利润 190.85 亿元、143.65 亿元、179.90 亿元，EPS 为 4.24 元、3.19 元、4.00 元，对应 PE 为 5.5 倍、7.4 倍、5.9 倍，维持“推荐”评级。

图 150：通威股份营收利润及增速



资料来源：Wind，中国银河证券研究院

图 151：通威股份盈利能力



资料来源：Wind，中国银河证券研究院

（五）东方电缆：海缆龙头加速扩产，抢滩全球市场

海缆龙头产能持续扩张。根据我们对公告不完全统计，2023 年 1-10 月公司在海缆市场份额高达 34%（订单口径），排名第一，龙头地位稳固。海缆行业“投资换市场”属性较强，码头布局对订单布局有较大的前瞻指导性。公司码头布局在浙江宁波、广东阳江两地，宁波东部产业基地（戚家山基地和未来工厂）60 亿产能已于 2022 年底全面投产，阳江南方产业基地 30 亿产能有望于 2024 年底全面投产，预计公司 2023 年底/2024 年底产能将超 60 亿/90 亿。

技术领先塑造高壁垒。随着海风大型化、深远海发展，海缆朝着超高压、大直径、多芯化发展，连续大长度生产及软接头工艺是海缆厂商的核心竞争力。公司完成全球首个三芯 500kV 超高压海缆软接头研制并应用，具备 500kV 交流海陆缆系统、±535kV 柔性直流海陆缆系统等高端能源装备的设计能力，并实现批量生产能力与业绩。2023 年第三季度，公司青洲一二 500kV 三芯交流海缆（含软接头）三期海缆项目全部完成交付。此外，公司在海洋脐带缆和动态缆领域已形成整体解决方案，

请务必阅读正文最后的中国银河证券股份有限公司免责声明。

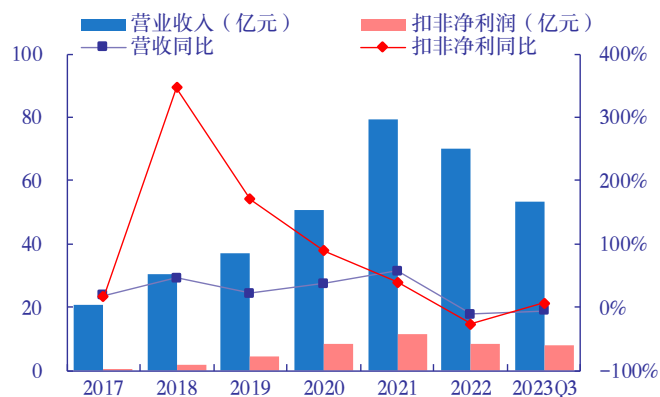
2022 年完成国内首台漂浮式风机的动态缆安装。

在手订单规模承压，但结构优化。由于 2023 年招标形势不佳，据风芒能源不完全统计，2023 年 1-9 月中国风电整机商招标规模约为 49.2GW，同比下滑 47.4%，其中陆风 41.1GW，同比下降 50.7%，海风减少 19.5%，受此影响，公司海缆、海工在手订单规模有所下降。截至 2023 年 9 月底，公司在手订单约 71 亿元，其中海缆/陆缆/海工分别为 36.1 亿元/24.8 亿元/10.1 亿元，分别同比-37.9%/-4.64%/-20.5%。但是公司在手订单结构优化，海缆订单中高毛利的 220 千伏及以上海缆占比约 55%，脐带缆占比约 30%，均高于上半年。

开拓海外市场进展顺利。更新后的欧盟可再生能源指令（RED）将 2030 年底前风电装机容量提高两倍，海风建设提速，根据 Nexan 业绩演示材料，欧洲本土厂商 Prysmian、Nexans、NKT 产能已经排满至 2024 年。公司顺势加速出海进程，2022 年 6 月在荷兰设立境外子公司，截至 2023 年 9 月底，公司已获得荷兰、苏格兰及丹麦海缆项目、卡塔尔脐带缆及英国海风输出缆供应前期工程协议，订单金额合计约 9.94 亿元。欧洲海缆供不应求，本土海缆厂商产能投产周期需 4-5 年，公司有望抓住窗口期扩大海外市场份额。

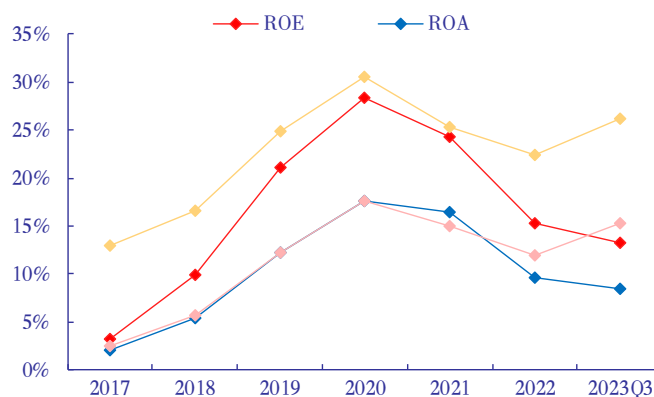
投资建议。公司涉猎陆缆系统、海缆系统、海洋工程三大板块。在超高压海缆、深远海脐带缆、智能配网电缆等领域，公司研发实力突出，产品技术壁垒高、服务经验丰富，盈利能力强，领先优势明显。作为海缆龙头，公司在手订单充裕，高毛利业务占比大，依托海风等市场成长空间广阔。我们预计公司 2023-2025 年营收 77.57 亿元、97.65 亿元、123.42 亿元，归母净利润 12.52 亿元、15.96 亿元、21.14 亿元，EPS 为 1.82 元、2.32 元、3.07 元，对应 PE 为 23.7 倍、18.6 倍、14.0 倍，维持“推荐”评级。

图 152：东方电缆营收利润及增速



资料来源：wind，中国银河证券研究院

图 153：东方电缆盈利能力



资料来源：wind，中国银河证券研究院

八、风险提示

- 1、行业政策不及预期的风险；
- 2、新能源车销量不及预期的风险；
- 3、电力需求下滑或新能源发电消纳能力不足的风险；
- 4、资源品或零部件短缺导致原材料价格暴涨、企业经营困难的风险；
- 5、新技术进展不及预期的风险；
- 6、竞争加剧导致产品价格持续下行的风险；
- 7、海外政局动荡、海外贸易环境恶化带来的政策风险。

九、附录

表 40：“十四五”期间对应新建新能源跨省外送通道 10 条

沙漠基地名称	项目名称	配套电源方案（GW）			消纳市场	输电通道
		新能源	支撑电源 煤电扩建	煤电改造		
库布齐	鄂尔多斯新能源项目	4		6.6	华北	存量蒙西至天津南外送通道
	鄂尔多斯中北部新能源项目	10	4		华北	新建蒙西至京津冀外送通道
	鄂尔多斯南部新能源项目	10	4		中东部	新建蒙西外送通道
	鄂尔多斯中北部新能源项目	5			本地	新建省内通道
	鄂尔多斯中北部新能源项目	5			本地	新建省内通道
	鄂尔多斯南部新能源项目	5			本地	新建省内通道
	合 计	39	8	6.6		
乌兰布和	阿拉善新能源项目	10	4		华北	新建蒙西外送通道
	阿拉善新能源项目	5			本地	新建省内通道
	阿拉善新能源项目	6		2	本地	新建省内通道
	合 计	21	4	2		
腾格里	腾格里沙漠基地东南部项目	11		3.32	华中	新建宁夏至湖南外送通道
	腾格里沙漠基地东南部项目	11	4		中东部	新建贺兰山至中东部外送通道
	腾格里沙漠基地河西项目	11	4		华东	新建河西至浙江外送通道
	腾格里沙漠基地东南部项目	6	2		本地	新建省内通道
	腾格里沙漠基地河西项目	6		2	本地	新建省内通道
	合 计	45	10	5.32		
巴丹吉林	酒泉西部新能源项目	11	4		中东部	新建酒泉至中东部外送通道
	阿拉善新能源项目	6			本地	新建省内通道
	河西嘉酒新能源项目	6			本地	新建省内通道
	合 计	23	4	2		
采煤沉陷区	陕北采煤沉陷区新能源项目	6		4	华中	存量陕北至湖北外送通道
	宁夏采煤沉陷区新能源项目	6		3.96	华东	存量宁夏至浙江外送通道
	蒙西鄂尔多斯采煤沉陷区新能源项目	4		8	华北	存量上海庙至山东外送通道
	陕北采煤沉陷区新能源项目	3		6.24	华北	存量府谷、锦界电厂点对点外送通道
	陕北采煤沉陷区新能源项目	5		2	华东	新建陕北至安徽外送通道
	陕北采煤沉陷区新能源项目	5		2	华中	新建陕西至河南外送通道
	晋北采煤沉陷区新能源项目	8	2		华北	新建大同-怀素-天津北-天津南外送通道
	合 计	37	2	26.2		
其他地区		35				
合 计		200	28	42.12		

资料来源：国家能源局、国家发改委《以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型风电光伏基地规划布局方案》，中国银河证券研究院

表 41：国外已投运柔直输电工程

序号	工程名称	直流电压	容量	接线方式	线路	投产时间	备注
1	瑞典哥特兰(Gotland)	± 10KV	3MW	伪双级	10km	1997	实验工程
2	瑞典哥特兰(Gotland)	± 80KV	50MW	伪双级	70km	1999	风电接入
3	丹麦风电(Tjaereborg)	± 9KV	7.2MW	伪双级	4.4km	2000	风电接入
4	澳大利亚昆士兰联网(Direktlink)	± 80KV	2*60W	伪双级	65km	2000	电网互联
5	美国墨西哥背靠背(Eagle Pass Texas B2B)	± 15.9KV	36MW	伪双级	—	2000	背靠背
6	澳大利亚默里连接工程(Murray Link)	± 150KV	200MW	伪双级	180km	2002	弱网互联
7	美国长岛(Cross Sound Cable)	± 150KV	330MW	伪双级	40km	2002	电力交易
8	挪威海上平台(HVDC Troll)	± 60KV	2*41MW	伪双级	67km	2005	海上平台
9	爱沙尼亚-芬兰波罗的海联网(Estlink)	± 150KV	350MW	伪双级	105km	2007	非同步联网
10	挪威-德国 Valhall 海上油田(HVDC Valhall)	± 151KV	78MW	伪双级	292km	2010	电机变频驱动
11	德国风电并网(NordE.ON1)	± 152KV	400MW	伪双级	100km	2009	风电接入
12	美国(Transbay)	± 200KV	400MW	伪双级	88km	2011	城市供电
13	纳米比亚联网工程(Caprivi Link)	± 350KV	300MW	单级（远期双极）	950km	2011	弱网互联
14	英国爱尔兰联网(Britain Ireland)	± 200KV	500MW	伪双级	256km	2011	联网
15	德国(DolWin1)	± 320KV	800MW	伪双级	165km	2012	风电并网
16	德国(BorWin1)	± 150KV	400MW	伪双级	250km	2015	风电并网
17	德国(BorWin2)	± 800KV	800MW	伪双级	200km	2013	风电并网
18	德国(HelWin1)	± 259KV	576MW	伪双级	130km	2015	风电并网
19	德国(SynWin1)	± 320KV	864MW	伪双级	200km	2014	风电并网
20	西班牙法国联网(Spain France)	± 320KV	2*1000MW	伪双级	60km	2013	风电并网
21	德国(Dolwin2)	± 320KV	916MW	伪双级	135km	2017	风电并网
22	加拿大(The Maritime Link)	± 200KV	500MW	伪双级	187km	2018	风电并网

资料来源：华经情报网，中国银河证券研究院

表 42：国内部分地区虚拟电厂调峰、调频市场机制

地区	政策文件	准入条件	报价与出清	结算
华北	《第三方独立主体参与华北电力调峰辅助服务市场规则》	不少于 10MW 的稳定调节电力、30MWh 的调节电量	报量报价；华北地区申报价格上限为 600 元/MWh；可参与省网市场或华北市场，具有日前、日内和实时市场	华北市场：服务费用=调峰费用×出清时长×出清价格；省网市场有 30%偏差电量惩罚
华中	《新型市场主体参与华中电力调峰辅助服务市场规则》	单次调节容量大于 2.5MWh，最大调节功率大于 5MW	报量报价；最大调峰能力低于 20MW 不报价；分低谷和腰荷申报，市场申报最低限价 0.12 元/kWh；可参与省间和省内市场，具有日前和日内市场	服务卖出省的服务费用=调峰电量×（电网代理购电价格日前调峰价格-输电价 1-输电价 2）
上海	《上海电力调峰辅助服务市场运营规则（试运行）》	可调节容量 1MW 及以上；参与实时调峰虚拟电厂信息采集时间周期小于 15min，响应时间小于 15min，持续时间小于 30min	报量报价；报价上限：上海市场日前市场价 100 元/MWh，而实时市场价 400 元/MWh；具有日前、日内和实时市场	补偿费=实际执行量×报价；实际执行量=实际发电曲线与基准曲线积分差值
山东	《山东电力辅助服务市场运营规则（试行）（2021 修订版）》	实时采集周期小于 60s，可调节电力大于 10MW，连续调节时间大于 4h	报量报价；报价上限为 400 元/MWh；可参与日前、日内和实时市场	日前费用=50%日前价格和日内实时价格的较大值×实际调用量；实时费用=实时价格×实际调用量
浙江	《浙江省第三方独立主体参与电力辅助服务市场调节交易规则》	调节容量大于 2.5MWh、调节功率大于 5MW，持续响应时间大于 1h	报量报价；可参与中长期、日前和日内市场；低谷和尖峰时段填谷出清电价上限分别为 400 元/MWh 和 500 元/MWh，削峰电价上限 500 元/MWh	实际调峰量大于中峰量 120%，小于 70%部分不补偿；中长期按合同结算；参考华东“两个细则”，日前和日内按填谷收益和调峰收益分别结算
甘肃	《甘肃省电力辅助服务市场运营暂行规则》	允许用户侧储能与新能源电厂签订协议形成虚拟电厂，在新能源弃风弃光时使用储能，或参与电网调频调峰	报量报价；日前申报、日内调用，申报交易时段、15min 充放电力、交易价格等，非现货时期报价上限 0.5 元/kWh，现货时期价格上限 0.3 元/kWh	调峰补偿费用为调峰电量于出清价格乘积，由传统机组和新能源分摊
浙江	《浙江省第三方独立主体参与电力辅助服务市场调节交易规则》	额定充/放电功率大于 5 MW、持续响应时间大于 2 h	报量报价；可参与中长期、日前和日内市场；一次调频出清价格上限为 120 元/MWh，二次调频出清价格上限为 60 元/MWh	一次调频性能指标小于 0.6 时不予补偿；参考华东“两个细则”调频收益
江苏	《江苏电力辅助服务（调频）市场交易规则（试行）》	储能电站单站充/放电功率大于 5 MW，总充/放电功率大于 10 MW，持续时间大于 2 h	报量不报价，市场最高价出清；参与日前市场，日内调用	基本补偿费=调频性能×调频容量×投运率；调用补偿费=调频里程×调频性能×里程单价

资料来源：《虚拟电厂参与调峰调频服务的市场机制与国外经验借鉴》李嘉媚，中国银河研究院

表 43：海外虚拟电厂分布及用途

商业模式	价值主张	代表国家
用户侧模式	在缺乏电力市场情况下或电力市场发展早期，虚拟电厂以可自主响应的可控负荷为主进行响应。通过挖掘社区、工商业用户侧能源的聚合调节潜力，参与响应系统调度指令。	美国、英国、德国、法国、日本、澳大利亚
发电侧模式	在分布式能源资源聚合应用发展较为成熟阶段，电力市场已建成或部分建成，虚拟电厂聚合商以类似于实体电厂的模式，参与电力市场交易和服务以获得收益。	英国
混合模式	在分布式能源资源聚合应用发展成熟阶段，通过聚合发电侧资源以及用户侧的分布式能源，虚拟电厂可以解决发电售电业务的整合增效问题，在成熟电力市场环境长期商业运营。	德国、法国、日本
电网共建平台模式	基于电网运营商的平台模式，是英国特有的虚拟电厂商业模式。在该模式下，虚拟电厂由政府监管、电网公司参与共建，以降低电网运营及升级改造成本为主要目标，为分布式能源资源、各种储能装置、可调负荷等资源提供交易平台	英国
电网采购模式	法国特有的电网采购模式。在该模式下，虚拟电厂的先期投资由电网公司承担，在解决电网拥塞、N-1 校验、电网级储能等问题的同时，减少电网新增线路投资成本和系统平衡成本。在后期，电网公司将所持资产出售，但仍保留储能装置调度权，并按照合同支付固定费用至资产收购方。	法国

资料来源：日立能源，中国银河证券研究院

表 44：比亚迪产业链主要供应商梳理

材料	主要供应商
正极材料	湖南裕能、德方纳米、富临精工、中冶新能源、湖北万润、丰元股份
负极材料	华友钴业、格林美
电解液	湘潭电化、红新发展
隔膜	盐湖股份、盛新锂能、西藏矿业、湖北万润、融捷股份
集流体	贝特瑞、中科电气、翔丰华、杉杉股份、三菱化学
	多氟多、天际股份、延安必康、新宙邦、华盛锂电
	新宙邦、华盛锂电、奥克股份
	中材科技、星源材质、恩捷股份、博盛新材、旭化成
	华北铝业、鼎胜新材、诺德股份、嘉元科技、中一科技

资料来源：公司官网，中国银河证券研究院

表 45：特斯拉产业链供应商梳理

电池供应商	材料	材料供应商
宁德时代	正极材料	三元：湖南邦普、宁德邦普、振华新材、长远锂科、容百科技 铁锂：德方纳米、龙蟠科技、湖南裕能、江西升华、湖南邦普 锂资源：龙蟠科技、天华超净、Pilbara Minerals、North American Lithium、江西志存锂业、四川能投、宜春时代矿业

松下	负极材料	钴镍资源：洛阳钼业、蓝田金属、北美镍业、青山控股、格林美、ANTAM、IBI
	电解液	东莞凯金、尚太科技、璞泰来、杉杉股份、星城石墨、锦州时代
	隔膜	永太科技、天赐材料、时代思康
	铜箔、铝箔等	中材锂膜、上海恩捷、厚生新能源、璞泰来
	正极材料	嘉元科技、重庆金美、东恒新能源、联创股份、鼎胜新材、银轮股份、宜安科技、三祥新材、万顺机电
	负极材料	以住友为主，国内芳源环保供应 NCA 三元前驱体
	隔膜	以日立化成、贝特瑞为主，贝特瑞主供
	电解液	基膜以日本东丽、旭化成为主、住友涂覆、上海恩捷逐渐规模供应
	正极材料	三菱化学
	负极材料	华友合资三元前驱体，海外优美科
LG	隔膜	国内贝特瑞、璞泰来、杉杉股份、海外以日立化成为主
	电解液	旭化成、东丽、捷力新能源、上海恩捷
		三菱化学为主、新宙邦、国泰华荣、天赐材料

资料来源：公司官网，中国银河证券研究院

表 46：中央及地方层面关于新能源汽车基础设施建设的政策部分梳理

时间	中央层面政策名称	相关内容
2023/6/19	《关于进一步构建高质量充电基础设施体系的指导意见》	2030 年，基本建成覆盖广泛、规模适度、结构合理、功能完善的高质量充电基础设施体系，有力支撑新能源汽车产业发展，有效满足人民群众出行充电需求。
2023/5/17	《关于加快推进充电基础设施建设 更好支持新能源汽车下乡和乡村振兴的实施意见》	加快实现适宜使用新能源汽车的地区 充电站“县县全覆盖”、充电桩“乡乡全覆盖”
2023/1/30	《关于组织开展公共领域车辆全面电动化先行区试点工作的通知》	充换电服务体系保障有力。建成适度超前、布局均衡、智能高效的充换电基础设施体系，服务保障能力显著提升， 新增公共充电桩（标准桩）与公共领域新能源汽车推广数量（标准车）比例力争达到 1：1，高速公路服务区充电设施车位占比预期不低于小型停车位的 10%，形成一批典型的综合能源服务示范站。
时间	地方层面政策名称	相关内容
2023/6/16	《安徽省能源局关于进一步做好全省充换电基础设施建设工作的通知》	城市建成区新建住宅停车位配建充电基础设施比例不低于 30%，并纳入房地产项目规划和验收标准；公共停车场配建充电基础设施比例不低于 35%。
2023/6/2	《北京市居住区新能源汽车充电“统建统服”试点工作方案》	利用两年时间，打造一批“统一选址原则、统一建设标准、统一服务标准”的充电服务试点，为居住区新能源汽车用户提供“三个 5”（桩距离不大于 500 米、服务费不高于 0.5 元、排队时间不长于 5 分钟）的用户体验，形成“四个创新”的服务模式。
2023/6/1	《关于印发重庆市 2023 年度充换电基础设施财政补贴政策的通知》	为加大我市充电基础设施建设力度，支持充电桩企业建设大功率、高利用率的充电桩，通过差异化补贴引导企业在中心城区以外地区、高速公路服务区、3A 级（含）以上景区等我市充电桩布局“短板”地区加大建设力度。
2023/5/30	《上海市加大力度支持民间投资发展若干政策措施》	鼓励民营企业投建出租车充电示范站、共享充电桩示范小区、高水平换电站等示范项目， 对充电设备给予 30%-50%的设备补贴，对充电站点和企业给予 0.05-0.8 元/千瓦时的度电补贴 ，落实经营性集中式充电设施免收电力接入工程费等措施。
2023/5/22	《广东省能源局关于印发广东省推进能源高质量发展实施方案的通知》	加快新能源汽车推广应用，大力推进电动汽车充电基础设施建设，加快建设适度超前、科学布局、安全高效的充电网络体系。 到 2025 年全省规划累计建成集中式充电站 4500 座以上、公共充电桩 25 万个以上。

资料来源：中国政府网，国家发改委，地方政府官网，中国银河证券研究院

表 47：2023 年下半年海风开工项目情况

阶段	省份	项目名称	容量（MW）	详细进度
未开工	福建	三峡平潭外海海上风电项目	111	2023 年 9 月完成前机组吊装
	福建	三峡津浦六鳌海上风电场二期项目	400	2023 年 9 月主机全部交付
	广东	中广核惠州港口二 PB 海上风电项目	300	2023 年 9 月风机全部吊装完成
	广东	国电投湛江徐闻海上风电场 300MW 增容项目	300	2023 年 9 月完成首台风机吊装
	广东	华能汕头勒门（二）	594	2023 年 8 月风机全部吊装完成
	广东	粤电阳江青洲一	400	2023 年 8 月完成首台风机吊装
	广东	粤电阳江青洲二	600	2023 年 7 月首台风机吊装完成
	广西	广西防城港海上风电示范项目	700	2023 年 9 月风机全部交付
	广西	防城港海上风电示范项目一期 A 场址	700	2023 年 9 月风机全部吊装完成
	海南	华能临高 CZ1 600 兆瓦海上风电项目	600	2023 年 9 月首台风机吊装完成
	江苏	三峡江苏大丰 800MW 海上风电项目	800	2023 年 9 月开启桩基招标
	山东	国华投资山东半岛南 U2 场址一期 306MW 海风项目	306	要求 2023 年开工
	山东	华能山东半岛北 K 场址海上风电项目	504	2023 年 9 月开工前期工作已启动
	山东	国华投资山东渤中 B2 场址海上风电项目	502	列入地方 2023 年重点项目
	山东	国家电投山东半岛南海上风电基地 U1 场址一期 450MW 项目	450	预计 2023 年底前开工
	山东	三峡能源山东牟平 BDB6#一期（300MW）海上风电项目	300	预计 2023 年底前开工
	山东	国华投资山东国华时代投资发展有限公司半岛南 U2 场址一期	306	预计 23 年底前开工
	浙江	华能岱山 1 号海上风电项目	306	要求 23 年 12 月进行风机交付
	浙江	华能苍南 2 号海上风电项目	300	预计 23 年底前开工
	浙江	浙能台州 1 号海上风电场项目	300	要求 23 年 11 月底开工
合计			8779	
已开工	广东	三峡阳江青洲六海上风电项目	1000	23 年 9 月导管架已发货
	广西	广西钦州海上风电示范项目 C1	550	23 年 9 月已开启沉桩工作

海南	龙源电力海南东方 CZ8 场址	500	23 年 7 月已完成首台风机吊装
海南	大唐海南儋州 CZ3 海上风电项目_场址一	600	23 年 8 月已完成首台风机吊装
江苏	国信江苏大丰 850MW 海上风电项目	850	要求 23 年 9 月底前完成 220kv 海缆敷设
江苏	龙源电力江苏海上龙源风力发电项目	1000	要求 23 年 10 月开工
山东	国华投资渤中 I 海上风电项目	500	要求 23 年 10 月开工
天津	三峡天津南港海上风电示范项目	240	要求 23 年 9 月开工
浙江	华电玉环 1 号海上风电场一期工程（南区）	75	2023 年 9 月全容量并网
浙江	瑞安 1 号海上风电项目 300MW	300	2023 年 7 月全容量并网
合计		5615	

资料来源：国际风力发电网，中国银河证券研究院

表 48：各地典型项目造价

省(市)	年平均风速 (m/s)	类别 (极限风速)	等效满负荷小时数 (h)	标杆煤电价 (元/kWh)	平价上网造价范围 (元/kW)	当前造价范围 (元/kW)
辽宁	6.5-8.0	III	3000	0.3749		
天津	6.5-8.0	III	3000	0.3655		
河北	6.5-8.0	III	3000	0.372		
山东	6.5-8.0	III	2900	0.3949	10675-11745	11500-12500
江苏	7.0-8.0	III-II	3000	0.391	10560-12040	11500-12500
上海	7.0-8.0	II-I	3100	0.4155		
浙北	7.0-8.0	II-I+	3100	0.4153	11345-12530	11600-12800
浙南	7.0-8.0	II-I+	3100	0.4153	12800-13300	12500-13500
福建	7.5-10	I-I+	3900	0.3932	13050-14545	13000-14000
粤东	7.0-9.0	I-I+	3400	0.453	14340-16060	13000-14000
粤西	7.0-9.0	I-I+	3400	0.453	11790-13490	12000-13500
广西	6.5-8.0	II-I	2800	0.4207		
海南	6.5-8.5	II-I	2800	0.4298	11278-12353	12000-13500

资料来源：华能技术研究院，中国银河证券研究院

表 49：漂浮式海上风电基础主流技术路线的特点

项目	半潜式	单桩式	张力腿式	驳船式
概述	最流行的方案，动力学特性要求低； 需要可移动的水压舱限制倾斜； 需用干船坞制造； 通过在水面上广泛分布浮力实现静态稳定； 6.6MW 重量 3000 吨	概念最简单，有动力学特性要求； 整个安装过程最小深度为 80m； 通过安装在主浮力仓下方的配重实现稳定； 6MW 重量 3500 吨	动态性能有吸引力，但没有广泛部署； 通过系泊线的张力和水下浮力槽实现静态稳定； 需要专用安装船； 4.6MW 重量 2000 吨	所有技术路线中吃水最浅的一种； 地基为方形； 一些设计包括一个船井来抑制波浪引起的负载； 6MW 重量 2000-8000 吨，取决于材料
优势	用垂落板减少摇摆； 安装对天气条件要求低； 深度独立； 对土壤条件不敏感，廉价且简单的停泊、锚定系统； 整体风险较低； 安装和拆卸简单，不需要专用船只	稳定性强； 适用于更高的海面状况； 对土壤条件不敏感，停泊和锚定系统简单廉价； 制造过程简单； 操作风险低； 不易受腐蚀影响	稳定性高，运动量小； 具有良好的水深灵活性； 占用海底面积小，系泊绳短； 结构简单，重量轻，易于运行和管理； 结构轻巧使材料成本较低； 可在陆上或干船坞组装	可在 30m 以上深度操作，以适应复杂的海床条件； 可以用钢、混凝土和钢混建造，根据项目当地情况灵活选择； 简单形状采用同样简单的制造技术； 可扩展，支持重型变电站
挑战	非工业化制造； 常在大波浪中暴露降低稳定性，并影响风电机组； 人工需求大，交货期长； 结构大且复杂，制造复杂； 地基需要一整块建成； 基础应一体建造，需要干船坞或带有滑车设施的特殊制造场所； 横向移动给电缆带来潜在影响	成本高，30MW 样机 500 万-800 万欧元/兆瓦（约合人民币 3534-5655 万元/兆瓦）； 系泊绳长，结构长且重； 吃水深，港口进出受限，占海床面积大； 运动相对较大； 需在深水遮掩区域中组装，挑战高，耗时长； 塔基疲劳载荷高； 需要专用安装船	组装过程不稳定，需要特殊船只； 垂直载荷高； 系泊和锚定系统复杂且昂贵，使其成为造价最高的基础； 系泊筋发生系泊故障时操作风险高，并对现场海床条件提出更高要求	受到波浪影响时，运动幅度较大； 要求更坚固的系泊系统，增加复杂性
代表厂商	明阳智能，电气风电，中国海装，三峡集团，Principle Power，Mitsubishi，University of Maine，Mitsui，Aerodyn，Eolink，Tetra Float，X1 Wind，Mastek Heaw，Hitachi，Vestas，EneOcean，Unison，TBC	Siemens Gamesa，Hitachi，Subaru，Equinor/Statoil，Toda Construction，Japan Marine United，Stiesdal，Catalunya University	Vestas，Siemens Gamesa，SBM Offshore，GICON/ESG，Glosten Associates，berdrola	BW Ideol，Saitec

资料来源：Wind Energy，中国银河证券研究院

插图目录

图 1：“十四五”和“十五五”期间风光大基地外送规划	2
图 2：2016-2022 年我国特高压累计线路长度	3
图 3：2006-2025E 我国特高压投资规模	3
图 4：我国历年来特高压输电线路建设可分为 5 个阶段	4
图 5：直流特高压投资构成占比	4
图 6：交流特高压投资构成占比	4
图 7：2020 年我国直流特高压-换流变压器市场格局	5
图 8：2020 年我国直流特高压-换流阀市场格局	5
图 9：2020 年我国交流特高压-GIS 市场格局	5
图 10：2020 年我国交流特高压-交流变压器市场格局	5
图 11：柔性直流性能优异，应用空间广阔	6
图 12：虚拟电厂分类	9
图 13：虚拟电厂运营模式发展的三个阶段	9
图 14：海外虚拟电厂分布及用途	11
图 15：德国 Next Kraftwerke 虚拟电厂系统架构图	12
图 16：特斯拉 Powerwall 系统构成示意图	12
图 17：虚拟电厂产业链	12
图 18：新能源出力与负荷不匹配	13
图 19：我国光伏功率预测市场竞争格局	14
图 20：我国风电功率预测市场竞争格局	14
图 21：磨碟洲变电站数字孪生展示平台	15
图 22：浙江乌镇互联网之光配电房运维赋能平台	15
图 23：新型储能年度新增装机情况（单位：GW）	16
图 24：2060 年各类型电力装机容量占比情况	16
图 25：抽水蓄能与电化学储能累计装机规模对比（单位：GW）	16
图 26：2022 年新型储能技术累计装机容量占比	16
图 27：2021-2030 年全球新增装机占比	17
图 28：共享储能运作模式	18
图 29：调峰服务起到“削峰填谷”的作用	18
图 30：宁夏中核汇能 100MW/200MWh 储能电站	19
图 31：贵州中核紫云 200MW/400MWh 储能电站一期	19
图 32：主要储能形势的储能容量和储能市场	20
图 33：新型电力系统建设“三步走”发展路径	20
图 34：目前各种储能类型度电成本情况（单位：kWh）	21
图 35：全国投运容量最大的丰宁抽水蓄能电站	21
图 36：全钒液流电池工作原理及结构示意图	21
图 37：全钒液流电池储能成本构成	22
图 38：全钒液流电池初始投资与度电成本预测（单位：元/度）	22
图 39：大连液流电池储能调峰电站全景	22
图 40：大连化物所研发出新一代全钒液流电池电堆	22
图 41：盐穴压缩储能技术成本构成	23
图 42：人工硐室/管线钢压缩储能技术成本构成	23
图 43：金坛盐穴压缩空气储能电站	23

图 44: 中国能建数科集团全球首套非补燃型 300MW 级压缩机组	23
图 45: 氢储能在可再生能源电网中的应用	24
图 46: 氢储能系统成本构成	24
图 47: 氢储能初始投资与度电成本预测 (单位: 元/度)	24
图 48: 隆基氢能发布 ALK G 系列电解水制氢设备	25
图 49: 长江电力绿电绿氢项目使用阳光电源 PEM 电解技术	25
图 50: 储能行业新成立企业数量	25
图 51: 储能行业融资数量与金额	25
图 52: 储能产业链	25
图 53: 23H1 国内企业储能系统出货量排名	26
图 54: 23H1 海外企业储能系统出货量排名	26
图 55: 我国储能电芯与电池级碳酸锂价格走势回顾	27
图 56: 2023 年 2 小时储能系统/EPC 月度中标价格 (单位: 元/Wh)	27
图 57: 储能系统设备成本构成	27
图 58: 储能各细分领域毛利率对比	27
图 59: 中国光伏月度新增装机 (单位: GW)	28
图 60: 中国光伏年度新增装机 (单位: GW)	28
图 61: 2023-2027 年欧洲各国新增装机规模排名	28
图 62: 美国新增光伏装机容量预测 (单位: GW)	29
图 63: 全球光伏装机预测 (单位: GW)	30
图 64: 光伏行业主产业链各环节产能预测 (均折算单位: GW)	30
图 65: 截至 11 月 15 日硅料报价: 特级致密料 (单位: 元/千克)	31
图 66: 截至 11 月 15 日一线厂商单晶硅片成交价 (单位: 元/片)	31
图 67: 截至 11 月 15 日一线厂商单晶 PERC 电池片成交价 (单位: 元/W)	31
图 68: 截至 11 月 15 日一线厂商组件价 (单位: 元/W)	31
图 69: 截至 11 月 15 日光伏各环节毛利情况 (单位: 元/W)	31
图 70: 光伏主产业链 CR5 变化情况	32
图 71: 2013 年以来硅料价格经历几轮明显周期波动 (单位: 元/W)	33
图 72: 协鑫科技颗粒硅不同总金属杂质产品占比	33
图 73: 不同硅料控制 N 型单晶的头部少子电阻比衰减情况	33
图 74: 薄片化持续推进	34
图 75: 2023 年硅片产能格局预测	34
图 76: N 型电池较 P 型电池溢价空间	35
图 77: HJT 提效降本路径	37
图 78: 硅片减薄对 HJT 电池效率的影响更小	37
图 79: PERC、HJT 与 TOPCon 银浆耗量/mg 变化趋势	37
图 80: 太阳能电池效率发展趋势	41
图 81: 单结钙钛矿电池与叠层电池实验室效率	41
图 82: 钙钛矿稳定性影响因素及对应解决方案	42
图 83: 2021 年-2023 年月度新能源汽车销量数据	43
图 84: 2023 年 1-10 月国内新能源厂商零售销量排行	43
图 85: 2023 年 1-10 月国内新能源车型销量排行	43
图 86: 国内新能源汽车渗透率	44
图 87: 我国充电桩保有量及车桩比	44
图 88: 我国充电桩分类型保有量	44

图 89: 国内新能源汽车销量预测	45
图 90: 全球重要地区电动车渗透率	45
图 91: 全球新能源汽车销量	45
图 92: 全球新能源乘用车市场分区域占比	45
图 93: 我国动力电池季度产量、销量、装车量数据 (单位: GWh)	46
图 94: 中国动力电池装车量	47
图 95: 全球动力电池装车量	47
图 96: 2022-2025 年国内锂电池装机量及分类 (单位: GWh)	47
图 97: 2022-2027E 全球锂电池装机量及分类 (单位: GWh)	47
图 98: 我国动力电池分产品类型装车量占比	47
图 99: 2023 年 1-9 月全球动力电池市场格局	48
图 100: 2023 年 1-10 月中国动力电池市场格局	48
图 101: 锂价格走势 (单位: 万元/吨)	48
图 102: 正极材料价格走势 (单位: 万元/吨)	48
图 103: 负极材料价格走势 (单位: 万元/吨)	49
图 104: 隔膜价格走势 (单位: 万元/吨)	49
图 105: 电解液原材料价格走势 (单位: 万元/吨)	49
图 106: 方形电芯价格走势 (单位: 元/Wh)	49
图 107: 锂资源头部厂商毛利率及宁德时代毛利率对比	50
图 108: 锂电产业链扩产规模 (单位: GW)	50
图 109: 电池不同环节头部企业毛利率变化对比	50
图 110: 固态电池与目前主流液态锂离子电池结构对比	51
图 111: 不同固态电池负极材料的对比	52
图 112: 不同固态电池正极材料的对比	52
图 113: 全球范围内固态电池参与企业及其技术方向	53
图 114: 中国陆风季度新增累计招标	56
图 115: 中国海风季度新增累计招标	56
图 116: 中国陆风年度新增装机	56
图 117: 中国海风年度新增装机	56
图 118: “十四五”风电装机规划和各省“十三五”风电装机量	57
图 119: “十三五”海风实际装机、“十四五”规划及竞配容量	58
图 120: 我国海风“十四五”装机情况	58
图 121: 2022 年中国风机出口国家分布 (按容量)	58
图 122: 2022 年中国整机厂商出口占比情况 (按容量)	58
图 123: 2010-2030 年印度风能规划装机	59
图 124: 越南 PDP8 能源装机结构规划	59
图 125: 我国风电整机市场集中度高	59
图 126: 我国风电整机商风电机组投标均价	59
图 127: 我国风电原材料及整机价格下跌幅度	60
图 128: 2022 年我国风电零部件厂商各环节原材料占比情况	60
图 129: 风电不同环节头部企业毛利率变化对比	60
图 130: 海风技术路线与成本曲线	61
图 131: 漂浮式海上风电基础类型	61
图 132: 2022-2032E 全球漂浮式海风新增装机容量	61
图 133: 漂浮式海上风电成本占比	61

图 134: 漂浮式海上风电造价下降预测	62
图 135: 电力设备及新能源 (CI) 指数涨跌幅	63
图 136: 图 137: 电力设备及新能源 (CI) 涨跌幅	63
图 138: 电力设备及新能源 (CI) 指数市盈率 (TTM)	63
图 139: 电网行业 (SW) 市盈率 (TTM)	64
图 140: 储能行业 (WI) 市盈率 (TTM)	64
图 141: 太阳能行业 (CI) 市盈率 (TTM)	64
图 142: 新能源车设备行业 (CJ) 市盈率 (TTM)	64
图 143: 风电行业 (CI) 估值 PE (TTM)	64
图 144: 国电南瑞营收利润及增速	69
图 145: 国电南瑞盈利能力	69
图 146: 阳光电源营收利润及增速	71
图 147: 阳光电源盈利能力	71
图 148: 宁德时代营收利润及增速	72
图 149: 宁德时代盈利能力	72
图 150: 通威股份营收利润及增速	73
图 151: 通威股份盈利能力	73
图 152: 东方电缆营收利润及增速	74
图 153: 东方电缆盈利能力	74

表 格 目 录

表 1: 重点公司盈利预测与估值	1
表 2: “十四五”期间规划的特高压输电线路情况梳理	3
表 3: 特高压单站设备投资拆分	5
表 4: 特高压主要设备竞争格局	6
表 5: 柔性直流输电与传统直流输电的技术特性对比	6
表 6: 预计 2024-2025 年柔性直流输电市场空间	7
表 7: 我国已建成投运或规划建设的柔性直流输电工程	7
表 8: 虚拟电厂商业模式	10
表 9: 中央密集出台虚拟电厂行业相关政策	10
表 10: 部分省份虚拟电厂需求侧响应细则	10
表 11: 国内部分虚拟电厂实践案例	11
表 12: 负荷型虚拟电厂空间测算	13
表 13: 功率预测影响因素	13
表 14: 2023 年以来国家级储能领域相关政策一览	17
表 15: 国内独立共享储能盈利方式一览	18
表 16: 山西省独立储能收益成本测算 (单位: 万元)	19
表 17: 不同长时储能技术特点对比	20
表 18: 储能电芯企业排名	26
表 19: 中国部分光伏企业海外布局情况	29
表 20: 光伏各环节成本、盈利分析, 以单晶单面 PERC 组件为例 (2023 年 11 月 15 日)	35
表 21: N 型电池三大技术路线对比	35

表 22: 布局 HJT 电池主要企业梳理 (单位: GW)	36
表 23: 布局 TOPCon 电池主要企业梳理 (单位: GW)	38
表 24: TOPCon 隧穿氧化层及薄层多晶硅沉积设备三大路线对比	39
表 25: 目前全球商业化光伏组件效率排行榜	39
表 26: 国内布局 IBC 电池企业进展	40
表 27: 布局领先的部分钙钛矿电池组件企业	41
表 28: 钙钛矿企业产能进展及预测一览表 (单位: GW)	42
表 29: 不同技术路线制备钙钛矿层	42
表 30: 2023 年全球新增锂资源重点项目情况	49
表 31: 液态锂离子电池与固态电池的对比	51
表 32: 固态电池与液态锂离子四大主材对比	51
表 33: 干法和湿法工艺关键项对比	52
表 34: 日韩企业固态电池研究进展	53
表 35: 欧美企业固态电池研究进展	53
表 36: 中国企业固态电池研究进展	54
表 37: 车企固态电池装车进展与规划	54
表 38: 电新行业 2023 年年初至今涨幅排名	65
表 39: 重点推荐标的盈利预测与估值水平 (股价为 2023/12/05 收盘价)	68
表 40: “十四五”期间对应新建新能源跨省外送通道 10 条	76
表 41: 国外已投运柔直输电工程	76
表 42: 国内部分地区虚拟电厂调峰、调频市场机制	77
表 43: 海外虚拟电厂分布及用途	77
表 44: 比亚迪产业链主要供应商梳理	77
表 45: 特斯拉产业链供应商梳理	77
表 46: 中央及地方层面关于新能源汽车基础设施建设的政策部分梳理	78
表 47: 2023 年下半年海风开工项目情况	78
表 48: 各地典型项目造价	79
表 49: 漂浮式海上风电基础主流技术路线的特点	79

分析师承诺及简介

本人承诺，以勤勉的执业态度，独立、客观地出具本报告，本报告清晰准确地反映本人的研究观点。本人薪酬的任何部分过去不曾与、现在不与、未来也将不会与本报告的具体推荐或观点直接或间接相关。

周然，工商管理学硕士。2010 年 11 月加盟银河证券研究部，先后从事公用事业、环保、电力设备及新能源行业分析师工作，目前担任电新团队负责人和大能源组组长。2020 年、2019 年获金融界量化评选最佳分析师第 2 名；2019 年、2016 年新财富最佳分析师第 9 名；2014 年卖方分析师水晶球奖第 4 名；2013 年团队获新财富第 5 名，水晶球奖第 5 名；2012 年新财富第 6 名。逻辑分析能力强；对行业景气度及产业链变化理解深入，精准把握周期拐点；拥有成熟的自上而下研究框架；以独特视角甄选成长标的。曾任职于美国汇思讯（Christensen）的亚利桑纳州总部及北京分部，从事金融咨询（IR）和市场营销的客户主任工作。

评级标准

行业评级体系

未来 6-12 个月，行业指数相对于基准指数（沪深 300 指数）

推荐：预计超越基准指数平均回报 20%及以上。

谨慎推荐：预计超越基准指数平均回报。

中性：预计与基准指数平均回报相当。

回避：预计低于基准指数。

公司评级体系

未来 6-12 个月，公司股价相对于基准指数（沪深 300 指数）

推荐：预计超越基准指数平均回报 20%及以上。

谨慎推荐：预计超越基准指数平均回报。

中性：预计与基准指数平均回报相当。

回避：预计低于基准指数。

免责声明

本报告由中国银河证券股份有限公司（以下简称银河证券）向其客户提供。银河证券无需因接收人收到本报告而视其为客户。若您并非银河证券客户中的专业投资者，为保证服务质量、控制投资风险，应首先联系银河证券机构销售部门或客户经理，完成投资者适当性匹配，并充分了解该项服务的性质、特点、使用的注意事项以及若不当使用可能带来的风险或损失。

本报告所载的全部内容只提供给客户做参考之用，并不构成对客户的投资咨询建议，并非作为买卖、认购证券或其它金融工具的邀请或保证。客户不应单纯依靠本报告而取代自我独立判断。银河证券认为本报告资料来源是可靠的，所载内容及观点客观公正，但不担保其准确性或完整性。本报告所载内容反映的是银河证券在最初发表本报告日期当日的判断，银河证券可发出其它与本报告所载内容不一致或有不同结论的报告，但银河证券没有义务和责任去及时更新本报告涉及的内容并通知客户。银河证券不对因客户使用本报告而导致的损失负任何责任。

本报告可能附带其它网站的地址或超级链接，对于可能涉及的银河证券网站以外的地址或超级链接，银河证券不对其内容负责。链接网站的内容不构成本报告的任何部分，客户需自行承担浏览这些网站的费用或风险。

银河证券在法律允许的情况下可参与、投资或持有本报告涉及的证券或进行证券交易，或向本报告涉及的公司提供或争取提供包括投资银行业务在内的服务或业务支持。银河证券可能与本报告涉及的公司之间存在业务关系，并无需事先或在获得业务关系后通知客户。

银河证券已具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格。除非另有说明，所有本报告的版权属于银河证券。未经银河证券书面授权许可，任何机构或个人不得以任何形式转发、转载、翻版或传播本报告。特提醒公众投资者慎重使用未经授权刊载或者转发的本公司证券研究报告。

本报告版权归银河证券所有并保留最终解释权。

联系

中国银河证券股份有限公司 研究院

深圳市福田区金田路 3088 号中洲大厦 20 层

上海浦东新区富城路 99 号震旦大厦 31 层

北京市丰台区西营街 8 号院 1 号楼青海金融大厦

公司网址：www.chinastock.com.cn

机构请致电：

深广地区：苏一耘 0755-83479312 suyiyun_yj@chinastock.com.cn

程曦 0755-83471683 chengxi_yj@chinastock.com.cn

上海地区：李洋洋 021-20252671 liyangyang_yj@chinastock.com.cn

陆韵如 021-60387901 luyunru_yj@chinastock.com.cn

北京地区：田薇 010-80927721 tianwei@chinastock.com.cn

唐曼玲 010-80927722 tangmanling_bj@chinastock.com.cn