

光伏系列报告（73）

领先企业兑现红利，TOPCon 壁垒被低估

2022 年为 TOPCon 产业化元年，过去一年间领先企业的技术工艺水平持续优化，TOPCon 相较 PERC 的优势不断放大；下游对其认可度进一步提升，盈利溢价不断拉大，目前处于供应紧张状态。虽然 2022 年出现了大规模的 TOPCon 扩产规划，但有竞争力的产出依旧稀缺。当前 TOPCon 是无人区产业，先发企业 knowhow 更深厚，更容易汇聚上下游资源引领迭代，有望在较长时期内领先。

- **TOPCon 持续优化，优势放大。** TOPCon 在 PERC 的基础上更换为 N 型衬底，增加隧穿氧化层及多晶硅层，降低载流子复合，实现效率的显著提升。自 2022 年初量产以来的一年多时间里，TOPCon 再次实现了效率、成本的大幅优化，当前领先企业量产效率在 25.2-25.5%，组件端超过 23%，设备投资、银浆耗量、硅片厚度、工艺良率均实现大幅改善。基于当前的成本、效率估算，TOPCon 理论上最大溢价扩至 0.25-0.3 元/W（考虑等功率发电量溢价），并且随其降本提效，溢价空间可能还会扩大。
- **优质 N 型产能供不应求，TOPCon 溢价放大。** 经历 1 年多的市场验证，下游投资方对 N 型优势理解更加深刻，TOPCon 逐步得到行业性的认可，近期部分招标项目 N 型份额已由此前 10% 上下提升至近 50%。从供给侧看，现阶段能够稳定供应的优质 TOPCon 产能有限，溢价自 2022 年四季度以来不断放大，以电池环节为例，当前其单 W 售价较 PERC 高出近 1 毛，考虑成本增量后估算单 W 净利润较 PERC 领先 6-8 分，TOPCon 产业正式进入收获阶段。
- **产业化壁垒被低估，领先企业可能在较长时期维持优势。** 2022 年开始组件、电池供应商以及新进入企业公布了大规模的 TOPCon 扩产规划，然而从落实进度看，大部分仍未形成有效产出，实际投运进度大幅低于预期，且爬坡进程将还会有良率、效率、成本等问题。粗略统计截至 5 月中旬，规模投产 TOPCon 产能大致在百 GW，满产约 70GW，相较总需求仍有显著提升空间，目前供应进一步吃紧。TOPCon 目前是无人区产业，和 PERC 当时的状态很大的不同，在较长的时期，都还会有较明显的差异化，先发企业 knowhow 积累更深，且更容易汇聚上下游优势资源，可能在效率、成本上保持长时间领先。
- **电池技术变革可能带来系列机会。** 区别光伏产业其他的微创新，TOPCon 较 PERC 形成代际优势，量产效率优势近 2pcts，且有望继续拉大。电池环节的技术革命能更显著的反应到整个系统上，以 TOPCon、HJT、HPBC 为代表的电池片技术近几年都获得了更大的投入，未来可能有各自的应用场景，当前 TOPCon 率先走向规模应用，其相关的装备、材料，可能也会有相应的新需求和新机会。
- **投资建议：** 继续推荐晶科能源、钧达股份、晶澳科技、通威股份、天合光能、隆基绿能、中来股份、福斯特、海优新材（化工联合）、聚和材料（有色联合）、捷佳伟创（机械联合）。
- **风险提示：** 技术迭代风险；光伏装机不及预期；产业链价格波动风险。

重点公司主要财务指标

	股价	22EPS	23EPS	24EPS	23PE	24PE	PB	评级
晶科能源	12.1	0.3	0.7	1.0	16	12	4.3	强烈推荐
钧达股份	106.9	5.1	11.5	15.5	9	7	15.7	强烈推荐
晶澳科技	38.3	2.3	3.7	4.9	10	8	4.3	强烈推荐
通威股份	39.0	5.7	4.8	4.4	8	9	2.6	强烈推荐
天合光能	49.0	1.7	3.4	4.6	15	11	3.8	强烈推荐
隆基绿能	33.6	2.0	2.5	3.0	14	11	3.9	强烈推荐
中来股份	13.4	0.4	0.9	1.4	14	9	3.6	未予评级
福斯特	46.0	1.2	2.2	2.7	21	17	4.4	强烈推荐
海优新材	114.8	0.6	6.9	10.2	17	11	4.1	强烈推荐
聚和材料	111.5	3.5	5.2	7.3	22	15	2.7	强烈推荐
捷佳伟创	106.0	3.0	4.1	5.7	26	19	4.9	强烈推荐

资料来源：公司数据、招商证券（部分参考 wind 一致预期）

推荐（维持）

中游制造/电力设备及新能源

行业规模

		占比%
股票家数（只）	292	5.9
总市值（亿元）	59923	7.1
流通市值（亿元）	49650	6.9

行业指数



资料来源：公司数据、招商证券

相关报告

- 1、《欧盟发展新能源决心坚定，中国企业机会大于危机——光伏系列报告（72）》2023-04-04
- 2、《海外绿氢将迈入实质发展阶段——氢能系列报告（3）》2023-02-26
- 3、《深度参与“双碳”，电解制氢产业将保持高速发展——储能系列报告（8）》2023-02-20

游家训 S1090515050001

youjx@cmschina.com.cn

张伟鑫 S1090521070003

zhangweixin@cmschina.com.cn

赵旭 S1090519120001

zhaoxu2@cmschina.com.cn

正文目录

一、TOPCon 持续优化迭代，优势加强	4
1、TOPCon 效率及发电量优势明显	4
2、过去一年持续优化，继续拉开差距	5
二、优质 N 型产能供不应求，TOPCon 溢价放大	7
1、TOPCon 已经有明显的经济性优势	7
2、N 型需求爆发，溢价体现，进入收获期	9
3、壁垒被低估，领先企业可能在较长时期维持优势	10
三、N 型带动光伏行业的深刻变革	11
1、上下游及制造设备	11
2、推动实现大幅降本增效，影响产业格局	12
投资建议	14
相关报告	14

图表目录

图 1：光伏电池划分	4
图 2：TOPCon 结构示意图	4
图 3：光伏电池提效回顾	4
图 4：TOPCon 提效幅度领先其他方案	4
图 5：P/N 型组件双面率对比	5
图 6：P/N 型组件衰减曲线对比	5
图 7 TOPCon 仍在不断迭代优化	5
图 8：TOPCon 提效路径清晰	6
图 9：电池效率趋势图	6
图 10 TOPCon/PERC 累计发电量及溢价估算	8
图 11：银浆价格走势	8
图 12：P/N 硅片报价（元/pc）	8
图 13：N 型电池产能预估及组件需求（GW）	9
图 14：电池结构比例变化	9
图 15：N/P 型组件中标价格（元/W）	9

图 16: TOPCon/PERC 电池价差 (元/W)	9
图 17: N/P 电池单 W 净利润差异估算 (分/W)	10
图 18: 产业链价格整体回调 (元/W)	10
图 19 部分规模量产 TOPCon 产线统计 (GW)	10
图 20 TOPCon 制备工艺	12
图 21 TOPCon 制备工艺所需设备	12
图 22: PERC 与 TOPCon 组件 Voc 与 Isc 对比	12
图 23: SMBB 电池片示意	12
图 24: 2014-2020 单/多晶组件价格走势 (元/W)	13
图 25: 2016-2019 国内单晶电池占比	13
表 1: 同版型 TOPCon 组件功率更高	7
表 2: TOPCon 组件溢价测算 (元/W)	7
表 3: 不同转换效率单 W 硅成本估算	8
表 4: 太阳能/电子级硅料参数对比	11
表 5: LPCVD 与 PECVD 设备投资	11
表 6: 重点公司主要财务指标	14

一、TOPCon 持续优化迭代，优势加强

1、TOPCon 效率及发电量优势明显

当前主流 N 型 TOPCon 电池架构将原主流的 P 型衬底换为 N 型，同时在背面结构中，先增加 1-2nm 的隧穿氧化层 SiO_x，再沉积一层掺杂多晶硅 n poly Si，形成背面钝化接触结构。隧穿氧化层提供了良好的化学钝化性能，大幅降低了界面复合，同时允许多数载流子有效地隧穿通过到掺杂多晶硅层。掺杂的多晶硅层与基体形成 n⁺/n 高低场，阻止少数载流子运动至表面，形成选择性钝化接触。

图 1：光伏电池划分

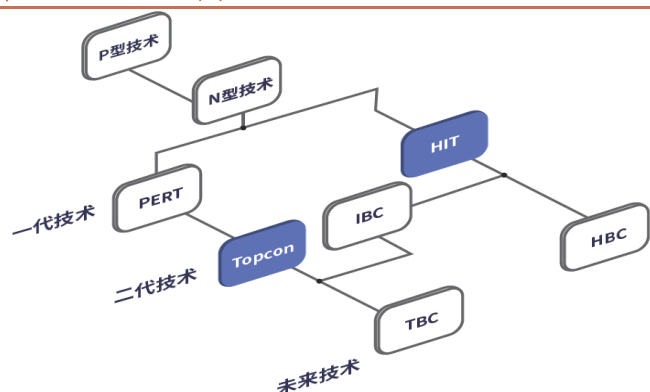
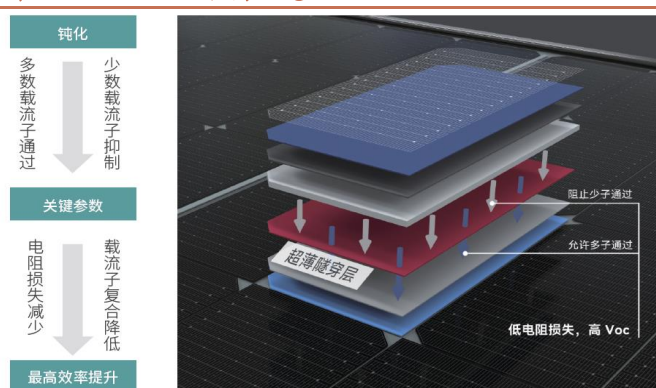


图 2：TOPCon 结构示意图



资料来源：Jinko、招商证券

资料来源：Jinko、招商证券

相较上一代 PERC 电池，TOPCon 的优势主要体现在：

- **更高的转换效率：**N 型 TOPCon 电池在 PERC 的基础上更换为 N 型衬底，少子寿命更长，增加隧穿氧化层及多晶硅层，降低载流子复合，同时配合 SMBB 等减少正面遮挡，实现效率的显著提升。

以 CPIA 口径统计，2018 年以来 TOPCon 电池效率提升 3 个百分点，同期 PERC 提效幅度为 1.4 个百分点，PERC 电池在周期中后段接近理论极限，提效进程明显不及 TOPCon。而目前 TOPCon 量产效率与超过 28% 的理论极限仍有很大的优化空间，提效路径也更为明确。

- **高双面率、低衰减等提升全周期发电量。**N 型 TOPCon 电池双面率可以达到 85%，较 PERC 70% 左右的双面率明显提高，折算至综合效率端大致形成 1pct 左右的效率优势。

同时由于 N 型衬底少子寿命更长，受杂质影响小，同时基本上消除了硼氧复合造成的 LID，TOPCon 组件首年衰减优化至 1%，年衰减幅度较 P 型明显减少，且弱光表现更好，温度系数更优，提升全生命周期发电量。

图 3：光伏电池提效回顾

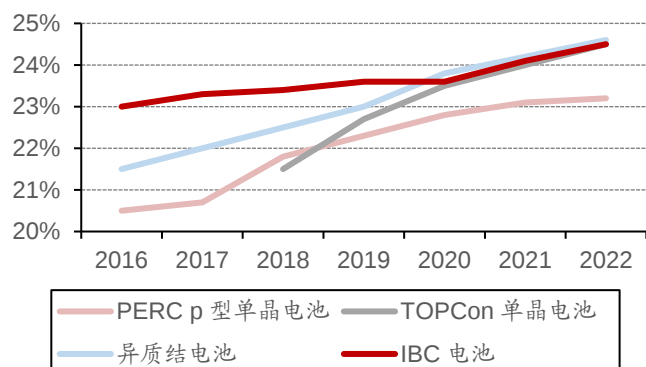
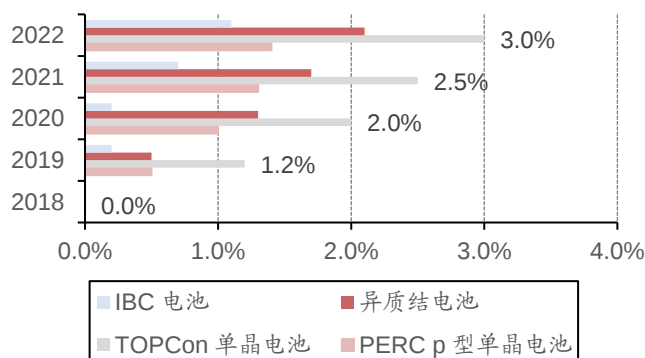


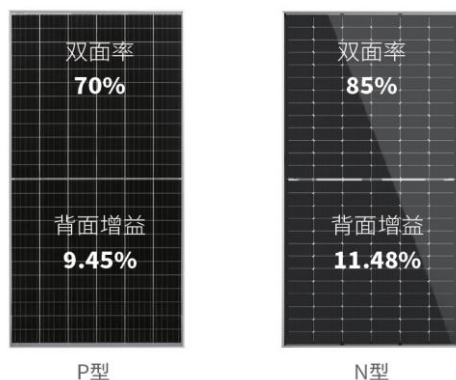
图 4：TOPCon 提效幅度领先其他方案



资料来源：CPIA、招商证券

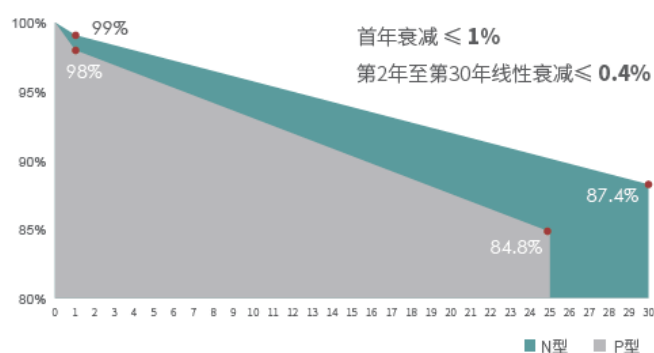
资料来源：CPIA、招商证券（注：以 2018 年为基准）

图 5: P/N 型组件双面率对比



资料来源：晶科能源、招商证券

图 6: P/N 型组件衰减曲线对比



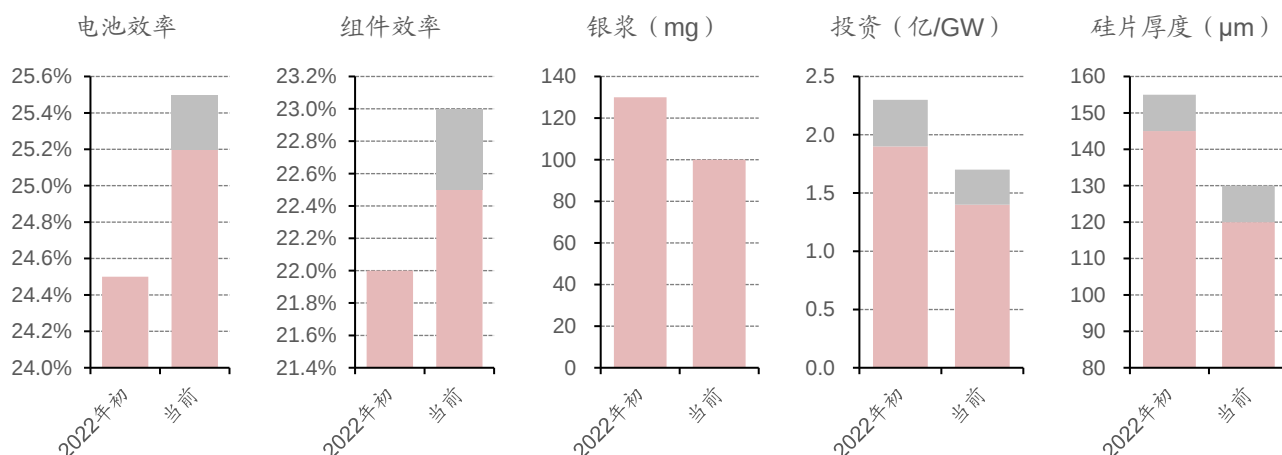
资料来源：晶科能源、招商证券

2、过去一年持续优化，继续拉开差距

2022 年领先企业 TOPCon 已经开始上量，是新一代光伏电池最先享受产业化红利技术，全产业更多的资金资源投入对 TOPCon 技术形成正反馈：

- 从效率端看，2022 年初量产 TOPCon 效率电池端在 24.5% 上下，考虑封装后组件效率 22% 左右，至当前领先量产 TOPCon 电池端效率达到 25.2%/25.5% (+SE)，组件端效率 23% 上下。温度系数由 0.3 优化至 0.2x 上下。
- 从成本端看，几个主要的成本增量，银浆耗量、设备投资、硅片厚度都在优化：1) 银浆耗量由 130mg 降至 100mg 上下；2) 设备投资由单 GW2 亿下降 0.4-0.5 亿；3) 硅片厚度由 150 μm 降至当前约 130 μm 。

图 7 TOPCon 仍在不断迭代优化



资料来源：公司公告、招商证券

而考虑 TOPCon 本身的优化空间足够大，新技术兼容度好，有望在较长的时期占据主流。

- 从理论极限效率看，TOPCon 在 28% 上下（背面钝化 27.1%、双面 28.7%），高于 PERC，与同代次的 HJT 相当，提效潜力大，且路径清晰（SE、浆料、硅片厚度、抛光等方式）。
- 从技术衍生兼容性看，TOPCon 可以采用背接触方案形成 TBC，针对单面场景进一步提升效率，同时可以与钙钛矿叠层，未来有望在 TOPCon 的基础上，进一步突破晶硅效率极限。

图 8: TOPCon 提效路径清晰

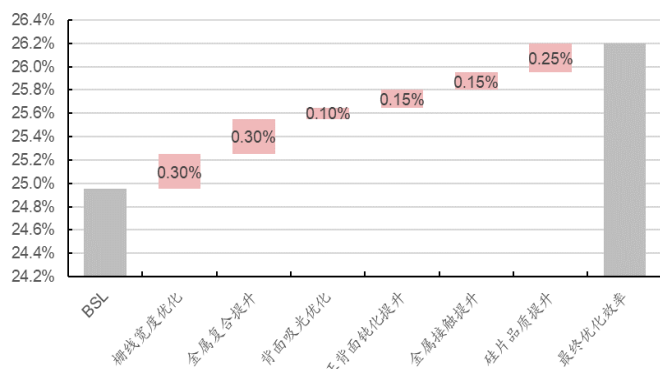
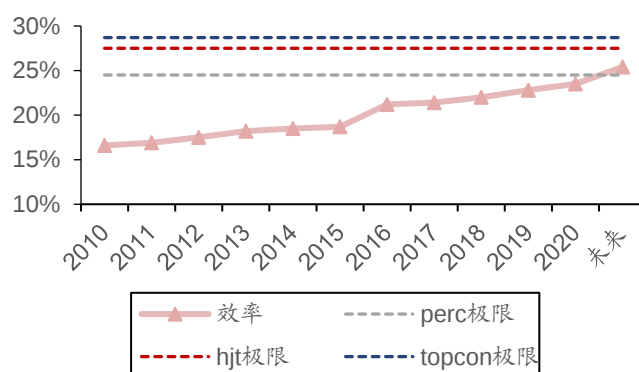


图 9: 电池效率趋势图



资料来源: Continuously Evolving Tech、企业官网、招商证券

资料来源: Jinko、摩尔光伏、招商证券

二、优质 N 型产能供不应求，TOPCon 溢价放大

1、TOPCon 已经有明显的经济性优势

从收益端看，TOPCon 溢价一方面来自相同材料用量，更高功率输出形成的成本摊薄，另一方面发电量的增益也在逐渐被市场认可。

- **高功率摊薄辅材形成溢价：**相同版型下，TOPCon 组件较 PERC 提供 5%上下的功率增量（如 72 片双面 PERC 约 550-560W，TOPCon 对应 570-580W），能够有效摊薄相关成本，参考目前 TOPCon 25.2-25.5%的电池量产效率及 23+%的组件效率，测算对单面组件 TOPCon 带来的初始投资溢价在 0.12-0.14 元/W 左右。
- **同功率高发电量形成溢价：**相同功率假设下，TOPCon 首年衰减、温度系数、弱光表现均更优，发电量较 PERC 提升约 2-5%。假设同功率 TOPCon 较 PERC 多发电 2%，以 0.3 元/W 电价估算，25 年使用周期 TOPCon 单 W 额外收益超过 0.1 元。

表 1：同版型 TOPCon 组件功率更高

系列	PERC	TOPCon	PERC	TOPCon
型号	Tiger Pro 72HC-BDVP	Tiger Neo N-type 72HL4-BDV	Tiger Pro 72HC	Tiger Neo N-type 72HL4-(V)
单双面	双面	双面	单面	单面
尺寸	1134mm × 2278mm	1134mm × 2278mm	1134mm × 2278mm	1134mm × 2278mm
Voc	49.48-50.11	50.67-51.47	49.34-49.72	50.60-51.16
Isc	13.73-14.01	14.13-14.37	13.79-14.12	14.23-14.55
Pmax	535-555	560-580	540-560	565-585

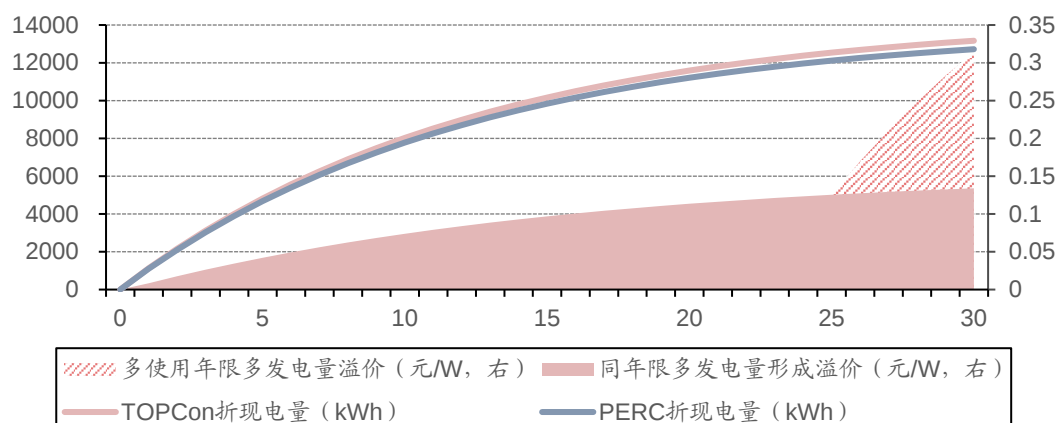
资料来源：Jinko、招商证券

表 2：TOPCon 组件溢价测算（元/W）

电池效率假设		TOPCon	24.0%	24.5%	25.0%	25.5%	26.0%
		PERC	23.0%	23.2%	23.3%	23.5%	23.7%
单面	组件效率	TOPCon	22.3%	22.8%	23.3%	23.7%	24.2%
		PERC	21.4%	21.5%	21.7%	21.9%	22.0%
		效率差	0.9%	1.2%	1.5%	1.9%	2.2%
	BOS 成本假设 (元/W)	1.5	0.06	0.08	0.10	0.12	0.13
		1.6	0.07	0.09	0.11	0.12	0.14
		1.7	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15
		1.8	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16
		1.9	0.08	0.10	0.13	0.15	0.17
		2	0.08	0.11	0.13	0.16	0.18
双面	双面综合效率 折算 (BSI 取 13.5%)	TOPCon (Bifi85%)	24.9%	25.4%	25.9%	26.4%	27.0%
		PERC (Bifi70%)	23.4%	23.6%	23.8%	23.9%	24.1%
		效率差	1.5%	1.8%	2.2%	2.5%	2.9%
	BOS 成本假设 (元/W)	1.5	0.09	0.11	0.13	0.14	0.16
		1.6	0.09	0.11	0.13	0.15	0.17
		1.7	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18
		1.8	0.11	0.13	0.15	0.17	0.19
		1.9	0.11	0.14	0.16	0.18	0.20
		2	0.12	0.14	0.17	0.19	0.21

资料来源：公司公告、企业官网等、招商证券

图 10 TOPCon/PERC 累计发电量及溢价估算



资料来源：公司公告、招商证券（注：实际目前尚未有 20 年以上电站的有效验证）

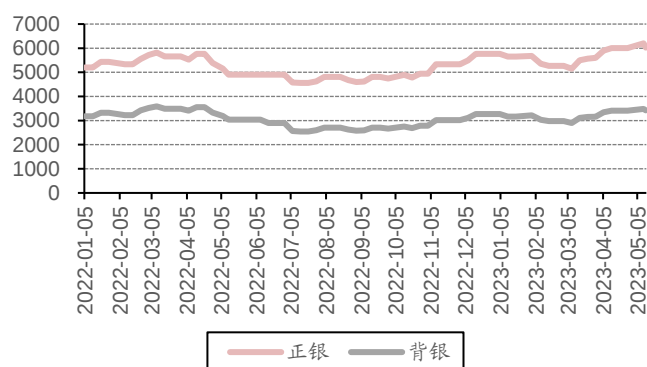
从成本增量看，测算 TOPCon 电池非硅+硅成本合计增量大致在 0.03-0.05 元/W，未来一方面随材料用量减省，一方面随效率提升，增量将进一步收窄。

- **非硅成本：**非硅主要来自银浆及折旧：1) TOPCon 银浆用量较更多，以当前报价粗略测算单 W 非硅增加大致在 1-2 分上下。2) 目前 TOPCon 设备投资额约 1.6-1.8 亿/GW（技术路线选择有差异），较 PERC 增量 3~5 千万（考虑 SE），以 6-10 年折旧期估算，设备投资带来的折旧增加摊至单 W 大致在 0.5-1 分。3) 头部企业 TOPCon 良率已经和 PERC 趋近。

考虑工艺流程增加、企业间投产条件和技术差异（主要影响能耗价格），综合而言 TOPCon 电池环节非硅的成本增量大致在 3-5 分/W。

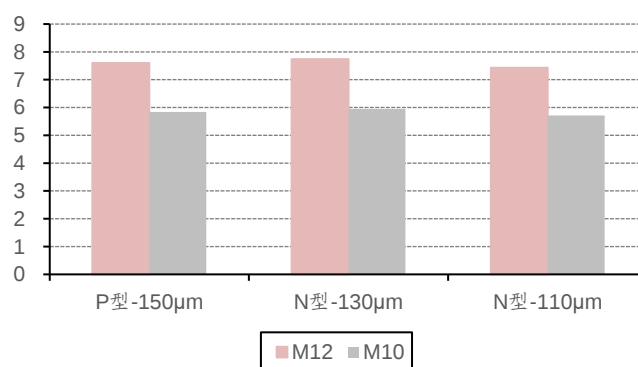
- **硅成本：**同厚度 N 型硅片更贵，但当前领先的 TOPCon 产线使用 N 型硅片厚度已经减薄至 120-130 μm ，考虑 5+% 的效率优势，结合报价估算当前 TOPCon（120-130 μm ）硅成本已经与 PERC（150 μm ）接近，若后续效率继续提升，N 型硅成本将更低，且 2023 年以来硅料价格的大幅调整，硅成本的影响会弱化。

图 11：银浆价格走势



资料来源：Solarzoom、招商证券

图 12：P/N 硅片报价（元/pc）



资料来源：企业官网、招商证券

表 3：不同转换效率单 W 硅成本估算

转换效率	M10	23.5%	24.5%	25.0%	25.5%	26.0%
P 型-150 μm	5.84 元/pc	0.77	-	-	-	-
N 型-130 μm	5.95 元/pc	-	0.77	0.75	0.74	0.72
N 型-110 μm	5.71 元/pc	-	0.74	0.72	0.71	0.69

资料来源：公司公告、企业官网、招商证券

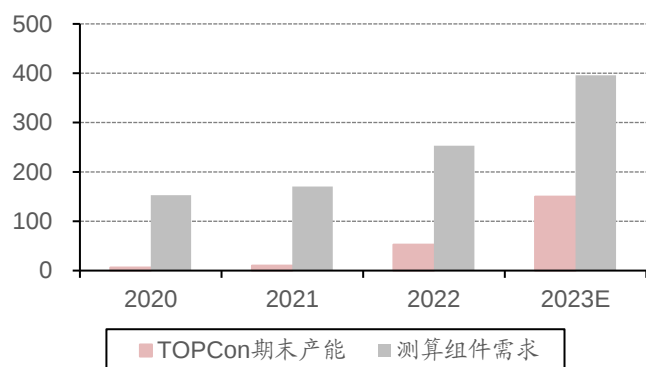
2、N 型需求爆发，溢价体现，进入收获期

2022 年，晶科能源率先启动 TOPCon 的大扩产，2022 年末 N 型产能达到 35GW，钧达（捷泰）2022 年 7 月完成首期 8GW 投产，而截至当前投产 N 型总产能达到 31GW，此外晶澳、通威、隆基、天合等均启动大规模的 N 型扩张。2021 年 PERC 市占率约 91%，2022 年降至 88%，而 N 型份额由 2021 年 3% 提升至 9%，N 型电池进入规模化应用阶段。

从市场需求看，TOPCon 供不应求：

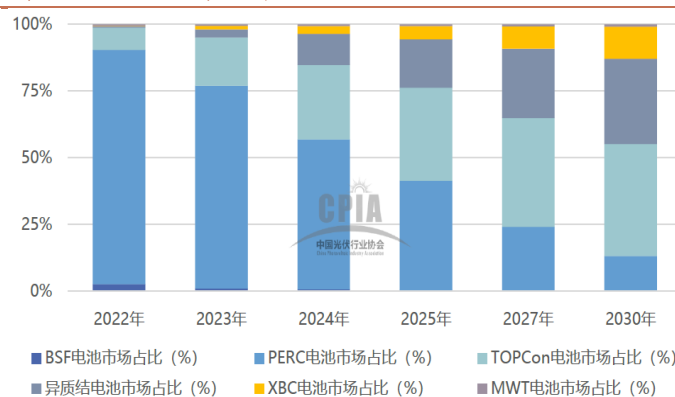
- 经历 1 年多的市场验证，下游投资方对 N 型优势理解更加深刻，TOPCon 逐步得到行业性的认可，近期部分招标项目 N 型份额已由此前 10% 上下提升至近 50%。
- 此外，对下游组件企业而言，基本上无需做产线的调整即可顺利切换到 N 型，考虑到新增的 TOPCon 电池产能很大比例在一体化企业内，能够外供的三方优质产能更为有限，这部分产能将处于供不应求的状态。

图 13：N 型电池产能预估及组件需求（GW）



资料来源：PVinfolink、招商证券

图 14：电池结构比例变化



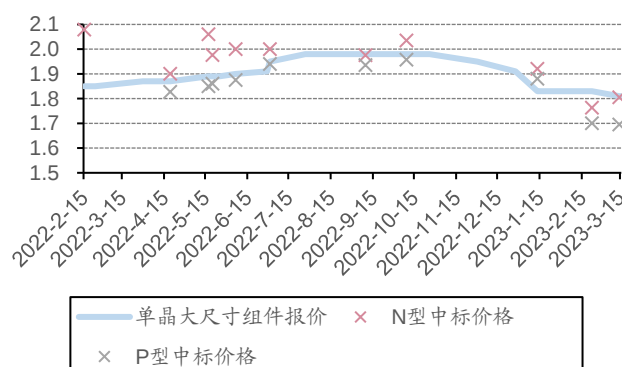
资料来源：CPIA、招商证券

从盈利表现看，溢价不断放大：

- 近期 N 型电池与 P 型电池的价格趋势有分化，价差拉开至 0.1-0.12 元/W 上下，溢价逐步放大，原因主要系随 N 型产品进一步降本增效、电站有效验证的形成，TOPCon 优势不断验证，下游对 N 型电池的需求优先级更高，高效电池的议价能力更强。
- 此外，产业链价格整体回调后也有更大的溢价空间。

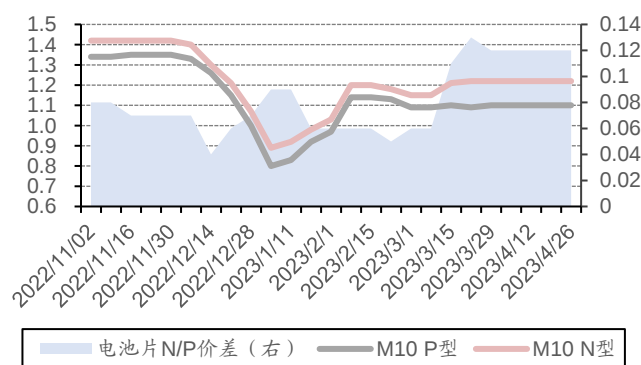
在接下来 1-2 年的推广期，优势企业将在盈利、出货量上享受先发红利。前期技术研发、资本开支随企业产线投产开始兑现收益。

图 15：N/P 型组件中标价格（元/W）



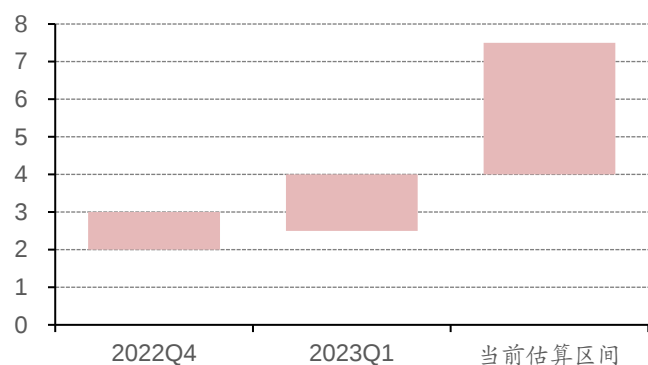
资料来源：企业官网、北极星光伏、公司公告等、招商证券

图 16：TOPCon/PERC 电池价差（元/W）



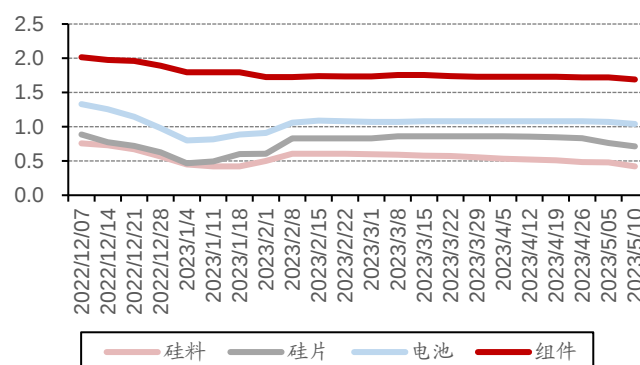
资料来源：盖锡咨询、招商证券

图 17: N/P 电池单 W 净利润差异估算 (分/W)



资料来源：公司公告等、招商证券（不同企业存异）

图 18: 产业链价格整体回调 (元/W)



资料来源：盖锡咨询、招商证券

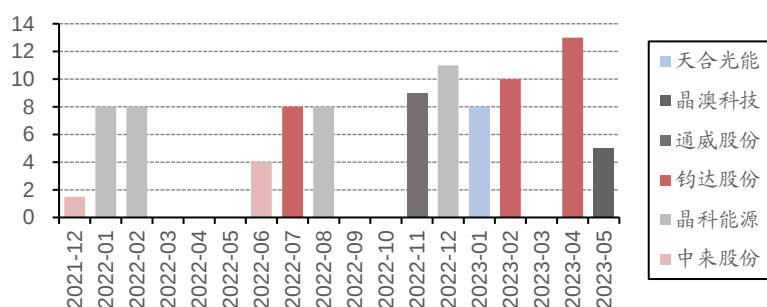
3、壁垒被低估，领先企业可能在较长时期维持优势

扩产规划巨大，实际落地仅为少数。2022 年开始组件、电池供应商以及新进入企业公布了大规模的 TOPCon 扩产规划，参考 PV-tech 等统计数据，总量高达 400-500GW：

- 从落实进度看，大部分仍未形成有效产出，产线进度低于预期。
- 针对部分投产项目，爬坡进程出现良率、效率、成本等因素限制稳定批量生产。

优质产能稀缺，电池供不应求。统计截止 2023 年 5 月，TOPCon 规模化投产项目总量在百 GW 上下，估算满产运行容量大致在 70GW，也充分验证 TOPCon 的产业化壁垒，由规划到投产，再到形成稳定的产出仍有较大的距离。预计 2023 年 TOPCon 有效出货百 GW 上下，相较全球装机仍有巨大的份额空间。

图 19 部分规模量产 TOPCon 产线统计 (GW)



资料来源：公司公告、招商证券

TOPCon 是无人区产业，和 PERC 当时的状态很大的不同，在较长的时期，都还会有较明显的差异化。当前实现规模化量产的 TOPCon 供应商过去在 N 型领域长期投入和布局，优势可能会持续更长的时间。

- 率先实现 TOPCon 大规模量产，抓住窗口期提升份额：目前形成有效产出的仍是少数，提供先发企业提升份额的时间窗口。
- 汇聚上下游优势资源，在转换效率、量产工艺上维持领先：TOPCon 在原有 PERC 基础上增加若干工序，相对更复杂，同时还在快速的升级过程中，发展初期 know-how 掌握在电池企业手中，提前布局 TOPCon 的企业，会具备一定竞争优势。先发企业更容易汇聚上下游优势资源，如设备、辅材等，更新迭代期第一时间完成更新优化，可能持续在效率、成本上维持领先。

三、N 型带动光伏行业的深刻变革

1、上下游及制造设备

上游硅料、硅片：1) N 型电池对硅料纯度要求更高，一般而言多晶用料纯度在达到电子级标准，对于硅料企业的工艺要求进一步提升；2) N 型、P 型硅片掺杂元素分别为磷和硼，拉晶过程要求热场、坩埚等辅材杂质含量更低，此外 N 型厚度较 P 型更薄，目前领先的产业化水平在 130 μm ，还有进一步的减薄空间，对硅片工艺也有一定的差异化要求。

电池设备：TOPCon 电池基本由 PERC 电池的基础架构升级而来，除衬底由 P 型变为 N 型外，主要差别在于硼扩与钝化层的制备：a) 由于硼扩散的速度较慢，因此硼扩设备数量增加；b) 背面钝化接触结构有变化，由隧穿氧化层与掺杂多晶硅构成。隧穿氧化层生长及多晶硅层沉积是 TOPCon 工艺的难点，以多晶硅层的制备方式划分，主要分为三种技术路线，分别为 LPCVD（低压力化学气相沉积法，可进一步细分为以全扩散工艺与离子注入磷工艺）、PECVD（等离子体增强化学的气相沉积法）、PVD（物理气相沉积法）。

下游组件：TOPCon 通常配合 SMBB（12BB、16BB 等）减少银浆用量、遮光面积及电流收集串联电阻，同时硅片更薄，此时要求串焊机、自动化设备等做相应调整（若不改变主栅线数目则无需调整）。

辅材：需要根据 TOPCon 电池特征做适配，主要涉及胶膜、逆变器、接线盒等。

- TOPCon 电池正面为 Al_2O_x 及 SiN_x ，相较 PERC 受 PID 影响更明显，同时考虑其双面率优势，也更适合做双玻结构，POE/EPE 胶膜更加适配。
- TOPCon 更高效率体现为更大的输出电流，可能也要求逆变器、接线盒等电气部件做小幅度的优化。

表 4：太阳能/电子级硅料参数对比

项目	电子级多晶硅技术指标要求			太阳能级多晶硅技术指标			
	电子 1 级	电子 2 级	电子 3 级	特级品	1 级品	2 级品	3 级品
施主杂质浓度(10^{-9}) $\leq$	0.15	0.25	0.3	0.68	1.4	2.61	6.16
受主杂质浓度(10^{-9}) $\leq$	0.05	0.08	0.1	0.26	0.54	0.88	2.66
少数载流子寿命(μs)	1000	1000	500	300	200	100	50
碳浓度(atoms/ cm^3)	4.0×10^{15}	1.0×10^{15}	1.5×10^{15}	2.0×10^{16}	2.5×10^{16}	3.0×10^{16}	4.0×10^{16}
氧浓度(atoms/ cm^3)	1×10^{15}	-	-	0.2×10^{17}	0.5×10^{17}	1.0×10^{17}	1.0×10^{17}
基体金属杂质浓度(10^{-9} , ng/g) $\leq$ Fe、Cr、Ni、Cu、Zn、Na	1	1.5	2	15	50	100	100
表面金属杂质浓度(10^{-9} , ng/g) $\leq$ Fe、Cr、Ni、Cu、Zn、Al、K、Na	5.5	10.5	15	30	100	100	100

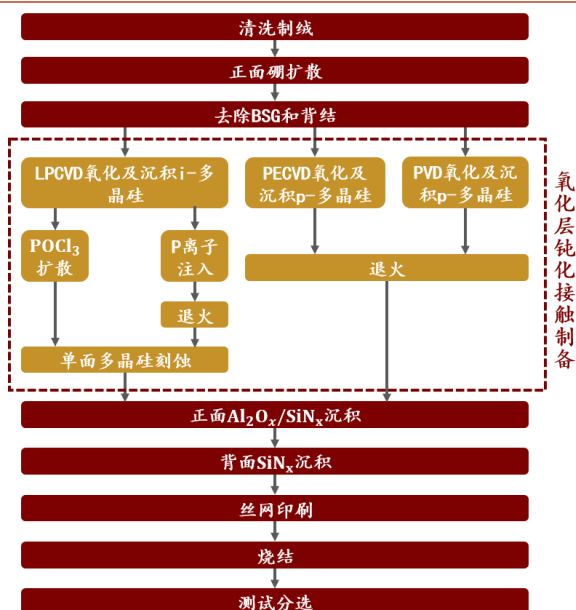
资料来源：国家标准化管理委员会、招商证券

表 5：LPCVD 与 PECVD 设备投资

	LPCVD		PECVD	
	占比	投资额（亿元）	占比	投资额（亿元）
清洗制绒+刻蚀	15%	0.24-0.3	15%	0.24-0.3
硼扩散	10%	0.16-0.2	10%	0.16-0.2
正膜沉积	10%	0.16-0.2	10%	0.16-0.2
背膜沉积	25-30%	0.45-0.55	20-30%	0.35-0.5
丝印烧结	20-25%	0.35-0.45	20-25%	0.35-0.45
自动化	10-15%	0.2-0.3	10-15%	0.2-0.3
其他	3-5%	0.05-0.1	3-5%	0.05-0.1
合计		1.6-1.9		1.6-1.8

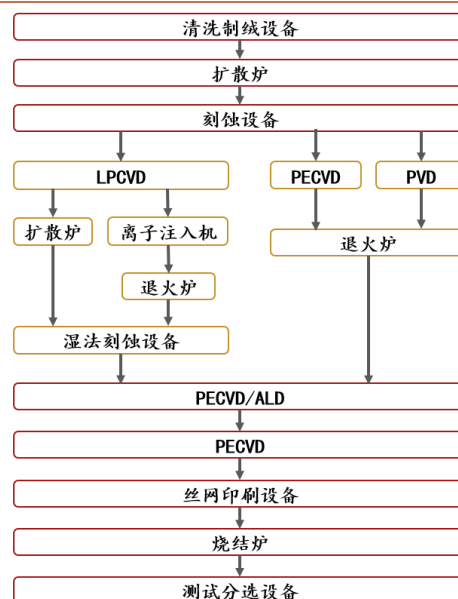
资料来源：《高效晶体硅太阳能电池技术》、招商证券

图 20 TOPCon 制备工艺



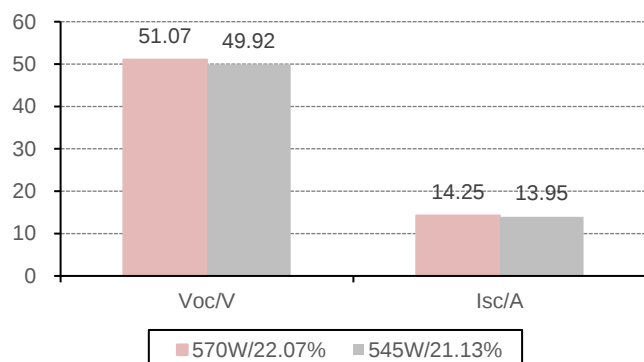
资料来源：中科院电工所、招商证券

图 21 TOPCon 制备工艺所需设备



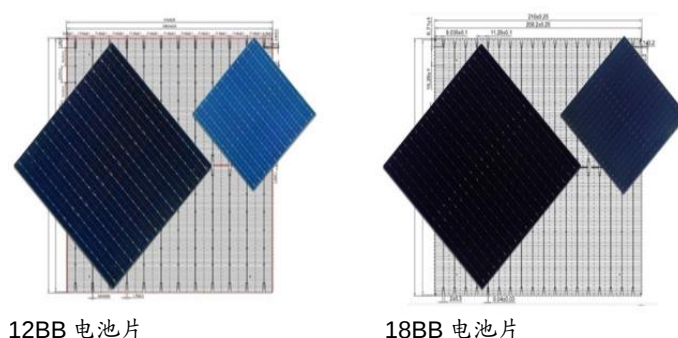
资料来源：中科院电工所、招商证券

图 22: PERC 与 TOPCon 组件 Voc 与 Isc 对比



资料来源：企业官网、招商证券

图 23: SMBB 电池片示意



资料来源：企业官网、招商证券

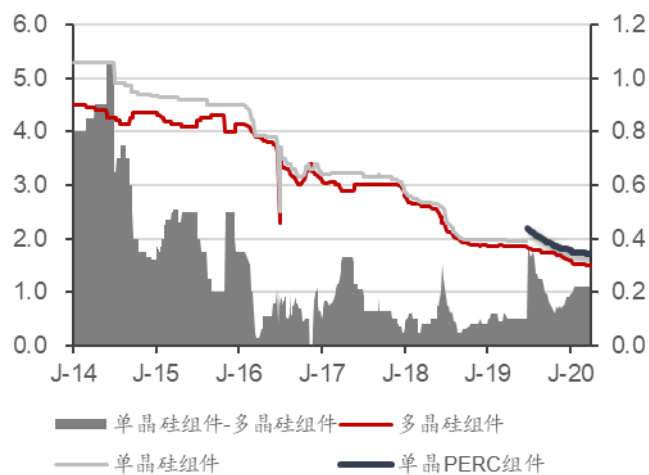
2、推动实现大幅降本增效，影响产业格局

光伏行业在持续的迭代进步，过去包括大尺寸、单双玻、半片拼片、以及制造设备、辅材环节的诸多升级，推动持续降本增效和平价的实现。

在众多技术变革中，电池环节的跨越升级仍是影响最大的方向。2016、2017 年前后开始，单晶 PERC 完成对多晶的性价比逆转，带动转换效率阶跃提升至 20%+，也深刻影响了光伏产业的竞争格局。TOPCon 在当下产业化初期就已获得了相对 PERC 的一定经济性，将在明年开始规模应用。

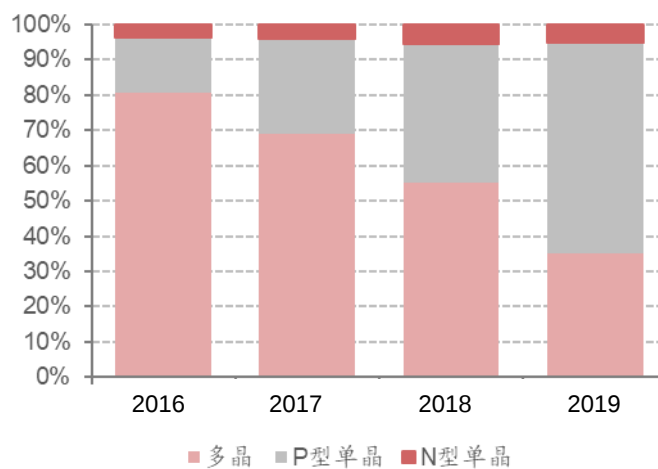
而与此前的技术优化可能存在场景适用性(如单双玻等)、或者多种方案的选择可能(如大尺寸等)不同，由于 TOPCon 相较 PERC 的效率优势已经在 1-1.5pcts，并可以预见效率差额仍将继续拉开，意味着所有的电池企业都需要在当前仍是主流的 PERC 方案上做调整应对，其影响范围是全行业的。同时如前所述，TOPCon 电池对上下游及后端设备形成差异化要求，围绕 TOPCon 相关的电池装备、膜材料等辅材，可能会有相应的新需求和新机会。

图 24: 2014-2020 单/多晶组件价格走势 (元/W)



资料来源: Solarzoom、招商证券

图 25: 2016-2019 国内单晶电池占比



资料来源: CPIA、招商证券

投资建议

2022 年为 TOPCon 产业化元年，过去一年间领先企业的技术工艺水平持续优化，TOPCon 相较 PERC 的优势不断放大；下游对其认可度进一步提升，盈利溢价不断拉大，目前处于供应紧张状态。虽然 2022 年出现了大规模的 TOPCon 扩产规划，但有竞争力的产出依旧稀缺。当前 TOPCon 是无人区产业，先发企业 knowhow 更深厚，更容易汇聚上下游资源引领迭代，有望在较长时期内领先。

继续推荐晶科能源、钧达股份、晶澳科技、通威股份、天合光能、隆基绿能、中来股份、福斯特、海优新材（化工联合）、聚和材料（有色联合）、捷佳伟创（机械联合）。

表 6：重点公司主要财务指标

	股价	22EPS	23EPS	24EPS	23PE	24PE	PB	评级
晶科能源	12.1	0.3	0.7	1.0	16	12	4.3	强烈推荐
钧达股份	106.9	5.1	11.5	15.5	9	7	15.7	强烈推荐
晶澳科技	38.3	2.3	3.7	4.9	10	8	4.3	强烈推荐
通威股份	39.0	5.7	4.8	4.4	8	9	2.6	强烈推荐
天合光能	49.0	1.7	3.4	4.6	15	11	3.8	强烈推荐
隆基绿能	33.6	2.0	2.5	3.0	14	11	3.9	强烈推荐
中来股份	13.4	0.4	0.9	1.4	14	9	3.6	未予评级
福斯特	46.0	1.2	2.2	2.7	21	17	4.4	强烈推荐
海优新材	114.8	0.6	6.9	10.2	17	11	4.1	强烈推荐
聚和材料	111.5	3.5	5.2	7.3	22	15	2.7	强烈推荐
捷佳伟创	106.0	3.0	4.1	5.7	26	19	4.9	强烈推荐

资料来源：公司公告、招商证券（部分参考 wind 一致预期）

相关报告

- 光伏系列报告之（七十二）：欧盟发展新能源决心坚定，中国企业机会大于危机 2023-04-04
- 光伏系列报告之（七十一）：靶材作为核心材料，有望在钙钛矿未来的发展中壮大 2023-02-14
- 光伏系列报告之（七十）：钙钛矿与叠层电池产业化论坛点评 2023-01-30
- 光伏系列报告之（六十九）：产业链降价一步到位并企稳，排产装机将不断上行 2023-01-30
- 光伏系列报告之（六十八）：高纯石英砂供需紧张可能超预期 2023-01-10
- 光伏系列报告之（六十七）：钙钛矿的产业探索加速，几大核心问题仍有待突破 2023-01-05
- 光伏系列报告之（六十六）：光伏背板差异化发展，PET 基膜用量与价值得到提升 2023-01-03
- 光伏系列报告之（六十五）：硅料降价带动制造业价格大调整，板块迎来布局契机 2022-12-26
- 光伏系列报告之（六十四）：TOPCon 加速推广，浆料龙头显著受益 2022-12-15
- 光伏系列报告之（六十三）：三季度主产业链收入与业绩双增，辅材环节盈利有待改善 2022-12-06
- 光伏系列报告之（六十二）：N 型发展推动 POE 胶膜应用，POE 产业链进入红利期 2022-11-23
- 光伏系列报告之（六十一）：欧盟光伏审批有望简化，集中式项目大规模放量在即 2022-11-17
- 光伏系列报告之（六十）：电池片盈利行业性修复，新技术逐步进入红利期 2022-10-16
- 光伏系列报告之（五十九）：受天然气供需变化与极端天气影响，欧洲电价波动较大 2022-10-16
- 光伏系列报告之（五十八）：TOPCon 产业化推动 POE 胶膜渗透率加速提升 2022-09-26
- 光伏系列报告之（五十七）：欧盟电价限制影响有限，发展新能源决心坚定 2022-09-19

光伏系列报告之（五十六）：TOPCon 正在进入新技术推广的红利期 2022-09-08

光伏系列报告之（五十五）：逆变器需求强劲，IGBT 供给宽松后出货增长或超预期 2022-07-13

光伏系列报告之（五十四）：PECVD 有望规模应用，相关供应商可能会显著受益 2022-07-04

光伏系列报告之（五十三）：硅料供需仍然紧张，头部企业经营可能持续超预期 2022-07-04

光伏系列报告之（五十二）：受益细线化、薄片化，金刚线需求增速将高于光伏行业增速 2022-06-14

光伏系列报告之（五十一）：TOPCon 规模推广加快，有望带来新一轮电池装备需求 2022-06-12

光伏系列报告之（五十）：政策频出，继续大力支持新能源发展 2022-05-31

光伏系列报告之（四十九）：硅料大扩张带来新需求，三氯氢硅盈利可能超预期 2022-05-31

光伏系列报告之（四十八）Topcon 溢价未充分反应，规模化应用进度可能显著超预期 2022-04-06

光伏系列报告之（四十七）三部委联手推进解决可再生能源补贴拖欠问题 2022-03-29

光伏系列报告之（四十六）欧洲将进一步加强清洁能源投入 2022-03-11

光伏系列报告之（四十五）新能源运营环节有望迎来价值重估 2022-03-10

光伏系列报告之（四十四）TOPCon 开始规模应用，优势企业可能提前开始收获 2022-03-07

光伏系列报告之（四十三）组件是光伏行业的战略制高点 2022-02-28

分析师承诺

负责本研究报告的每一位证券分析师，在此申明，本报告清晰、准确地反映了分析师本人的研究观点。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中的具体推荐或观点直接或间接相关。

游家训：浙江大学硕士，曾就职于国家电网公司上海市电力公司、中银国际证券，2015 年加入招商证券，现为招商证券电气设备新能源行业首席分析师。

刘巍：德国斯图加特大学车辆工程硕士，曾就职于保时捷汽车、沙利文咨询公司，2020 年加入招商证券，覆盖新能源车汽车产业链、工控自动化。

赵旭：中国农业大学硕士，曾就职于川财证券，2019 年加入招商证券，覆盖风电、光伏产业。

张伟鑫：天津大学电气工程硕士，曾就职于国金证券，2021 年加入招商证券，覆盖新能源发电产业。

评级说明

报告中所涉及的投资评级采用相对评级体系，基于报告发布日后 6-12 个月内公司股价（或行业指数）相对同期当地市场基准指数的市场表现预期。其中，A 股市场以沪深 300 指数为基准；香港市场以恒生指数为基准；美国市场以标普 500 指数为基准。具体标准如下：

股票评级

强烈推荐：预期公司股价涨幅超越基准指数 20%以上

增持：预期公司股价涨幅超越基准指数 5-20%之间

中性：预期公司股价变动幅度相对基准指数介于±5%之间

减持：预期公司股价表现弱于基准指数 5%以上

行业评级

推荐：行业基本面向好，预期行业指数超越基准指数

中性：行业基本面稳定，预期行业指数跟随基准指数

回避：行业基本面转弱，预期行业指数弱于基准指数

重要声明

本报告由招商证券股份有限公司（以下简称“本公司”）编制。本公司具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。本报告基于合法取得的信息，但本公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证。本报告所包含的分析基于各种假设，不同假设可能导致分析结果出现重大不同。报告中的内容和意见仅供参考，并不构成对所述证券买卖的出价，在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。除法律或规则规定必须承担的责任外，本公司及其雇员不对使用本报告及其内容所引发的任何直接或间接损失负任何责任。本公司或关联机构可能会持有报告中所提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行业务服务。客户应当考虑到本公司可能存在可能影响本报告客观性的利益冲突。

本报告版权归本公司所有。本公司保留所有权利。未经本公司事先书面许可，任何机构和个人均不得以任何形式翻版、复制、引用或转载，否则，本公司将保留随时追究其法律责任的权利。