

## 平台型技术优势凸显，龙头入局有望加速产业化

## ——BC 电池专题研究

## 投资要点

## ➤ BC电池结构优势明显，具备多重优势

BC电池在太阳能电池技术中，指的是背接触电池，英文全称为Back Contact，BC结构可与TOPCon、HJT结合，兼容性较好。BC电池的创新设计在于其正面无遮挡结构，这一特点消除了传统栅线遮挡带来的光能损失，确保了入射光子的最大化利用，使得BC电池转换效率更高。同时，BC电池的独特设计使其发射区和基区的电极均位于背面，从而实现了正面完全无栅线遮挡的效果。这一创新特性使其尤其适合应用于光伏建筑一体化（BIPV）的场景，以及对价格敏感度相对较低的家用领域。

## ➤ 龙头入局，产业进程有望提速

隆基绿能董事长钟宝申在公司2023年半年报业绩说明会上表示，BC电池的发电性能非常优异，随着相关技术进一步突破，在接下来的5~6年，BC电池有望成为晶硅电池的主流，包括双面和单面电池。目前，隆基已经投建年产30GW的HPBC电池产能，预计24年Q1全面达产，未来新增产能也将聚焦于BC电池技术。我们认为，随着BC电池技术的进一步发展、龙头厂商产能落地，BC电池产业化进程有望提速。

## ➤ 激光技术有望缩短工序，激光设备重要性显著提升

激光技术因其高精度和柔性加工的特性，在光伏行业中的应用逐渐增多，尤其在BC电池的制造过程中。具体来说，激光在BC电池中用于激光刻蚀、激光开槽和激光开孔等关键步骤，这些步骤对于BC电池的制造至关重要。由于BC电池对精度的需求高，激光技术的这一优势正好满足了BC电池的制造需求，因此，激光逐渐成为BC电池制造的关键设备。此外，激光技术还有望进一步突破，如脉冲激光沉积和激光诱导热氧化等新型技术，它们可能会更大地参与到BC电池的生产制造中。这些技术的进一步发展和应用，有望缩短BC电池的制造工序，提高生产效率。

## ➤ 投资建议

随着BC电池技术的进一步发展、龙头厂商产能落地，BC电池产业化进程有望提速。建议关注产业链优质公司：隆基绿能、爱旭股份、帝尔激光。

## ➤ 风险提示

光伏新增装机不及预期的风险；新技术产业化推进不及预期的风险；行业产能过剩的风险。

## 投资评级：看好

分析师：吴起涛

执业登记编号：A0190523020001

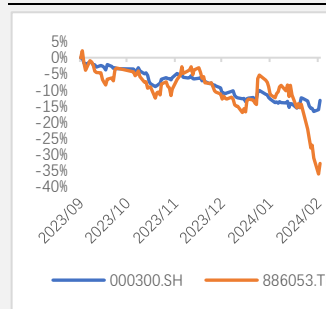
[wuqidi@yd.com.cn](mailto:wuqidi@yd.com.cn)

研究助理：陈恒发

执业登记编号：A0190123040006

[chenhengfa@yd.com.cn](mailto:chenhengfa@yd.com.cn)

BC 电池指数与沪深 300 指数走势对比



资料来源：同花顺 iFinD，源达信息证券研究所

## 目录

一、BC 电池结构优势凸显，产业化进程加速.....	3
1. BC 电池即背接触电池，兼容性较好 .....	3
2. 结构优势明显，具备多重优势 .....	3
3. BC 电池研究历史悠久，龙头入局有望加速产业化.....	5
二、制备工艺流程复杂，产业化壁垒高 .....	6
1. BC 电池的生产制造难度大、壁垒高 .....	6
2. 激光技术有望缩短工序，激光设备重要性显著提升 .....	6
三、投资建议 .....	8
1. 隆基绿能 .....	8
2. 爱旭股份 .....	8
3. 帝尔激光 .....	9
四、风险提示 .....	11

## 图表目录

图 1：TBC 电池结构.....	3
图 2：HBC 电池结构 .....	3
图 3：BC 电池转换效率不断提升 .....	4
图 4：BC 电池组件应用场景 .....	4
图 5：常规组件应用场景 .....	4
图 6：晶硅技术发展趋势 .....	5
图 7：TBC 电池的一种生产工艺.....	7
图 8：2019-2023 年前三季度隆基绿能营业收入情况.....	8
图 9：2019-2023 年前三季度隆基绿能归母净利润情况 .....	8
图 10：2019-2023 年前三季度爱旭股份营业收入情况.....	9
图 11：2019-2023 年前三季度爱旭股份归母净利润情况.....	9
图 12：2019-2023 年前三季度帝尔激光营业收入情况.....	10
图 13：2019-2023 年前三季度帝尔激光归母净利润情况.....	10
表 1：光伏电池片技术对比 .....	6

## 一、BC 电池结构优势凸显，产业化进程加速

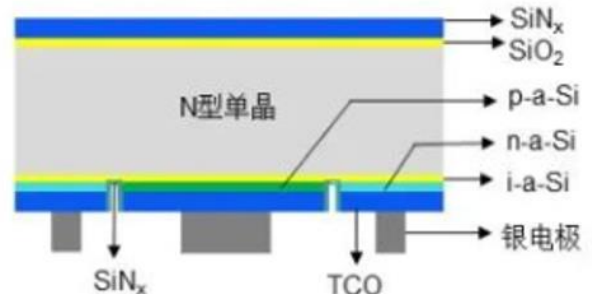
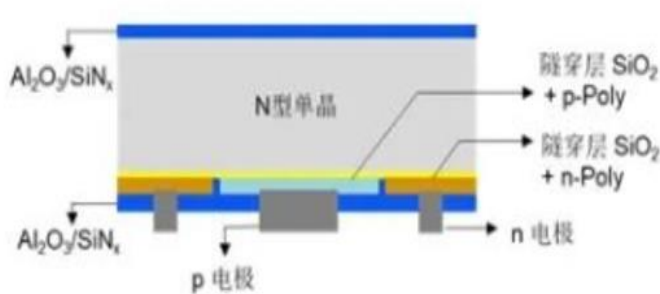
### 1. BC 电池即背接触电池，兼容性较好

BC 电池在太阳能电池技术中，指的是背接触电池，英文全称为 Back Contact。这种电池的主要特点是将 PN 结和金属接触都设于太阳电池的背面，使得电池正面没有电极遮挡，从而增大了电池吸收太阳光照射的面积，进而提高了转换效率，能发出更多的电量。

BC 结构可与 TOPCon、HJT 结合，兼容性较好。与 TOPCon、HJT、PERC 等技术不同的地方在于，IBC 主要通过背面图形化工艺将 p+发射极、n+背场区以及银栅线放置于电池背面，是电池背面图形结构的变化。而其他三种电池技术路线则主要是通过改变电池钝化的膜层结构，实现效率以及其他特性的改变。因此，IBC 电池在电池继续优化性能、提升效率的过程中可以与其他钝化电池技术相结合，例如将 HJT 非晶硅钝化技术与 IBC 相结合可开发 HBC 电池；也有将 TOPCon 钝化接触技术与 IBC 相结合可研发 TBC 电池。

图 1: TBC 电池结构

图 2: HBC 电池结构



资料来源：普乐科技，源达信息证券研究所

资料来源：普乐科技，源达信息证券研究所

### 2. 结构优势明显，具备多重优势

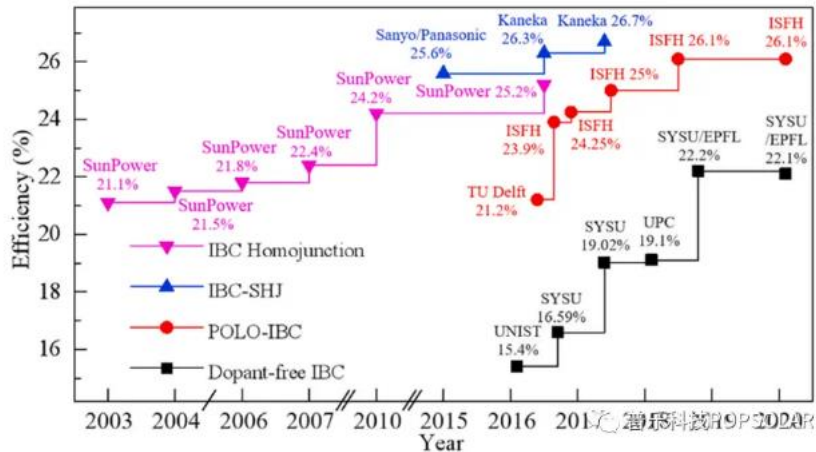
- 受益于正面无栅线的结构设计，BC 电池转换效率更高

BC 电池的创新设计在于其正面无遮挡结构，这一特点消除了传统栅线遮挡带来的光能损失，确保了入射光子的最大化利用。相较于常规太阳能电池，BC 电池的短路电流可提升约 7%，这一显著增益得益于其独特的背面电极布局。由于正负电极均位于电池背面，无需担忧栅线遮挡问题，因此可以灵活调整栅线比例，进而降低串联电阻，提升填充因子（FF）。

同时，BC 电池正面的设计自由度得到了大幅提升。无需考虑栅线遮光及金属接触等限制因素，研发人员可以对表面钝化及陷光结构进行最优化配置，有效降低前表面复合速率并减少表面反射，从而进一步提升开路电压（Voc）和短路电流密度（Jsc）。这些关键参数的优化共同推动了 BC 电池实现卓越的转换效率。

BC 电池将所有栅线移至背面的独特设计，虽然提升了效率，但也牺牲了电池的双面性。这意味着它无法有效吸收经地面反射的阳光，因此特别适合于光伏建筑一体化等无法利用背面反射光的应用场景。在这样的特定环境中，BC 电池以其高效能和优化设计，成为提升光伏发电效率的理想选择。

图 3：BC 电池转换效率不断提升



资料来源：普乐科技，源达信息证券研究所

● 无栅线提升组件美观度，契合高端分布式市场需求

BC 电池的独特设计使其发射区和基区的电极均位于背面，从而实现了正面完全无栅线遮挡的效果。这一创新特性使其尤其适合应用于光伏建筑一体化（BIPV）的场景，以及对价格敏感度相对较低的家用领域。鉴于其在这些特定应用场景中的卓越表现，BC 电池展现出良好的商业化前景。

图 4：BC 电池组件应用场景



图 5：常规组件应用场景



资料来源：OFweek，源达信息证券研究所

资料来源：OFweek，源达信息证券研究所

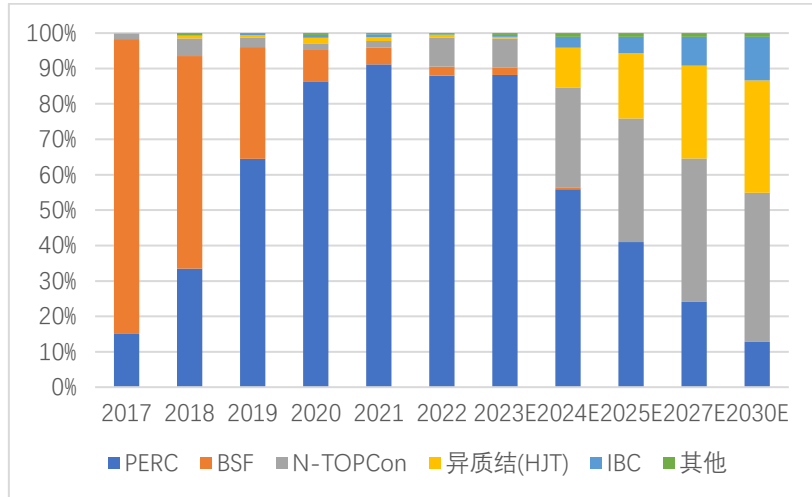
### 3.BC 电池研究历史悠久，龙头入局有望加速产业化

BC 电池的发展历史可以追溯到 20 世纪 70 年代，当时这种电池最初被研发出来并主要应用于聚光系统中。以下是 BC 电池发展的一些关键阶段和历史节点：

- 技术探索期(1975-1996 年)：BC 电池的技术概念被提出，并开始了对这种电池技术的初步探索和研究。
- 初步产业化期(1997-2010 年)：在这一阶段，技术领导者如 SunPower 等公司开始将 BC 电池技术推向初步产业化，并进行了相关的研发和生产工作。
- 研发热潮期(2011-2016 年)：随着光伏技术的不断发展和市场需求的增加，更多的厂商和机构开始进入 BC 电池的研发领域，推动了该技术的进一步发展和优化。
- 技术分支化期(2017 年至今)：在这个阶段，BC 电池技术逐渐形成了不同的工艺路线和分支化发展方向。例如，出现了经典 BC 电池工艺、POLO-IBC 电池工艺(结合了 TOPCon 技术)以及 HBC 电池工艺(结合了 HJT 技术)等不同的技术路线。

龙头入局，产业进程有望提速。隆基绿能董事长钟宝申在公司 2023 年半年报业绩说明会上表示，BC 电池的发电性能非常优异，随着相关技术进一步突破，在接下来的 5~6 年，BC 电池有望成为晶硅电池的主流，包括双面和单面电池。目前，隆基已经投建年产 30GW 的 HPBC 电池产能，预计 24 年 Q1 全面达产，未来新增产能也将聚焦于 BC 电池技术。我们认为，随着 BC 电池技术的进一步发展、龙头厂商产能落地，BC 电池产业化进程有望提速。

图 6：晶硅技术发展趋势



资料来源：CPIA，源达信息证券研究所

## 二、制备工艺流程复杂，产业化壁垒高

### 1. BC 电池的生产制造难度大、壁垒高

BC 电池的生产制造难度大、壁垒高，主要体现在以下几个方面：

- **对基体材料要求较高：**BC 电池属于背结电池，为了使光生载流子在到达背面 p-n 结前尽可能少地或完全不被复合，就需要较高的少子扩散长度。因此，对基体材料的质量要求较高。
- **对前表面的钝化要求较高：**如果前表面复合较高，光生载流子在未到达背面 p-n 结区之前已被复合掉，将会大幅降低电池转换效率。因此，对前表面的钝化技术也提出了较高的要求。
- **工艺复杂度高：**BC 电池的电极均处于背面，需要通过扩散掺杂、钝化镀膜和金属化栅线等工艺步骤来制备。这些工艺步骤的复杂度高，需要精确控制各个工艺参数，以确保电池的性能和效率。
- **设备和技术投入大：**BC 电池的生产需要高精度的设备和技术支持，包括高精度的光刻机、刻蚀机、镀膜机等。这些设备的价格昂贵，技术投入大，增加了生产的难度和成本。
- **生产良率低：**由于 BC 电池的工艺复杂度高，生产过程中的任何一个环节出现问题都可能导致电池的失效。因此，BC 电池的生产良率相对较低，进一步增加了生产的难度和成本。

表 1：光伏电池片技术对比

	PERC	TOPCon	HJT	IBC	TBC	HBC
量产效率	22.8%- 23.5%	23.5%- 25.5%	23.5%- 25.5%	23.5%- 24.5%	24.5%- 25.5%	25%- 26.5%
量产难度	工序中等，难度低	可从 Perc 产线升级，量产难度小	工序少，量产难度较高	工序多，量产难度较高	工序多，量产难度较高	工序多，量产难度高
量产成熟度	已成熟	已成熟	即将成熟	已成熟	即将成熟	即将成熟
设备投资	2 亿/GW	2.5 亿/GW	4.5 亿/GW	3 亿/GW	3.5 亿/GW	5 亿/GW

资料来源：Solarzoom，源达信息证券研究所

### 2. 激光技术有望缩短工序，激光设备重要性显著提升

激光技术因其高精度和柔性加工的特性，在光伏行业中的应用逐渐增多，尤其在 BC 电池的

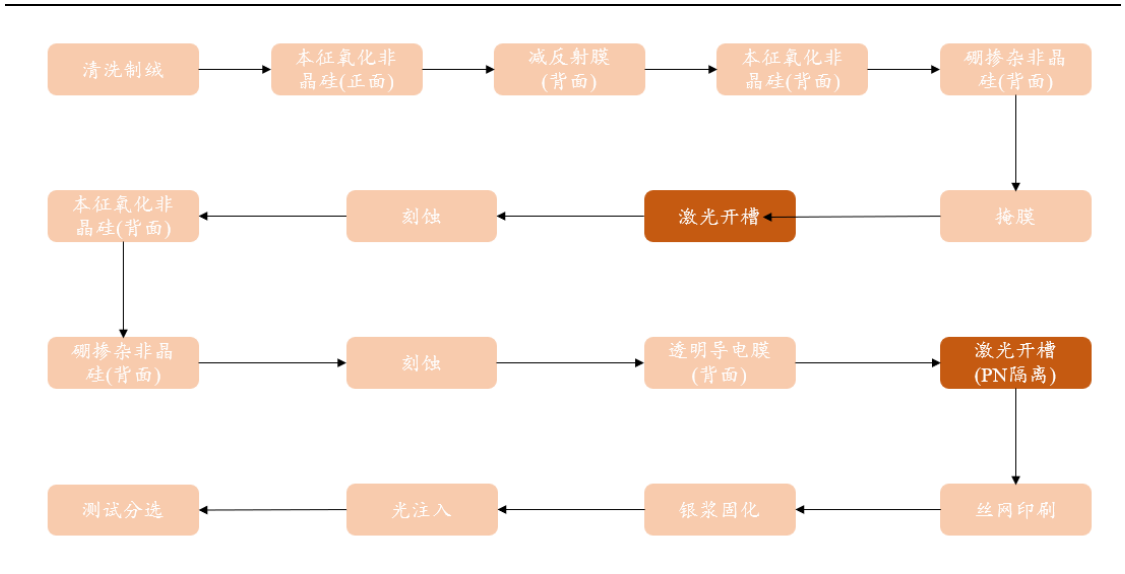
制造过程中。具体来说，激光在 BC 电池中用于激光刻蚀、激光开槽和激光开孔等关键步骤，这些步骤对于 BC 电池的制造至关重要。由于 BC 电池对精度的需求高，激光技术的这一优势正好满足了 BC 电池的制造需求，因此，激光逐渐成为 BC 电池制造的关键设备。此外，激光技术还有望进一步突破，如脉冲激光沉积和激光诱导热氧化等新型技术，它们可能会更大地参与到 BC 电池的生产制造中。这些技术的进一步发展和应用，有望缩短 BC 电池的制造工序，提高生产效率。

以 TBC 工艺为例，其典型的制造流程中包含三个关键的激光处理步骤。首先，第一道激光工序用于实现材料的图形化，为后续工艺奠定精确的基础。接着，第二道激光工序则负责精确隔离 N 型与 P 型区域，确保电池内部结构的清晰划分。最后，第三道激光工序则与金属化过程紧密衔接，为电池的最终性能提供坚实的保障。

光伏电池的核心在于 PN 结内建电场驱动少数载流子的运动。为确保电极有效捕获这些载流子，电池结构中的 PN 接触必须特定地由衬底和相反类型的扩散层构成。以 TBC 为例，其 PN 结仅能通过 N 型衬底与 p 型多晶硅（p-poly-Si）的组合实现，避免 n 型与 p 型多晶硅直接接触引发的短路风险至关重要。

在常规光伏电池制造工艺中，镀膜和扩散处理通常覆盖整个材料表面。此时，第一道激光工序的作用在于精准地去除部分初次掺杂后的膜层，从而界定出清晰的 N 型和 P 型区域。随后，在进行另一类型掺杂膜层的制作后，第二道激光工序将精确剔除 N 型与 P 型掺杂区域的交界部分，确保两者的隔离，并在电池背面建立起独立的电子和空穴传输通道。最后，第三道激光工序将去除部分氮化硅（SiNx）薄膜，这样做的目的是确保金属浆料能够直接与硅材料接触，从而实现载流子的顺畅导出。这一系列激光处理步骤对于提高光伏电池的性能和效率至关重要。

图 7: TBC 电池的一种生产工艺



资料来源：OFweek，源达信息证券研究所

### 三、投资建议

#### 1.隆基绿能

公司是光伏行业领先企业，构建单晶硅片、电池组件、工商业分布式解决方案、绿色能源解决方案、氢能装备五大业务板块，形成支撑全球零碳发展的“绿电”+“绿氢”产品和解决方案。在公司引领下，单晶在全球市场占有率快速提升，并完成了对多晶的市场替代，公司已发展成为全球最大的集研发、生产、销售、服务于一体的单晶光伏制造企业，单晶硅片和组件出货量均位列全球第一。在电池方面，公司持续推动高效太阳能电池及组件的量产及商业化，在技术方案上实现量产一代、在研一代、储备一代。公司目前的 PERC 量产最高效率已突破 24%，进一步推进量产效率接近 PERC 电池理论极限转换效率。2022 年，创造性地开发了正面无栅线的 HPBC 太阳能电池，其量产转换效率超过 25%，并推出了 Hi-MO6 高效组件，为不同应用场景提供了更具价值的产品解决方案选择。

出货稳健增长，盈利短期承压。2023 年前三季度，公司实现单晶硅片出货量 86.5GW，其中对外销售 37.45GW；实现单晶电池对外销售 4.71GW；实现单晶组件出货量 43.53GW，其中对外销售 43.12GW，自用 0.41GW。Q3 单季度公司硅片、电池片、组件分别对外销售 14.47GW、1.43GW、16.63GW。。

图 8：2019-2023 年前三季度隆基绿能营业收入情况

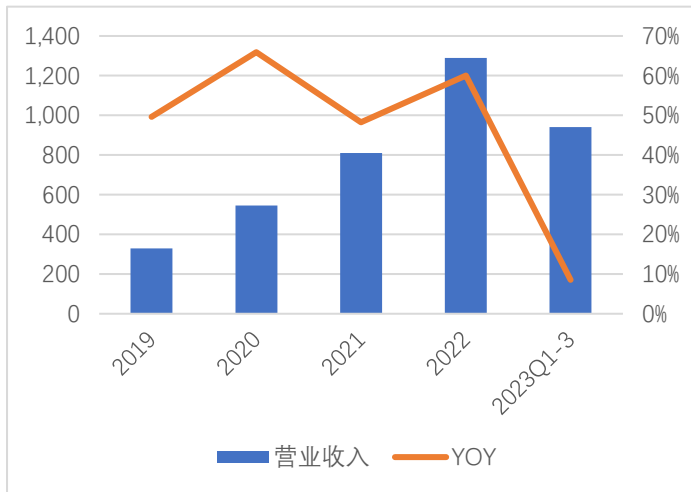
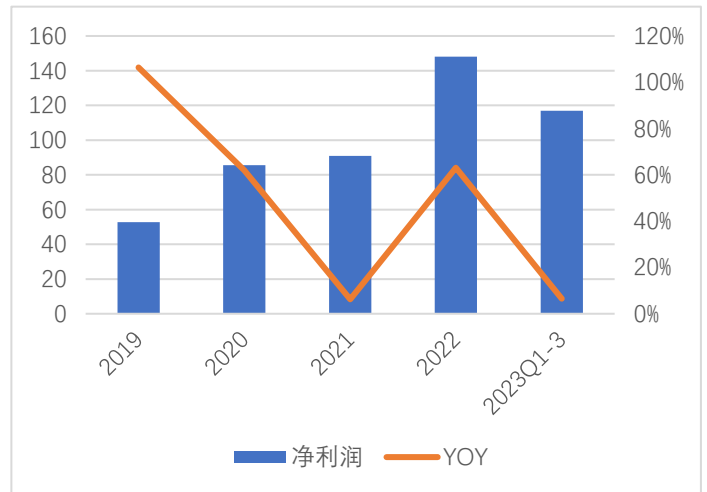


图 9：2019-2023 年前三季度隆基绿能归母净利润情况



资料来源：公司公告，源达信息证券研究所

资料来源：公司公告，源达信息证券研究所

#### 2.爱旭股份

爱旭股份是全球领先的新能源科技企业，核心业务包括光伏电池、组件研发制造与提供光储用一体化整体解决方案。2022 年电池出货超 34GW，全球市占率 12.5%，2018-2022 年，电池销量稳居行业全球前二，电池龙头地位稳固。公司是管式 PERC 技术发明者，引领上一轮 PERC 技术迭代。2021 年创新发明 N 型 ABC 电池，再次引领电池技术变革，我们预计

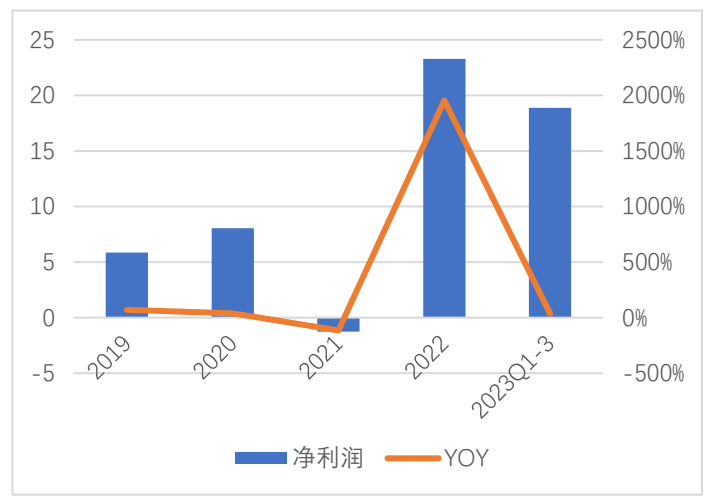


2023 年底公司将具备 10GWABC 电池组件满产产能，全年 ABC 组件出货有望超 2GW，并另建设、规划义乌、济南两地合计 45GW 的 ABC 产能。XBC 行业：高壁垒的高效路线，龙头押注加速迭代蜕变。IBC（叉指式背接触电池）是一种将正面的金属栅线放到电池背面减少阳光遮挡从而提高转换效率电池结构，具备高效、美观优势。

营收增长迅速，电池业务贡献主要收入。2022 年，公司实现营收 350.75 亿元，同比增长 127%。电池出货量 34.41GW，同比增长 82.60%。2017 年 PERC 电池量产以来，电池出货量始终保持快速增长，推动公司营收保持高速增长。其中，公司单晶太阳能电池及组件业务贡献了主要营收来源，近四年占比保持在 96.5%以上。2023 年上半年，公司 PERC 电池仍保持满产满销，ABC 电池逐步投产，我们预计公司全年电池组件出货仍将保持增长。Ø2023 年前三季度，公司营收 226.17 亿元，同比降低 12%，下降主要因素为硅料价格回落导致的产业链各环节价格回落。

图 10：2019-2023 年前三季度爱旭股份营业收入情况

图 11：2019-2023 年前三季度爱旭股份归母净利润情况



资料来源：公司公告，源达信息证券研究所

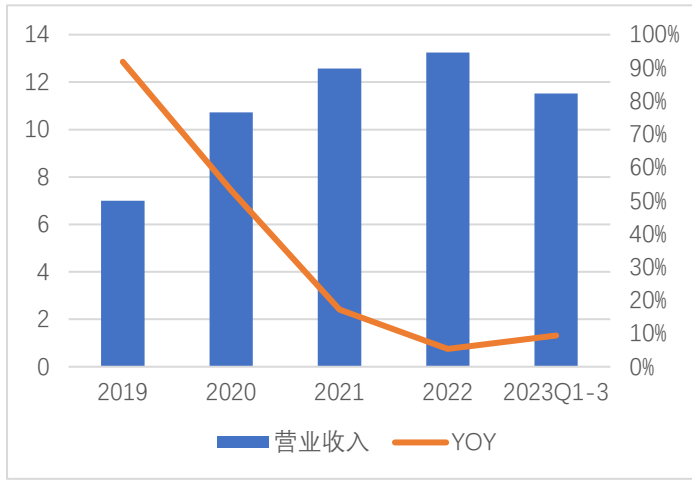
资料来源：公司公告，源达信息证券研究所

### 3. 帝尔激光

公司在微纳级激光精密加工领域深耕多年，是国内首次将激光技术导入光伏太阳能电池路线的国家高新技术企业，公司已成功将激光加工技术应用到 PERC、MWT、TOPCON、IBC、HJT 等高效太阳能电池及组件技术，是行业内少数能够提供高效太阳能电池激光加工综合解决方案的企业。

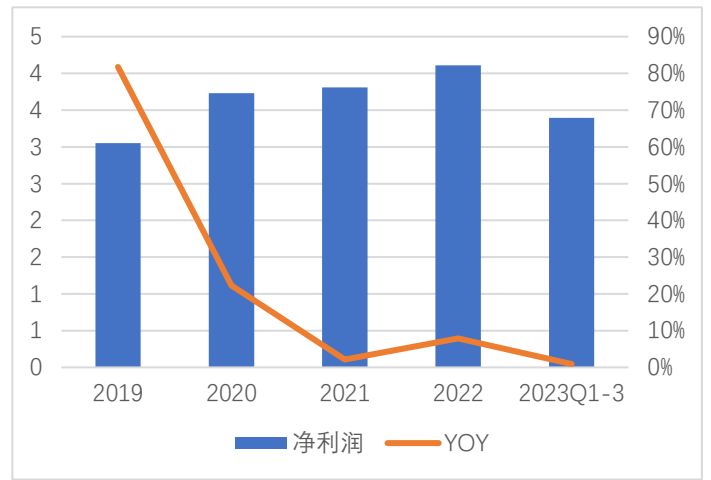
受益于光伏技术进步，多路线渐有进展。根据公司 10 月 30 日发布的投资者关系记录表，2023 年三季度，公司应用于 TOPCon 电池工艺的激光 LIF 技术，一经推出就获得客户的认可并取得量产订单；在 BC 电池工艺上，头部公司宣布选择 BC 路线，公司今年应用于 BC 电池的激光技术已经取得 10GW+订单；HJT 电池方面，公司的 LIA 激光修复技术今年获得欧洲客户 2GW 订单。

图 12: 2019-2023 年前三季度帝尔激光营业收入情况



资料来源：公司公告，源达信息证券研究所

图 13: 2019-2023 年前三季度帝尔激光归母净利润情况



资料来源：公司公告，源达信息证券研究所

## 四、风险提示

**光伏新增装机不及预期的风险：**光伏设备需求主要驱动力为光伏新增装机，近年来在全球大力发展清洁能源的背景下，光伏新增装机容量持续增长，进而带动了光伏设备行业的快速发展。若未来光伏行业增速放缓，新增装机容量不及预期，设备端需求可能会有所下降，进而影响光伏设备公司相关业绩。

**新技术产业化推进不及预期：**光伏行业持续进行工艺技术迭代，涌现诸多新技术、新工艺助力行业降本增效，但是新技术的导入仍需要工艺的持续磨合优化以及上下游产业链的积极配合，在发展过程中存在一定的不确定性，存在新技术产业化推进不及预期的风险。

**行业产能过剩：**目前光伏下游硅料、硅片，电池片、组件环节均在大幅扩产，如果装机需求增长速度低于下游产能扩张速度，则存在产能过剩风险，如果行业产能过剩，进而影响光伏设备行业公司发展。

## 投资评级说明

行业评级	以报告日后的 6 个月内，证券相对于沪深 300 指数的涨跌幅为标准，投资建议的评级标准为：
看好：	行业指数相对于沪深 300 指数表现+10%以上
中性：	行业指数相对于沪深 300 指数表现-10%~+10%以上
看淡：	行业指数相对于沪深 300 指数表现-10%以下
公司评级	以报告日后的 6 个月内，行业指数相对于沪深 300 指数的涨跌幅为标准，投资建议的评级标准为：
买入：	相对于恒生沪深 300 指数表现+20%以上
增持：	相对于沪深 300 指数表现+10%~+20%
中性：	相对于沪深 300 指数表现-10%~+10%之间波动
减持：	相对于沪深 300 指数表现-10%以下

## 办公地址

### 石家庄

河北省石家庄市长安区跃进路 167 号源达办公楼

### 上海

上海市浦东新区民生路 1199 弄证大五道口广场 1 号楼 2306C 室

## 分析师声明

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。分析逻辑基于作者的职业理解，本报告清晰准确地反映了作者的研究观点。作者所得报酬的任何部分不曾与，不与，也不将与本报告中的具体推荐意见或观点而有直接或间接联系，特此声明。

## 重要声明

河北源达信息技术股份有限公司具有证券投资咨询业务资格，经营证券业务许可证编号：911301001043661976。

本报告仅限中国大陆地区发行，仅供河北源达信息技术股份有限公司（以下简称：本公司）的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告的信息均来源于公开资料，本公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证，也不保证所包含信息和建议不发生任何变更。本公司已力求报告内容的客观、公正，但文中的观点、结论和建议仅供参考，不包含作者对证券价格涨跌或市场走势的确定性判断。本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议，投资者应当对本报告中的信息和意见进行独立评估。

本报告仅反映本公司于发布报告当日的判断，在不同时期，本公司可以发出其他与本报告所载信息不一致及有不同结论的报告；本报告所反映研究人员的不同观点、见解及分析方法，并不代表本公司或其他附属机构的立场。同时，本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本公司及作者在自身所知情范围内，与本报告中所评价或推荐的证券不存在法律法规要求披露或采取限制、静默措施的利益冲突。

本报告版权仅为本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布。如引用须注明出处为源达信息证券研究所，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。刊载或者转发本证券研究报告或者摘要的，应当注明本报告的发布人和发布日期，提示使用证券研究报告的风险。未经授权刊载或者转发本报告的，本公司将保留向其追究法律责任的权利。