

光伏设备

报告日期：2023年01月13日

期待钙钛矿 GW 级产线呈现，看好相关设备龙头

——光伏设备行业点评

投资要点

- **近期产业化进展：GW 级产线落地可能性较大，稳定性、效率再获突破**
 - 1) **行业大会顺利召开**：1月8-10日，第四届全球钙钛矿与叠层电池产业化论坛在常熟召开。**会议核心观点**：钙钛矿与晶硅结盟趋势加强，晶硅/钙钛矿叠层成为产业化主流方向之一；技术+资本推动下，未来钙钛矿 GW 级产线落地可能性较大；钙钛矿进入 2.0 时代，学者创业、更多百兆瓦产线计划中。
 - 2) **稳定性取得进展**：1月6日，据纤纳光电官方公众平台，公司 α 组件已顺利通过 IEC61215、IEC61730 稳定性全体系认证，是全球首个且目前唯一完整通过两项测试的机构。该组件尺寸为 1245mm*635mm，发电功率约 90W。**标志着钙钛矿组件已可通过光伏行业公认的性能与安全重要评估标准，稳定性取得阶段性突破。**
 - 3) **效率持续提升**：2022 年 12 月，德国柏林亥姆霍兹中心(HZB)研发的钙钛矿/硅叠层电池创世界纪录，经 NREL 权威认证，效率突破 32.5%。2022 年 12 月，仁烁光能团队研发的全钙钛矿叠层电池效率破世界纪录，经日本 JET 认证，稳态光电转换效率达 29.0%。
- **钙钛矿：下一代光伏新势力，高效率、低成本；稳定性+大面积制备待突破**
 - 1) **高效率**：单结钙钛矿电池理论转化效率可达 31%以上，高于晶硅电池极限效率 29.4%。钙钛矿与 HJT 叠层电池理论效率达 43%，三层钙钛矿叠层电池理论效率超 50%。目前单结钙钛矿电池最高实验室认证效率为 25.7%，钙钛矿/硅叠层电池最高实验室认证效率达 32.5%
 - 2) **低成本**：钙钛矿电池相比晶硅产业链大幅简化，单环节价值高度集中，原材料纯度要求低且易得，可低温溶液制备大幅降低能耗，根据协鑫光电测算，钙钛矿单片组件成本约为 0.5-0.6 元，是晶硅极限成本的 50%。
 - 3) **产业化难点**：目前产业化大面积镀膜设备尚无法制备质地高度均一的膜层，进而影响大面积钙钛矿组件效率提升；钙钛矿材料敏感性强，对生产环境、设备、工艺、辅材等均提出了更为苛刻的要求。
- **电池厂商产线建设提速，产业化需配方+设备+工艺齐发力**
 - 1) **电池**：**单结电池产线建设进度提速，晶硅/钙钛矿叠层趋势渐强**。目前国内已有 3 条百兆瓦单结钙钛矿产线投产，多条百兆瓦产线、GW 级产线计划中。晶硅电池厂商纷纷布局钙钛矿叠层电池研发，晶硅/钙钛矿叠层电池成为产业化主流方向之一。
 - 2) **设备**：**干法/湿法工艺路线未定，关注 GW 级产线招标，利好设备龙头**。目前钙钛矿层沉积主流采用湿法工艺（狭缝涂布机），德沪涂膜为国内领先企业；干法工艺（蒸镀设备）正在验证中，OLED 蒸镀设备厂商纷纷布局。除此之外，钙钛矿产线还涉及磁控溅射 PVD 设备、原子沉积 ALD 设备、等离子体镀膜 RPD 设备、激光划线设备、丝网印刷设备、清洗设备、层压机、检测设备等。
- **投资建议**

重点推荐：迈为股份、捷佳伟创、金辰股份、罗博特科、帝尔激光、亚玛顿等。
重点关注：京山轻机、德龙激光、杰普特、大族激光、杭萧钢构、奥来德、奥联电子、拓日新能、协鑫科技、隆基股份、宁德时代、天合光能、东方日升、通威股份、晶科能源、中来股份、聆达股份、金风科技等；**关注非上市公司**：德沪涂膜、协鑫光电、纤纳光电、极电光能、众能光电、万度光能、大正微纳、仁烁光能等。
- **风险提示**：光伏行业产品或技术替代的风险。

行业评级：看好(维持)

分析师：王华君
执业证书号：S1230520080005
wanghuajun@stocke.com.cn

分析师：李思扬
执业证书号：S1230522020001
lisiyang@stocke.com.cn

相关报告

- 1 《光伏价格下行、需求向上，聚焦新技术、新转型的光伏设备龙头——光伏设备行业点评》
2023.01.08
- 2 《中国勇闯光伏电池效率“无人区”；看好 HJT 电池核心设备商》
2022.12.19
- 3 《隆基 HJT 电池效率破世界纪录，看好 HJT 核心设备供应商——光伏设备行业点评报告》
2022.11.20

目录

1 附录一：重点公司及估值	3
2 附录二：第四届全球钙钛矿与叠层电池产业化论坛在常熟顺利召开	5
3 附录三：纤纳光电 α 组件顺利通过 IEC61215、IEC61730 稳定性全体系认证.....	5
4 附录四：HZB 研发的钙钛矿/硅叠层电池效率突破 32.5%，创世界纪录.....	6
5 附录五：仁烁光能全钙钛矿叠层电池效率达 29.0%，破世界纪录	6
6 风险提示	7

1 附录一：重点公司及估值

【迈为股份】光伏异质结设备领军者，布局钙钛矿及叠层电池设备研发

公司是光伏异质结设备领军者，已在钙钛矿及叠层电池具备研发布局。根据公司公告，公司于2020年起即开始钙钛矿及叠层电池的研发，效率取得一定进展。

大部分异质结（HJT）的镀膜设备都可应用在异质结钙钛矿叠层电池上，公司作为光伏异质结设备领先者，具“先发优势”+“整线供应能力”。已实现HJT整线设备供应能力，下游与通威、华晟、REC、金刚玻璃、爱康、明阳智能、海润、阿特斯等客户合作顺利，2022年以来公司已累计获21GW异质结设备订单。

【捷佳伟创】光伏电池设备龙头，具备钙钛矿全工序关键真空镀膜设备供应能力

根据公司官方微信公众平台，公司积极稳健推进钙钛矿及叠层电池整线装备的研发及升级，已取得了包括PVD/RPD设备、蒸镀设备、狭缝涂布设备等多项钙钛矿关键设备订单。

公司作为TOPCon设备龙头，HJT设备具备整线覆盖能力，是国内稀缺具备PERC/TOPCon/HJT/钙钛矿四种工艺设备供应能力的厂商，预计未来有望持续高成长。

【金辰股份】光伏异质结电池设备新星，向钙钛矿核心设备布局潜力大

公司是光伏组件设备龙头，向光伏异质结电池设备延伸，打开成长空间。由于异质结与钙钛矿及叠层电池的生产设备具备较大相通性，预计公司未来在钙钛矿领域亦具备较大潜力。

与德国H2GEMINI合资设立金辰双子，技术实力+股权机制行业领先。公司3.8亿定增加码PECVD设备产能20台/年；HJT用PECVD设备已获晋能产线验证、平均效率达24.38%；首台微晶HJT PECVD设备已运抵晋能科技，目标转换效率25%+；首台量产微晶设备成功交付、进行中试/量产级别验证。

【罗博特科】高端自动化设备龙头，有望成为电池工艺设备新进入者

公司是高端自动化设备产线龙头，向电池工艺设备布局。未来在钙钛矿自动化产线及电池设备具备发展潜力。

公司在PERC/TOPCON/HJT整线自动化设备领域布局领先，具备铜电镀异质结量产化应用技术基础，核心成员来自杭州赛昂电力（曾实现铜电镀异质结量产应用）。目前公司太阳能电池铜电镀制备电极研发项目进入试产阶段，异质结电池制绒清洗研发项目处于开发阶段，未来有望由自动化产线向电池工艺设备延展。

【帝尔激光】光伏激光设备龙头，已完成钙钛矿量产设备订单交付

公司为PERC电池激光设备龙头（市占率80%），全面布局TOPCon、HJT、xBC、钙钛矿、激光转印等技术路线。

根据公司公告，2022年，公司应用于BC电池线路的激光设备全年近40GW订单；PERC电池近100GW订单；TOPCon的SE一次激光掺杂设备在四季度有20多GW订单；同时还有来自激光转印，钙钛矿、设备升级改造以及备件等订单。

【亚玛顿】超薄光伏玻璃龙头，与钙钛矿电池领先企业纤纳光电深度合作

公司为超薄光伏玻璃领军者，是全市场稀缺能大规模批量生产1.6mm超薄光伏玻璃的厂商之一，光伏玻璃轻量化为大趋势，BIPV市场空间广阔。

2021年6月，公司与钙钛矿领先企业纤纳光电达成战略合作，由纤纳光电向公司提供全球领先的钙钛矿量子点夹层技术，并在玻璃定制、BIPV组件、TCO玻璃等多个方面开展合作。

【京山轻机】光伏组件智能化产线龙头，向HJT、TOPCon、钙钛矿电池设备拓展

公司是光伏设备、包装设备龙头，可为客户提供光伏组件制造整体解决方案，并向HJT、TOPCon、钙钛矿等电池片核心设备拓展，打开成长空间。

公司于2020年前瞻性布局钙钛矿电池设备，可提供钙钛矿PVD镀膜设备、团簇型多腔蒸镀设备、ITO玻璃清洗机等产品。2021年公司全资子公司晟成光伏与协鑫光电签署“钙钛矿叠层电池技术合作开发协议”，联合开发钙钛矿与叠层电池的工艺及相关制造设备。2022年公司定增落地，部分资金用于制备异质结和钙钛矿叠层电池的核心设备研发项目。

【德龙激光】超快激光微加工设备龙头，向钙钛矿激光设备布局

公司是半导体、显示、消费电子等领域的精密激光加工设备龙头，向锂电、光伏领域拓展。

公司于2020年即关注到钙钛矿产业化机会，已推出钙钛矿生产整段设备（包括P0层激光打标设备，P1、P2、P3激光划线设备，P4激光清边设备及其中一系列自动化设备），目前设备已投入客户量产线使用，率先实现百兆瓦级规模化量产。

表1：重点公司及估值

日期：2023/1/13				EPS/元				PE				2021A	
公司	代码	股价/元	总市值/亿元	2021A	2022E	2023E	2024E	2021A	2022E	2023E	2024E	PB	ROE (%)
迈为股份	300751	426.2	742	5.9	5.3	8.8	12.9	72	80	48	33	12.5	17
捷佳伟创	300724	116.3	405	2.1	2.9	3.7	4.6	56	41	31	25	6.7	16
帝尔激光	300776	129.0	220	3.6	2.9	4.2	6.0	36	44	31	22	13.2	19
金辰股份	603396	85.6	99	0.5	0.8	1.8	3.5	163	108	47	24	10.1	5
罗博特科	300757	57.4	63	-0.4	0.4	1.2	2.1	-135	144	50	28	7.3	-6
亚玛顿	002623	30.2	60	0.3	0.4	0.8	1.2	111	76	38	25	2.0	2
京山轻机	000921	18.7	116	0.2	0.5	0.7	0.9	59	40	27	22	2.9	6
德龙激光	688170	50.9	53	1.1	0.7	1.2	1.6	45	72	44	32	0.0	16

资料来源：Wind，浙商证券研究所（京山轻机、德龙激光为Wind一致预期，其他均为浙商证券研究所预测）

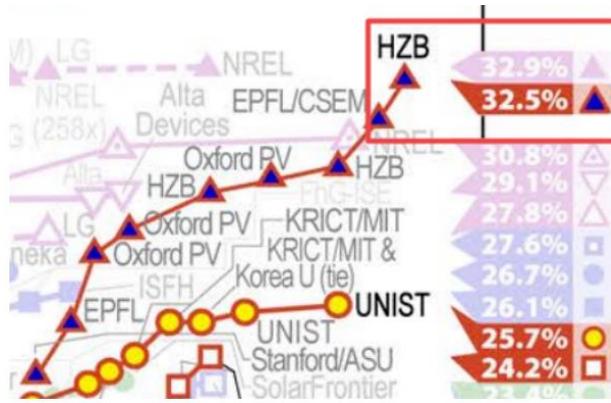
公司更高功率的 α 组件产品相关的 IEC61215 及 IEC61730 全套稳定性测试也正在进行中。

4 附录四：HZB 研发的钙钛矿/硅叠层电池效率突破 32.5%，创世界纪录

据 2022 年 12 月最新消息，德国柏林亥姆霍兹中心 (HZB) 的科学家研发出一种钙钛矿/硅串联太阳能电池，认证效率突破 32.5%，创造新的世界纪录效率，并已获得美国能源部国家可再生能源实验室(NREL)的权威认证。

在此之前，2022 年 8 月瑞士洛桑联邦理工学院(EPFL)和瑞士电子与微技术中心 (CSEM)宣布，合作创造了钙钛矿/硅叠层太阳能电池新的转化效率世界纪录，突破了 30% 的里程碑，获得美国能源部国家可再生能源实验室的权威认证。

图3：NREL 最新光伏电池效率



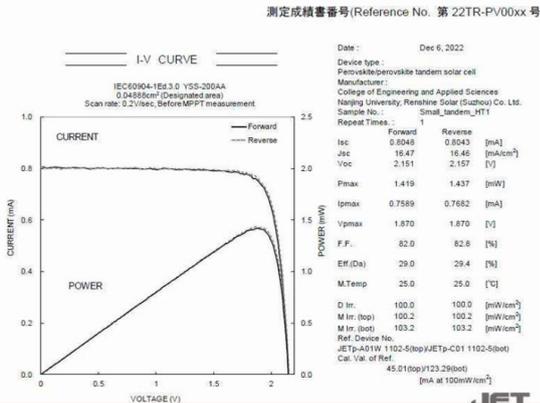
资料来源：NREL，浙商证券研究所

5 附录五：仁烁光能全钙钛矿叠层电池效率达 29.0%，破世界纪录

根据公司光伏微信公众平台，经日本 JET 第三方认证，仁烁光能团队研发的全钙钛矿叠层电池稳态光电转换效率达到 29.0%，再次打破了团队在今年 6 月创造的 28.0% 的世界纪录。

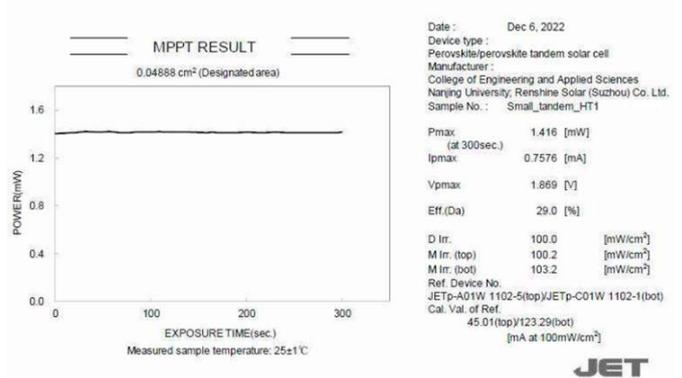
半年时间内钙钛矿叠层电池效率提升了 1%，仁烁光能 CEO 沈承勇预计明年仁烁光能的叠层电池实验室效率有望超过 30%。

图4：仁烁光能 JET 测试结果



资料来源：仁烁光能，浙商证券研究所

图5：仁烁光能 JET 测试结果



资料来源：仁烁光能，浙商证券研究所

本次技术突破在科研和工程化同步发力。团队在钙钛矿材料制备、表界面控制、填充因子等方面都进行了改进。

根据公司公众号，仁烁光能稳步推进产业化，150MW 中试线预计在 2023 年三季度投产，在 2024 年实现量产。GW 线建设会在 2023 年底开始规划，具体会根据 150MW 线的调试结果而定。目前 150MW 产线的设计工作已全部完成，核心设备已下单完毕，土建已开工。此前，公司已建成投产 10MW 产线，并以该产线为平台进行产品开发。

仁烁光能产业化的第一步将是单结电池，在单结电池技术成熟后，第二步再升级到叠层电池。时间线上，仁烁光能董事长、南京大学教授谭海仁对于两年内单层钙钛矿电池组件达到 18% 的出货效率比较有信心。叠层电池的推出可能比单结电池晚半年到一年，预期出货效率为 22%。仁烁光能常熟工厂在规划时，已将后期叠层电池生产考虑在内。沈承勇认为，只有叠层才能对晶硅形成竞争力。钙钛矿单结电池做到 18% 的效率时，可以与碲化镉太阳能电池竞争，但无法替代晶硅。对于产品应用方向，谭海仁认为，当钙钛矿产能为几十 GW 时，BIPV 与新能源车市场有能力消纳产能；而当产能扩展到几百 GW 时，需要光伏电站作为出口。

6 风险提示

光伏行业产品或技术替代的风险。我国光伏行业产品、技术水平处于全球领先水平，为追求降本增效，各类技术路线繁荣发展。若其他光伏技术路线取得较大进展，钙钛矿电池可能面临产品、技术被替代的风险。

股票投资评级说明

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，定义如下：

1. 买入：相对于沪深300指数表现+20%以上；
2. 增持：相对于沪深300指数表现+10%~+20%；
3. 中性：相对于沪深300指数表现-10%~+10%之间波动；
4. 减持：相对于沪深300指数表现-10%以下。

行业的投资评级：

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，定义如下：

1. 看好：行业指数相对于沪深300指数表现+10%以上；
2. 中性：行业指数相对于沪深300指数表现-10%~+10%以上；
3. 看淡：行业指数相对于沪深300指数表现-10%以下。

我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重。

建议：投资者买入或者卖出证券的决定取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者不应仅仅依靠投资评级来推断结论。

法律声明及风险提示

本报告由浙商证券股份有限公司（已具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格，经营许可证编号为：Z39833000）制作。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但浙商证券股份有限公司及其关联机构（以下统称“本公司”）对这些信息的真实性、准确性及完整性不作任何保证，也不保证所包含的信息和建议不发生任何变更。本公司没有将变更的信息和建议向报告所有接收者进行更新的义务。

本报告仅供本公司的客户作参考之用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本报告仅反映报告作者的出具日的观点和判断，在任何情况下，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，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及/或其关联人员均不承担任何法律责任。

本公司的交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。本公司没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。本公司的资产管理公司、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

本报告版权均归本公司所有，未经本公司事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、发布、传播本报告的全部或部分内容。经授权刊载、转发本报告或者摘要的，应当注明本报告发布人和发布日期，并提示使用本报告的风险。未经授权或未按要求刊载、转发本报告的，应当承担相应的法律责任。本公司将保留向其追究法律责任的权利。

浙商证券研究所

上海总部地址：杨高南路729号陆家嘴世纪金融广场1号楼25层

北京地址：北京市东城区朝阳门北大街8号富华大厦E座4层

深圳地址：广东省深圳市福田区广电金融中心33层

上海总部邮政编码：200127

上海总部电话：(8621) 80108518

上海总部传真：(8621) 80106010

浙商证券研究所：<https://www.stocke.com.cn>