

强于大市

公司名称	股票代码	股价(人民币)	评级
西子洁能	002534.SZ	25.16	买入
捷佳伟创	300724.SZ	157.17	增持
京山轻机	000821.SZ	26.26	增持
杰普特	688025.SH	68.30	买入

资料来源：万得，中银证券

以2022年08月23日当地货币收市价为标准

钙钛矿光伏设备行业深度报告

钙钛矿技术频现积极信号，如何长远布局 β 和 α

钙钛矿光伏行业处于工艺“萌芽期”，多条试验线即将落地，而国产设备商频繁出 Demo 机验证，按照产能规划+下游应用展望等逻辑测算，设备端有望在未来3-5年迎来百亿级市场，平台型设备商优先受益。

支撑评级的要点

- **钙钛矿行业处于 0>1 的成长初期，未来两年产能实现低基数翻番。**由于钙钛矿的提效空间较高，能吸收弱光发电、制备工序简单、轻薄/可柔性、易于合成等优势，在高效性能获得实验室证实的背景下，已获得腾讯创投、宁德时代、长城汽车、碧桂园等资本对产线项目的投资。同时，2022年行业新增产能开工近1GW，现有规划超27GW，处于从概念提出到中试线落地的成长初期，与N型晶硅电池的“萌芽期”有一定的相似之处。我们据现有钙钛矿产线规划测算，2023、2024年的产能增速将达近80%、256%，实现低基数的高增长弹性，产业整体产能将于2024年落地近2GW，具备电池技术迭代的革命性意义。
- **短期：BIPV 等场景成为行业催化剂，分布式应用为聚焦市场。**钙钛矿电池具备轻薄美观、可柔性等实用性特点，目前已规划GW级产线的产品主要应用在BIPV(极光电能、鑫磊鑫)和工商业分布式电站(纤纳光电)，而对比晶硅电池主要聚焦在集中式电站。鉴于“十四五规划”推动分布式光伏，且BIPV在分布式光伏的占比将逐渐提升，钙钛矿短期内有望率先应用于BIPV。而在“光伏+”的分布式应用方面，(1)韩国现代汽车集团与UNIST合作开发钙钛矿太阳能电池板车顶，(2)有研究聚焦钙钛矿太阳能移动电源，(3)大正微纳的柔性钙钛矿组件运往中国智能手机、平板电脑商进行测试，将为钙钛矿组件带来广阔的潜在应用空间。
- **长期：集中式应用与晶硅电池协同发展，钙钛矿+HJT 叠层技术为主要研发方向。**据智慧芽数据库约180篇钙钛矿叠层电池专利中，70%是钙钛矿-晶硅叠层相关，针对便于工业化生产的研发为主，而其中又有约1/3的专利为异质结+钙钛矿叠层相关。同时，通威、隆基、晶科、华晟等晶硅电池厂商均有钙钛矿-晶硅叠层电池的专利或中试线等布局。
- **设备端意义：钙钛矿技术可延续现有光伏设备商的商业寿命。**钙钛矿组件生产涉及多个功能层的制备和封装，而相关设备主要包括涂布机、PVD(磁控溅射类、蒸镀类、RPD)、激光设备、封装设备(层压机等)。部分国产设备商已具备提供定制化设备的能力，且各环节均有国产设备的出机验证或投入中试量产，其中PVD和激光环节不乏有成熟光伏设备商布局。鉴于目前处于钙钛矿技术创新期，工艺路线尚未定型，后续技术定向有望推动相关厂商的设备订单，迎接下一轮光伏设备行业景气。
- **设备空间：期待未来3-5年的百亿元钙钛矿设备市场。**我们依照产能规划落地、分布式光伏占比、下游应用短期受益于BIPV/BAPV+长期受益于太阳能车等分布式应用的3种逻辑进行测算，2025-2027年有望迎来百亿元钙钛矿设备市场。

钙钛矿光伏设备-投资建议

- **把握行业 0>1 的成长弹性，推荐平台型设备商：**西子洁能、捷佳伟创(与电新组共同覆盖)、京山轻机、杰普特、帝尔激光、迈为股份(与电新组共同覆盖)。建议关注：大族激光。

评级面临的主要风险

- 行业竞争格局加剧；设备验证进展不及预期；国际地缘政治摩擦导致组件出口波动；原材料价格上涨抑制设备商的盈利能力。

相关研究报告

《光伏设备行业 2022 年中期 投资策略：双碳”明确装机需求，寻找 N 型技术变局行情》20220629

中银国际证券股份有限公司
具备证券投资咨询业务资格

机械设备：光伏设备

证券分析师：陶波

bo.tao@bocichina.com

证券投资咨询业务证书编号：S1300520060002

联系人：叶善庭

shanting.ye@bocichina.com

一般证券业务证书编号：S1300121040025

目录

钙钛矿：吸引力？ 提效空间较高，应用场景丰富，成长初期.....	6
钙钛矿：技术突破对国产设备商的意义？ 延长产品生命周期.....	14
钙钛矿：产业化潜质？ 以史为鉴，期待未来的 3-5 年.....	24
钙钛矿：需求预期？ 设备先行，展望百亿元设备市场	29
投资建议：把握行业 0->1 的成长弹性，关注平台型设备商	33
风险提示.....	34
西子洁能	35
捷佳伟创	41
京山轻机	46
杰 普 特.....	51

图表目录

图表 1. 一张图看懂钙钛矿组件的优劣势, 22 上半年加速商业化探路.....	6
图表 2. 钙钛矿型晶体结构的分类.....	6
图表 3. APbI ₃ 钙钛矿的容忍因子 $0.8 < \alpha < 1$ 形成稳定钙钛矿相.....	6
图表 4. 半导体带隙对应理论最大效率曲线.....	7
图表 5. 正式介孔结构的各层作用&材料.....	7
图表 6. 钙钛矿单结组件、全钙钛矿叠层、晶硅叠层的实验室效率对比.....	8
图表 7. 钙钛矿组件的单 GW 产能投资额有望比晶硅电池低 50%.....	8
图表 8. 协鑫 100MW 中试线的钙钛矿组件成本结构, 制备成本低于晶硅组件.....	9
图表 9. 钙钛矿温度系数趋于 0.....	10
图表 10. 薄膜组件功率受遮挡影响小.....	10
图表 11. 钙钛矿材料的理想应用场景包括 BIPV、电动汽车、BAPV、LED 等.....	10
图表 12. 不同技术路线太阳能电池实现的实验室转换效率.....	11
图表 13. 钙钛矿-钙钛矿叠层电池类型.....	11
图表 14. 两端子钙钛矿叠层电池结构关键在于界面复合层.....	12
图表 15. 狭缝涂布的工艺流程, 制备温度不超 150°C.....	13
图表 16. 软膜覆盖沉积法 (SCD) 的具体流程.....	13
图表 17. 钙钛矿组件量产受限的因素及改良进度.....	13
图表 18. 钙钛矿光伏组件常见的“三明治”结构中, 反式平面结构更适合产业化.....	14
图表 19. 钙钛矿组件(反式平面结构)的生产工艺及对应设备&材料.....	15
图表 20. 协鑫纳米的一种钙钛矿组件(正式介孔结构)制造工艺流程.....	15
图表 21. 钙钛矿层的制备工艺方法-反应原理角度.....	16
图表 22. 钙钛矿层的制备工艺方法-狭缝涂布工艺(上)与刮刀涂布工艺(下).....	16
图表 23. 钙钛矿层的制备工艺方法-喷墨印刷、喷涂、丝网印刷、凸版/凹版印刷.....	17
图表 24. OLED 的结构与钙钛矿组件类似.....	18
图表 25. 狭缝涂布在锂电电极片涂布工艺的应用.....	18
图表 26. 国内主要钙钛矿企业对钙钛矿层制备工艺的专利布局(不完全统计).....	18
图表 27. 钙钛矿层用狭缝涂布机的主要供应商.....	18
图表 28. 蒸镀、磁控溅射镀、RPD 的原理图及优劣势.....	19
图表 29. 主流厂商对传输层/TCO 玻璃/对电极层的工艺专利布局, PVD 领先.....	19
图表 30. 已公告有钙钛矿用镀膜设备的主要供应商.....	20
图表 31. 某种激光划刻的工作原理.....	21
图表 32. 钙钛矿组件生产设备主要供应商.....	21
图表 33. 钙钛矿电池的某类封装工艺.....	22

图表 34. 钙钛矿组件封装设备主要供应商.....	22
图表 35. 钙钛矿光伏电池制程及国产设备商情况.....	23
图表 36. 主要钙钛矿设备厂商的基本业务情况.....	23
图表 37. PERC、HJT、钙钛矿太阳能电池发展历程.....	25
图表 38. 钙钛矿的专利布局-国内企业.....	25
图表 39. 钙钛矿的专利布局-国内科研院所.....	25
图表 40. 钙钛矿叠层电池专利主要集中在钙钛矿-晶硅叠层方向.....	26
图表 41. 国内厂商对 HJT+钙钛矿太阳能电池布局.....	26
图表 42. 三家头部钙钛矿厂商产业化进度.....	27
图表 43. 钙钛矿产能布局-在建>1GW，规划>27GW（截至 2022/08，不完全统计）	28
图表 44. 钙钛矿设备 2027 年或合计达 108 亿元设备市场（按产能规划测算）.....	29
图表 45. 国内各省/市/区“十四五”规划新增光伏装机容量 > 475GW.....	30
图表 46. 2029 年或合计达到百亿元钙钛矿设备市场（按分布式市场份额测算）...31	
图表 47. 基于下游分布式需求的钙钛矿设备市场空间 2025 年超 120 亿元.....	32
附录图表 48. 报告中提及上市公司估值表.....	33
图表 49. 西子洁能业务组合.....	36
图表 50. 众能光电股权结构.....	37
图表 51. 西子洁能的营收及同比增速.....	37
图表 52. 西子洁能的归母净利润及同比增速.....	37
图表 53. 西子洁能的营收结构（亿元）.....	38
图表 54. 西子洁能分业务毛利率（%）.....	38
图表 55. 西子洁能的期间费用率（%）.....	38
图表 56. 西子洁能的研发费用率及研发实力.....	38
图表 57. 西子洁能近 1 年的 PS-Band.....	39
图表 58. 捷佳伟创业务组合.....	42
图表 59. 捷佳伟创 RPD 设备.....	43
图表 60. 捷佳伟创的营收及同比增速.....	43
图表 61. 捷佳伟创的归母净利润及同比增速.....	43
图表 62. 捷佳伟创的营收结构（亿元）.....	43
图表 63. 捷佳伟创分业务毛利率（%）.....	43
图表 64. 捷佳伟创的期间费用率（%）.....	44
图表 65. 捷佳伟创的研发费用率及研发实力.....	44
图表 66. 捷佳伟创近 2 年的 PE-Band.....	44
图表 67. 京山轻机业务组合.....	47
图表 68. 晟成光伏团簇型多腔式蒸镀设备.....	48

图表 69. 京山轻机的营收及同比增速	48
图表 70. 京山轻机的归母净利润及同比增速	48
图表 71. 京山轻机的营收结构 (亿元)	49
图表 72. 京山轻机分业务毛利率 (%)	49
图表 73. 京山轻机的期间费用率 (%)	49
图表 74. 京山轻机的研发费用率及研发实力	49
图表 75. 京山轻机近 1 年的 PE-Band	49
图表 76. 杰普特业务组合	52
图表 77. 杰普特柔性钙钛矿膜切设备应用于大正微纳	53
图表 78. 杰普特的营收及同比增速	53
图表 79. 杰普特的归母净利润及同比增速	53
图表 80. 杰普特的营收结构 (亿元)	53
图表 81. 杰普特分业务毛利率 (%)	53
图表 82. 杰普特的期间费用率 (%)	54
图表 83. 杰普特的研发费用率及研发实力	54
图表 84. 杰普特近 2 年的 PE-Band	54

钙钛矿：吸引力？提效空间较高，应用场景丰富，成长初期

钙钛矿行业处于 0->1 的成长初期：2022 上半年以来，国内频出钙钛矿产业的积极信号，宁德、腾讯等汽车及互联网行业的头部机构入股钙钛矿项目，钙钛矿-晶硅叠层效率也突破了 31%，证实其叠层效率远超晶硅电池的优势。在 TOPCon、HJT、XBC 等电池技术争相扩大产能的产业环境下，多个钙钛矿的大尺寸中试线项目落地，见证其从 2009 年提出概念，到 13 年后厂商跃跃欲试的快速发展阶段，同时 2022/7 纤纳光电出货全球首款钙钛矿商用组件，也标志着钙钛矿组件商业化探路的开端。

图 1. 一张图看懂钙钛矿组件的优劣势，22 上半年加速商业化探路

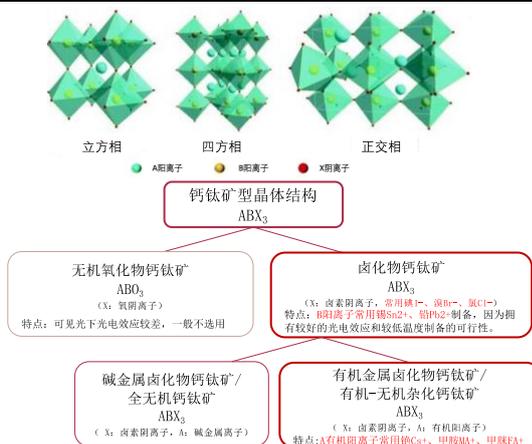


资料来源：公司公告，全球光伏公众号，中银证券

特点一：转换效率领先优势获实验室证实，钙钛矿吸光层为提效的核心

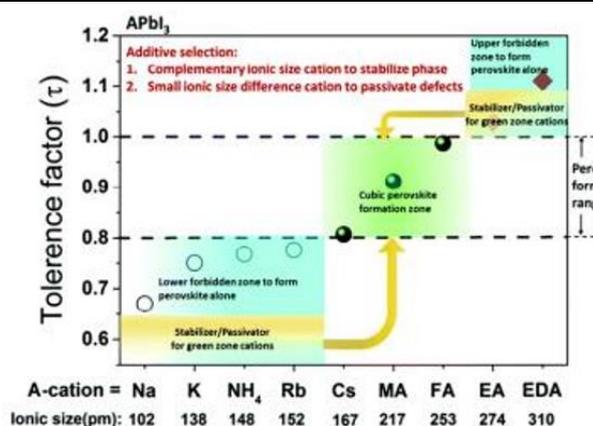
钙钛矿型材料特点 1：易于合成，稳定的钙钛矿相决定电池稳定性。钙钛矿型材料为与矿物钙钛氧化物 ABX_3 化学结构类似的离子晶体的统称，易于实验室合成，可避免材料的稀缺性涨价。据 X 阴离子划分， ABO_3 无机氧化物钙钛矿在可见光下的光电效应较差；而主流的 ABX_3 为卤化物钙钛矿，其中 A 为有机阳离子(如甲胺、甲脒等)或无机阳离子(如铯)；B 为二价金属阳离子(如铅或锡)；X 为卤素阴离子。根据八面体笼的旋转形态，分为立方、四方、正交等钙钛矿相，而稳定的钙钛矿相对于电池稳定性至关重要，立方相为理想形态。同时可改变不同的 A 位阳离子，通过离子半径算出的容忍因子 α ，如 $APbI_3$ 钙钛矿的 α 在 0.8-1 时，形成稳定的钙钛矿相，提升稳定性、转换效率。

图 2. 钙钛矿型晶体结构的分类



资料来源：徐保民《高效率高稳定性柔性反式钙钛矿太阳能电池研究》，中银证券

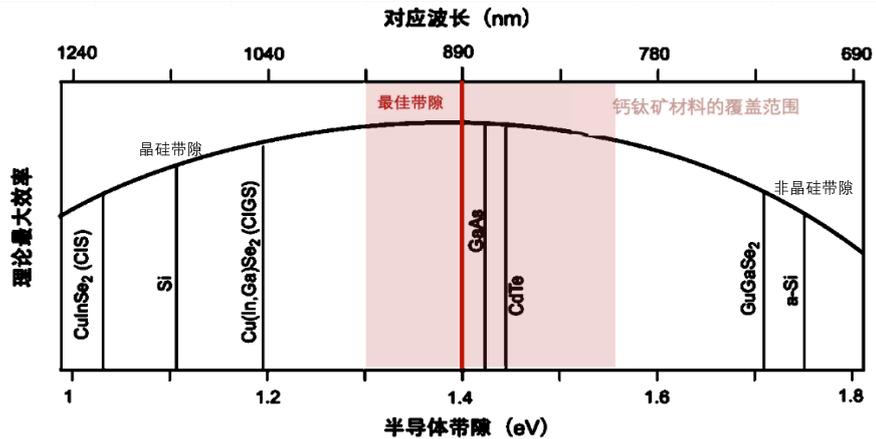
图 3. $APbI_3$ 钙钛矿的容忍因子 $0.8 < \alpha < 1$ 形成稳定钙钛矿相



资料来源：徐保民《高效率高稳定性柔性反式钙钛矿太阳能电池研究》，中银证券

钙钛矿型材料的特点 2: 光电特性优秀, 带隙可调决定吸收更宽的光谱。由于钙钛矿的成分选择具有灵活性, A、B 和 X 位离子可以被多种元素取代, 提供了较宽的带隙可调性。根据 Schockely-Queisser 极限曲线, 单结太阳能电池光吸收材料的最佳带隙为 1.4 eV。钙钛矿作为直接带隙材料 (例如 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$, 带隙 1.5 eV), 在可见光全波段范围内具备全光谱吸收能力, 且 Nano Energy 提到钙钛矿材料在 300–800 nm 波长范围的可见光谱上, 具有约 $1 \times 10^5 \text{cm}^{-1}$ 量级的高吸收系数, 比传统单晶硅大一个数量级, 因此 100 纳米厚的钙钛矿薄膜, 就可以吸收硅薄膜微米厚度才能吸收的光。

图表 4. 半导体带隙对应理论最大效率曲线



资料来源: 索比光伏网, 中银证券

钙钛矿组件由多个功能层堆叠而成, 吸光层是提效的核心。晶硅电池和钙钛矿组件的本质工作原理都是通过空穴和电子的扩散形成内电场, 不同点在于:

- A. **晶硅电池是直接形成 P-N 结:** P-N 结的势垒电容与 P 型/N 型半导体的掺杂浓度和温度有关, 且势垒厚度较薄, 容易发生雪崩击穿, 从而承受的反向电压有限, 且感光灵敏度较小;
- B. **钙钛矿组件是 P-i-N 结:** P-i-N 结因为有 i 层-本征半导体 (即钙钛矿层) 的存在, 势垒厚度很大, 能承受很大的反向电压, 且能吸收大量的光子并转换为载流子。同时, i 层选用的钙钛矿材料充分吸收不同波长的太阳光, 对蓝/绿光的吸收强于晶硅电池, 其高结晶度极大减小载流子复合。

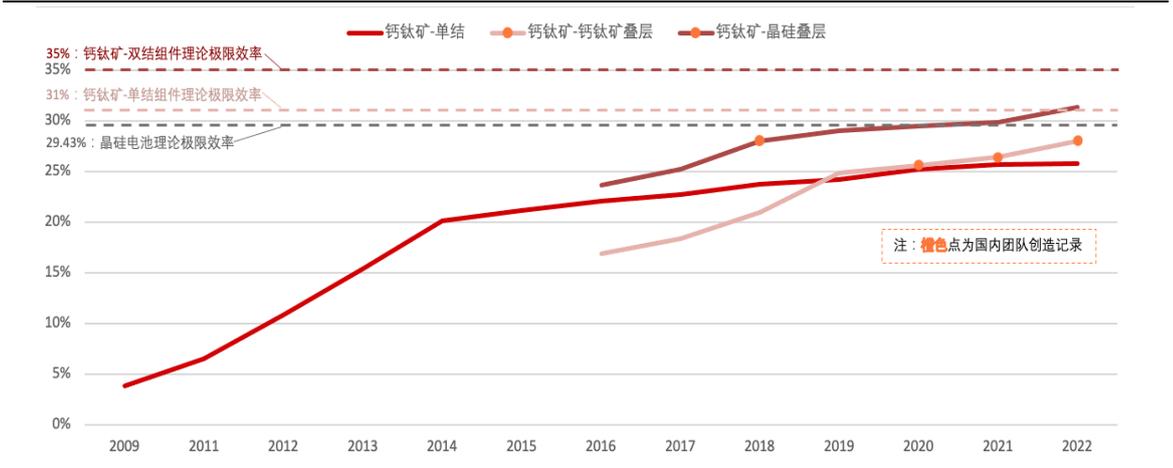
图表 5. 正式介孔结构的各层作用&材料



资料来源: 姚鑫《钙钛矿太阳能电池综述》, 郭文明《钙钛矿型太阳能电池制备工艺及稳定性研究进展》, 中银证券

钙钛矿单结组件的研发效率已接近 26%，平均每年至少提升 0.5%，极限为 31%。自 2009 年提出技术至今，钙钛矿单结电池的实验室效率从 3.8% 提升到 25.8%，13 年间平均每年提升 1.69%，而 2018-2022 年则平均每年提升 0.5%。相比 PERC、TOPCon、IBC 等技术在 90 年代已经实现 20% 以上的实验室转换效率，钙钛矿发展速度极快。据德国 ISFH 实验室数据，PERC 电池理想条件下极限效率为 24.5%，单面 TOPCon 工艺的理论效率在 24.9%-27% 之间，双面 TOPCon 工艺达 28.7%，HJT 工艺的理论机械转换效率是 27.5%，晶硅电池理论极限效率为 29.43%，而作为薄膜电池的钙钛矿光伏组件的单结理论效率为 31%，远超晶硅电池，是未来钙钛矿-晶硅叠层电池转换效率达到 50% 以上的重要推力。

图表 6. 钙钛矿单结组件、全钙钛矿叠层、晶硅叠层的实验室效率对比

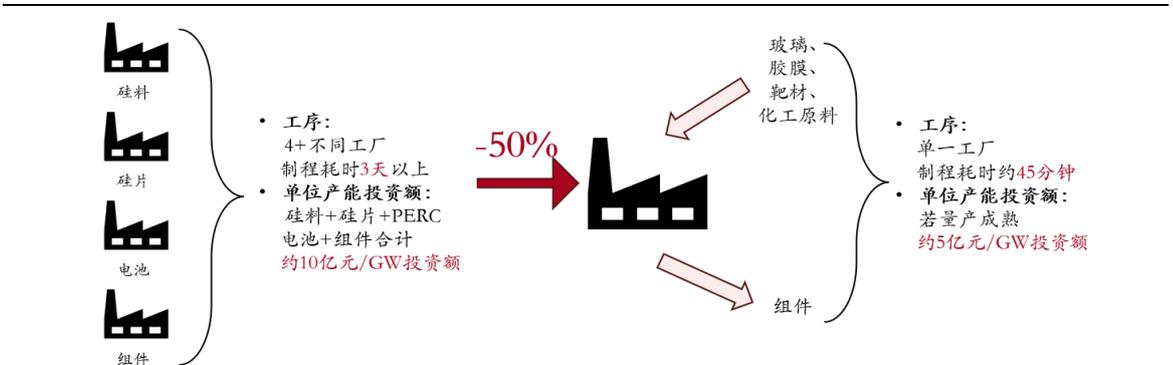


资料来源：NREL，仁烁光能公众号，中银证券

特点二：一体化工厂降低生产成本，钙钛矿材料具备成本优势

相比晶硅电池，钙钛矿工序大大缩短，单 GW 产能投资额更低。根据协鑫光电的数据，晶硅电池的制备，从硅料到组件至少经过 4 道工序，单位制程需要 3 天以上，同时还需要大量人力、运输成本等；而钙钛矿组件在单一工厂完成生产，原材料经过加工后直接成组件，没有传统的“电池片”工序，大大缩短制程耗时，单位制程耗时仅需约 45 分钟。从单 GW 产能投资额来看，与晶硅电池相比，硅料+硅片+PERC 电池+组件合计需要约 10 亿元投资，而目前的钙钛矿 10MW 中试线投资额为 0.7-0.8 亿元，达到量产成熟度之后，单 GW 产能仅需 5 亿元投资额，约晶硅电池单 GW 产能投资额的 1/2。

图表 7. 钙钛矿组件的单 GW 产能投资额有望比晶硅电池低 50%



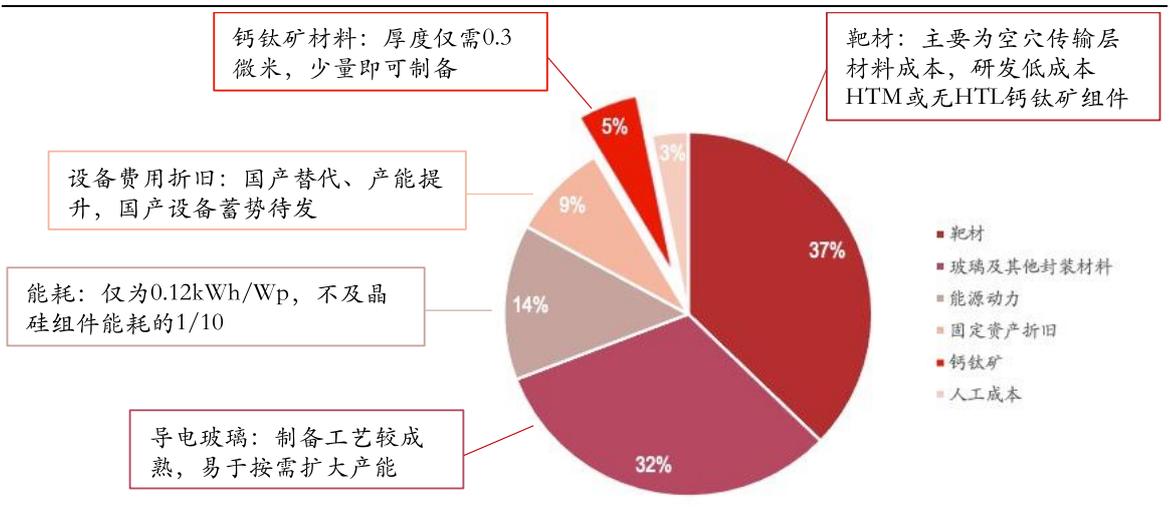
资料来源：协鑫光电公众号，中银证券

从度电成本来看，比晶硅电池更多渠道促进降本。钙钛矿光伏组件的度电成本，取决于初始投资条件（制造成本、组件效率和设备摊销费用）和发电量（寿命衰减、双面发电、温度和遮挡）。

降本途径分析 1-初始投资条件:

- **料耗显著降低，避免材料稀缺性涨价：**根据协鑫光电的数据，钙钛矿材料占单片组件成本的比重仅为 5%，其余主要为电极材料和玻璃等封装材料的成本。钙钛矿的吸光能力远超晶硅，钙钛矿层厚度仅需 0.3 微米，而晶硅组件中的硅片通常 180 微米厚，因此少量钙钛矿材料即可满足制备。同时，TCO 玻璃的制备工艺较成熟，易于按需扩大产能。
- **纯度要求低，单瓦能耗不及晶硅组件能耗的 1/10：**根据协鑫光电的数据，太阳能级的硅料，纯度需要达到 99.9999% 甚至 99.99999%，工艺温度高达 1700°C，组件制造能耗为 1.52kWh/Wp。而对于钙钛矿，只需要 95% 的纯度即可满足使用需求，最高工艺温度仅为 150°C，组件制造能耗为 0.12kWh/Wp，不及晶硅组件能耗的 1/10。
- **产业链生态更容易维护，有望通过扩产降本：**钙钛矿组件由于产业链缩短等先天优势，产品降本潜力极大，协鑫中试线的钙钛矿组件单位制造成本为 0.94 元/W，且据协鑫光电，当产能扩大到 1GW 以上时，制造成本将进一步下降到 0.7 元/W，系统成本降低到 2.5 元/W 以内。对比晶硅组件含税价格处于 2 元/W 水平，且各环节的利润受到极大挤压，预计晶硅电池降本速度将放缓。
- **度电成本随组件效率提高而下降：**参考 CPIA 数据，传统太阳能电池的光电转化效率每提升 1%，对应度电成本下降 5%-7%，而钙钛矿组件作为新型薄膜电池，有望遵循类似规律。
- **国产设备日渐成熟，设备摊销费用有望降低：**设备摊销费用取决于所选用工艺设备的价值量和设备产能，目前钙钛矿核心膜层所使用的设备是 RPD 和涂布设备，涂布设备的技术难度可控，RPD 的专利被日本方限制，预计未来随钙钛矿组件产能扩张，通过国产替代降低设备价值量，同时其余设备均有相对成熟的厂商储备。

图表 8. 协鑫 100MW 中试线的钙钛矿组件成本结构，制备成本低于晶硅组件



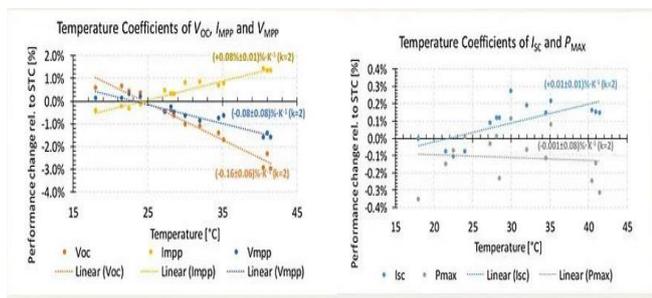
资料来源：协鑫光电公众号，中银证券

降本途径分析 2-发电量:

- **钙钛矿组件理论寿命可达 30 年，控制衰减率能做到更低的度电成本：**据杨文侃《钙钛矿系列光伏组件的度电成本分析》测算，寿命 25 年的钙钛矿组件若线性衰减小于 0.6%，度电成本低于晶硅组件。2022 年 6 月《science》报道，普林斯顿大学团队开发出可运行约 30 年商业性的钙钛矿组件，高出行业默认光伏组件的 25 年寿命。同时 2021 年纤纳光电自主研发的钙钛矿量产组件，就已通过基于 IEC61215 标准的稳定性加严测试，且纤纳光电表示保持 30 年稳定性的钙钛矿组件，即使转换效率和 PERC 相当，也能降低度电成本至 0.2 元。因此，随着钙钛矿组件做到更长寿命、更低衰减率，度电成本将逐步低于晶硅组件。

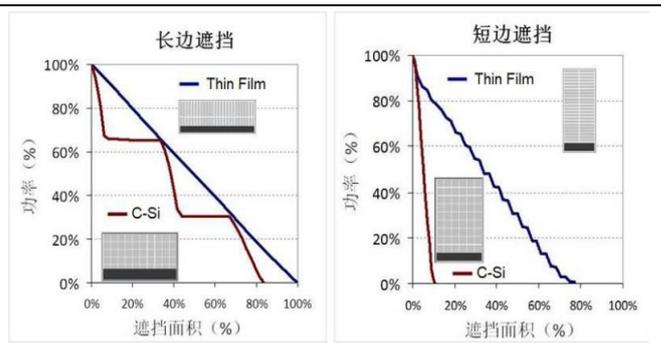
- **钙钛矿温度系数绝对值比晶硅低2个数量级，不易受温度影响：**从温度系数量化来看，晶硅组件约为-0.3，即温度每上升1度，功率会下降0.3%，例如在实际应用场景，出厂效率20%，当温度升到75度，效率大约就只剩16-17%。而钙钛矿的温度系数为-0.001，非常接近于0，因此它效率几乎不受温度影响，实际发电效率显著高于晶硅。
- **由于电路结构不同，钙钛矿组件比晶硅组件受遮挡的负面影响小，发电量平均高5%：**晶硅组件一般由60或72片独立电池片串联形成，当受到局部遮挡或损坏时，会出现热斑效应。而钙钛矿组件属于薄膜电池，通过工艺在整个面板上实现电路结构，电路之间互相连接，在受到同样遮挡时发电量影响比晶硅小很多，根据杨文侃《钙钛矿系列光伏组件的度电成本分析》测算，遮挡条件下钙钛矿组件比晶硅发电量高4.05%-6.05%，度电成本降低0.018-0.034元/kWh。

图表 9. 钙钛矿温度系数趋于 0



资料来源：协鑫光电公众号，中银证券

图表 10. 薄膜组件功率受遮挡影响小



资料来源：杨文侃《钙钛矿系列光伏组件的度电成本分析》，中银证券

特点三：轻薄且适应柔性基底，下游应用场景丰富

钙钛矿组件适应多元化的刚性/柔性基底。尽管晶硅电池可通过柔性材料封装制成柔性组件，但晶硅电池片容易断裂，对封装技术和封装材料性能要求非常高，因此薄膜电池更适合应用到柔性组件上。而由于CIGS等薄膜电池的制备温度较高，平板柔性电池通常使用的PET或PEN基底承受温度一般不超150℃，叠加柔性组件的卷对卷印刷工艺与钙钛矿制备兼容，因此钙钛矿组件更具备柔性应用空间。鉴于钙钛矿组件更轻薄、设计更友好的特点，厂家可按客需定制模块的形状、颜色和尺寸，并安装在屋顶、车顶、玻璃幕墙等任何空闲区域，叠加模块颜色可调，完美解决光伏在建材应用的美学问题。钙钛矿材料的柔性、轻薄、颜色可调、高电压等特性使其具备广泛应用各场景的潜力。

图表 11. 钙钛矿材料的理想应用场景包括 BIPV、电动汽车、BAPV、LED 等



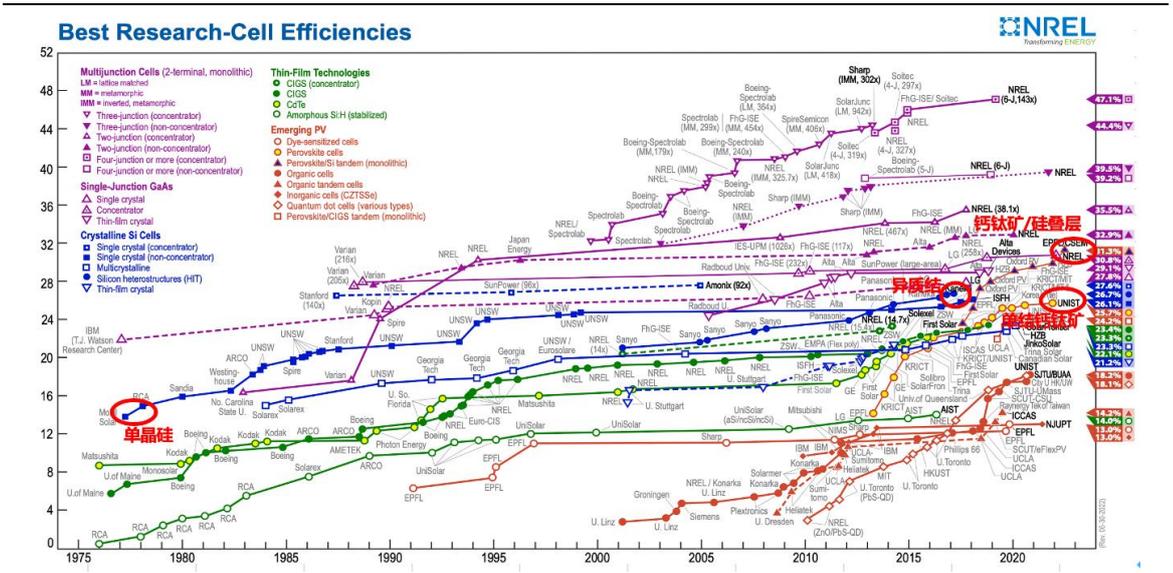
资料来源：国际太阳能光伏网，众能光电公众号，中银证券

特点四：钙钛矿多结叠层效率可达晶硅电池的2倍，叠层技术取决于界面复合层

钙钛矿-晶硅叠层电池研发效率已突破 31.3%。钙钛矿带隙宽度可调，可制备高效叠层电池，相比于单个 PN 结的钙钛矿太阳能组件，多结的 PSCs 光谱吸收效果更好、效率更高，但成本也更高。钙钛矿可制备 2 结、3 结及以上的叠层电池，钙钛矿 2 结叠层电池理论转换效率达 35%，而 3 结叠层效率可达 45% 以上，如果掺杂新型材料，甚至能达 50%，约为目前晶硅材料的 2 倍。

- 2 结叠层电池有钙钛矿-钙钛矿、钙钛矿-晶硅叠层电池两种。钙钛矿-晶硅叠层电池即将钙钛矿组件与硅电池按能隙从大到小的顺序从外向里叠合起来，让短波长的光被最外侧的宽带隙钙钛矿太阳能组件吸收，波长较长的光能够透射进去让窄带隙的硅太阳能电池吸收，可最大限度地让光能变成电能，目前获得了最广泛的研究，最新效率已突破 31.3%。

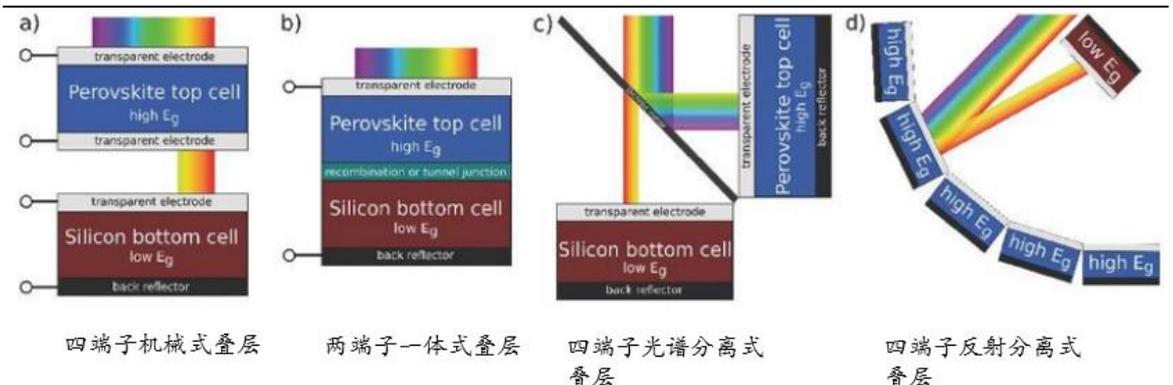
图表 12. 不同技术路线太阳能电池实现的实验室转换效率



资料来源：NREL，中银证券

- 全钙钛矿（钙钛矿-钙钛矿）叠层具备潜力，一体式叠层为主流结构。根据结构不同，叠层钙钛矿组件分为一体式结构和分离式结构，依据输出端子数量的不同，又可分为两端子和四端子结构。四端子结构能实现较高的实验室效率，但四端子叠层电池中的光学耦合叠层需要使用光学分光镜，成本过于高昂，而机械堆叠式需要三层透明电极，会降低电池转换效率。相比之下，一体式钙钛矿叠层结构简单，设备和工艺相对成熟，适合产业化。南京大学谭海仁团队实现了小面积全钙钛矿叠层电池 28% 的实验室效率，成立仁烁光能并开启全钙钛矿叠层电池的产业化。

图表 13. 钙钛矿-钙钛矿叠层电池类型

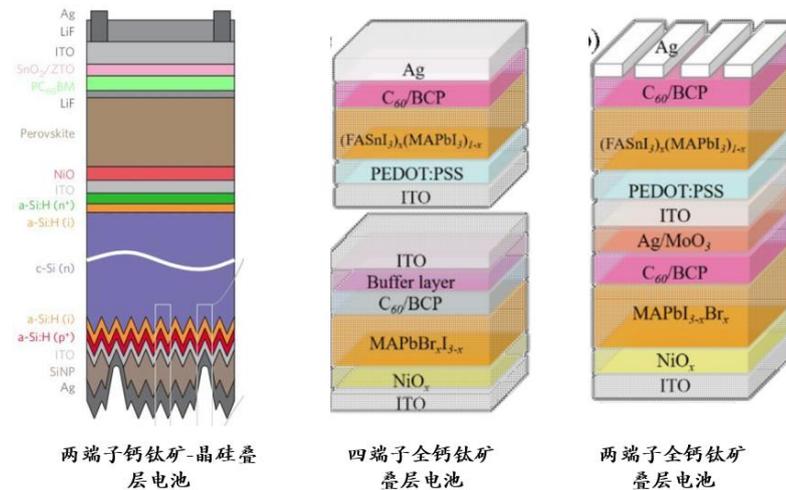


资料来源：杨文侃《钙钛矿系列光伏组件的度电成本分析》，中银证券

高效率叠层的满足条件：材料晶格匹配、禁带宽度组合合理、顶底子电池电流匹配等。叠层电池用能带宽度与太阳光谱匹配最佳的材料做成电池，按从大到小的能隙顺序叠合起来，短波长的光被外侧的宽带隙材料电池吸收，长波长的光被里侧的窄带隙材料电池吸收，提高太阳光利用范围，从而提高转换效率。由于四端子结构成本高昂，以两端子钙钛矿叠层电池为例，

- **晶格匹配：**即晶面间距相近或相等，使上下层电池晶格凝固时完全对接；
- **禁带宽度组合：**决定能吸收多少范围太阳光；
- **电流匹配是核心问题：**钙钛矿-晶硅电池由于界面需要制绒，如果钙钛矿直接与绒面接触会严重分流，影响开压和填充因子，因此界面复合层是关键。即使是全钙钛矿叠层电池，也需要制备中间层实现载流子的高效隧穿复合，提高器件的填充因子，最终实现高转换效率。

图表 14. 两端子钙钛矿叠层电池结构关键在于界面复合层



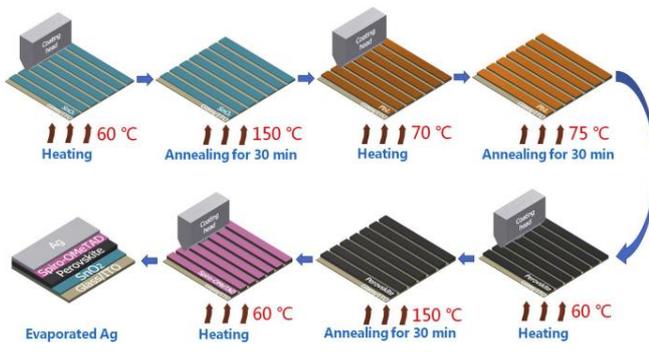
资料来源：Nature Energy，鲁迪《全钙钛矿叠层太阳能电池的制备及优化》，中银证券

面临挑战：大面积组件的制备难度、稳定性不足、降低材料的毒性

相比晶硅电池，钙钛矿组件缺陷实际影响程度有限，同时为实现产业化，学术界和产业界针对缺陷不断研究改良方法，已有一定成果：

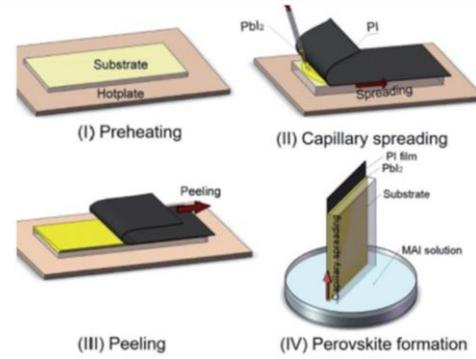
- **大面积制备的难度：发展狭缝涂布等多种制备新工艺。**实验室制备的高转换效率组件，基本是在 1cm^2 的极小面积薄膜上实现，大多使用旋涂法，但该工艺的转速很高，难以沉积大面积、连续的钙钛矿薄膜。取而代之的是狭缝涂布法，还有软膜覆盖沉积法(SCD)、板压法、气固反应法、刮涂法等能放大尺寸的工艺。解决此问题关键在于工艺改良。2022年4月，极电光能在 300cm^2 的大尺寸钙钛矿光伏组件上，创造了该尺寸面积下 18.2% 光电转换效率的新世界纪录。2022年7月，微纳科技成为全球首家量产 $40*60\text{cm}$ 柔性钙钛矿组件厂商，承诺效率达到 21%；同时，纤纳光电实现出货 5000 片 $1245*635*6.4\text{mm}$ 钙钛矿组件供省内工商业分布式钙钛矿电站使用，证实大面积钙钛矿组件问题逐渐得到改善。

图表 15. 狭缝涂布的工艺流程，制备温度不超 150°C



资料来源：中南大学，中银证券

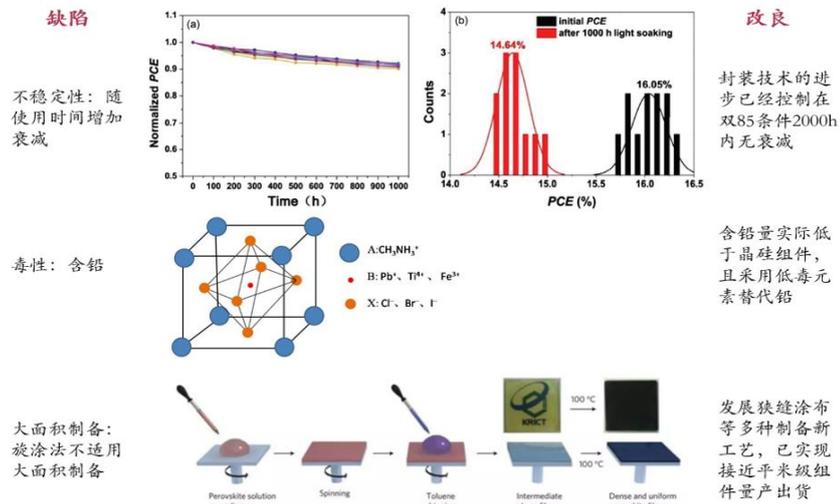
图表 16. 软膜覆盖沉积法 (SCD) 的具体流程



资料来源：索比光伏网，中银证券

- 不稳定性：尝试兼容更多种材料，封装为核心改良环节，稳定性已逐步增强。**为改善钙钛矿组件的不稳定性，业界聚焦于封装技术和材料结构的替换。钙钛矿材料对水汽极度敏感，易产生不可逆转的降解，因此室温环境下组件效率会随时间增长而衰减。但钙钛矿可容忍 1% 级别的杂质，对缺陷杂质容忍度远高于晶硅，可选用更多类型材料增强稳定性。同时，2020 年昆山协鑫光电围绕封装进行实验，发现封装不佳的组件很快就衰减，但良好封装的组件，在双 85 (85°C、85%RH) 条件下，2000 个小时内没有任何衰减。
- 含毒性：无铅化为钙钛矿材料研究的重要方向。**由于含铅钙钛矿更适合低温制备，光电效应较好，因此钙钛矿组件大多含具备毒性的铅，会对外部环境造成污染。实际上晶硅组件的焊带通常含铜箔涂铅，每一块标准尺寸的晶硅组件里约含 18 克铅，而同样尺寸的钙钛矿组件含铅量不超 2 克，因此钙钛矿组件的含铅量只有晶硅的 1/10。同时，钙钛矿材料的优点之一是可以对材料成分进行设计，有利于采用低毒的元素替代铅，目前大量研究工作采用来自该族的 Ge、Sn 以及来自周期表中的 Bi 和 Sb 等环境友好元素来替代铅。

图表 17. 钙钛矿组件量产受限的因素及改良进度



资料来源：徐尧《反式 p-i-n 结构钙钛矿太阳能电池》，中银证券

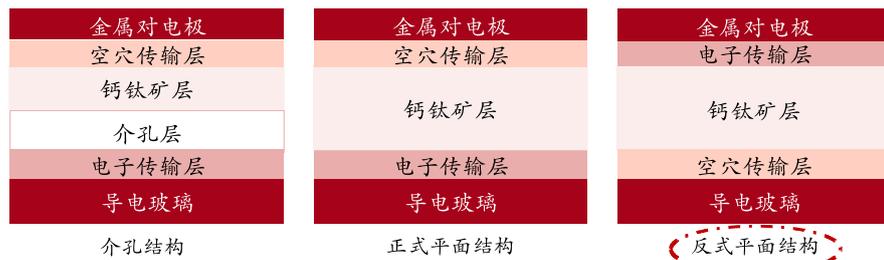
钙钛矿：技术突破对国产设备商的意义？延长产品生命周期

组件结构由多个功能层铺设而成，多种制备工艺并存

钙钛矿组件主要有 3 类结构框架，反式平面结构适合产业化。常见的 3 类“三明治”结构为介孔结构和平面结构（分为正式平面、反式平面，区别：钙钛矿底层材料对钙钛矿内的电子或空穴的提取能力不同，P 型半导体主要传递空穴，N 型半导体主要传递电子）。

1. **正式(n-i-p)平面结构（效率更高）**：转换效率比反式结构高，具有较高的 Voc 和 Jsc 值，但空穴传输层在核心的钙钛矿层上面，在选材的温度耐受性和性能平衡上还不能很好的匹配，且迟滞效应比反式结构明显（迟滞效应降低电池测试的准确性和电池性能）；
2. **正式(n-i-p)介孔结构（优化版本，使钙钛矿层更稳定）**：与正式平面结构类似，介孔层的掺杂能改善钙钛矿层和电子传输层的接触，提升电子的提取能力，但介孔层需要 450°C 高温烧结，不能和柔性衬底结合，不适宜投入量产。
3. **反式(p-i-n)平面结构（主流结构）**：比正式结构的工艺更简便价廉、低温成膜、更适合与传统光伏电池结合叠层器件等，同时因为反式 (p-i-n) 结构中，空穴层选材的扩散长度/系数比电子层的短/低，更有利于电荷的平衡抽取，从而抑制迟滞效应。由于适合叠层结构延伸及产业化、工艺成本低，为目前的主流结构。但面临转换效率较低、电子传输层用材昂贵和热稳定性差等限制。

图表 18. 钙钛矿光伏组件常见的“三明治”结构中，反式平面结构更适合产业化

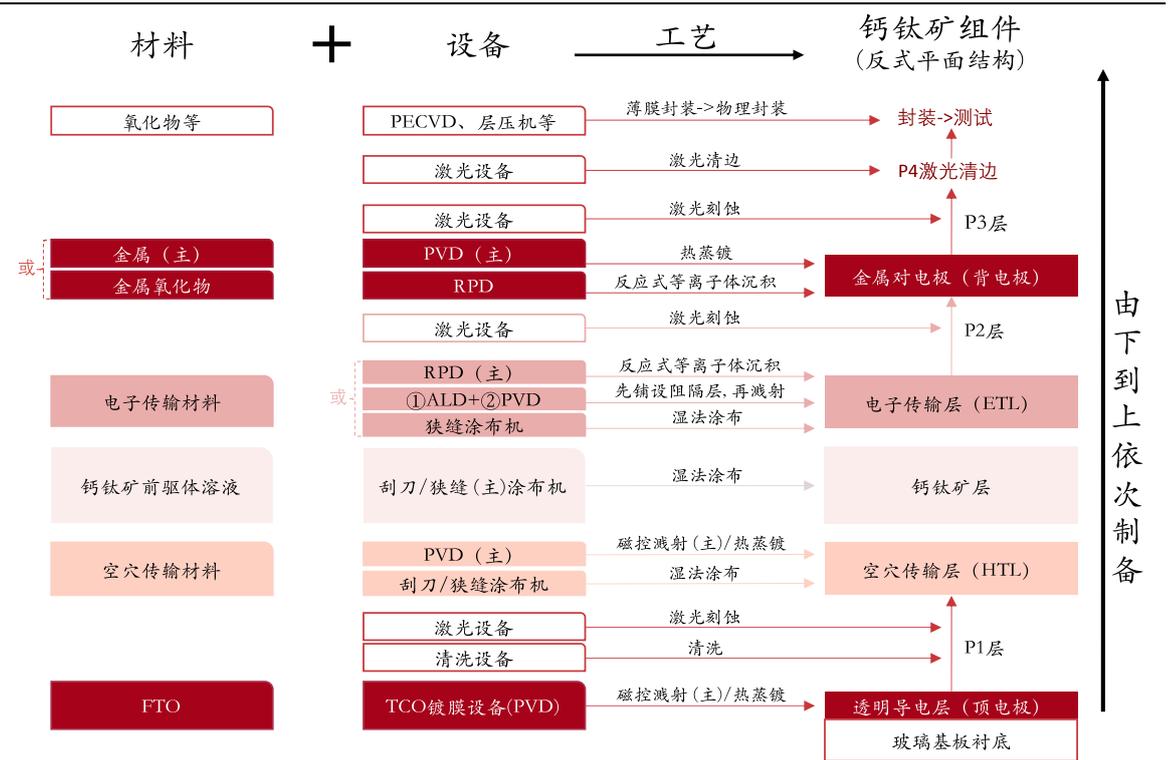


资料来源：徐尧《反式 p-i-n 结构钙钛矿太阳能电池》，中银证券

3 层薄膜的制备较关键，涂布机、PVD、RPD、激光设备为核心设备。以反式平面结构为例，根据多家头部厂商的专利，涂布机、PVD、RPD、激光设备为核心产业化设备：

- **TCO 玻璃**：从玻璃厂商直接采购，也可以在玻璃衬底上 PVD 溅射透明导电层，技术较成熟。
- **空穴传输层（核心层一）**：一般用溅射 PVD，亦可用蒸镀 PVD，最新研究尝试涂布机，技术难点在于工艺参数调整。
- **钙钛矿层（最核心层二）**：主流选用狭缝涂布工艺，技术难度较高，技术核心在于大面积制备的解决方案、成膜均匀性。
- **电子传输层（核心层三）**：主流用 RPD 设备；另一种是先用 RPD 或 ALD 制备一个很薄的阻隔层，再用溅射 PVD 做传输层；正研究尝试涂布机制备，技术难点在于材料适配和保护下方钙钛矿层。
- **背电极**：用蒸镀 PVD 设备，已具备较成熟的技术应用。
- **激光刻蚀**：共四道激光，主要用于 P1、P2、P3 层激光划线，使整个钙钛矿面板形成一道道的子电池，且子电池互相串联；P4 层激光用于清边处理，技术难度可控。
- **封装**：较关键的环节，封装方案处于创新阶段，包括薄膜封装、物理封装等。

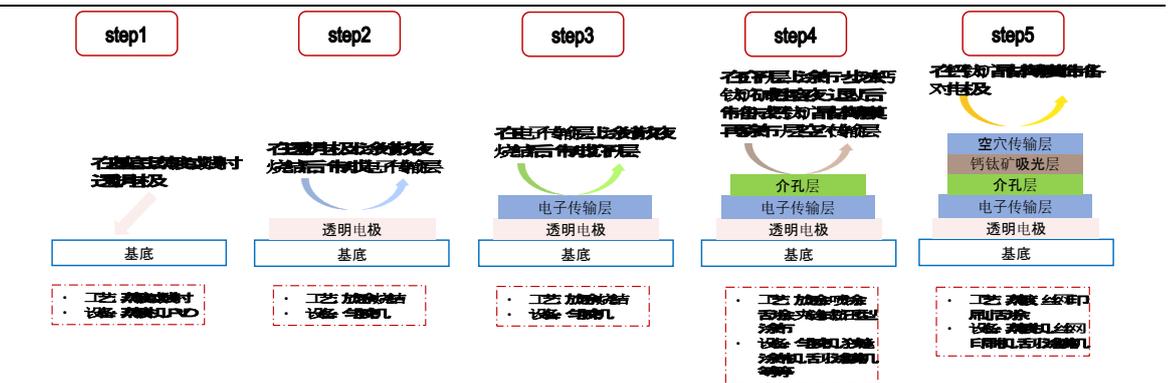
图表 19. 钙钛矿组件(反式平面结构)的生产工艺及对应设备&材料



资料来源: 库治良《Printing strategies for scaling-up perovskite solar cells》, 众能光电公众号, 中银证券

以协鑫纳米的发明专利《一种钙钛矿太阳能电池及其制备方法》为例, 涉及正式介孔结构, 使用匀胶机(实验室级别)、PVD (磁控溅射、蒸镀), 钙钛矿层选用涂布机, 与反式结构的制备方案类似。

图表 20. 协鑫纳米的一种钙钛矿组件(正式介孔结构)制造工艺流程

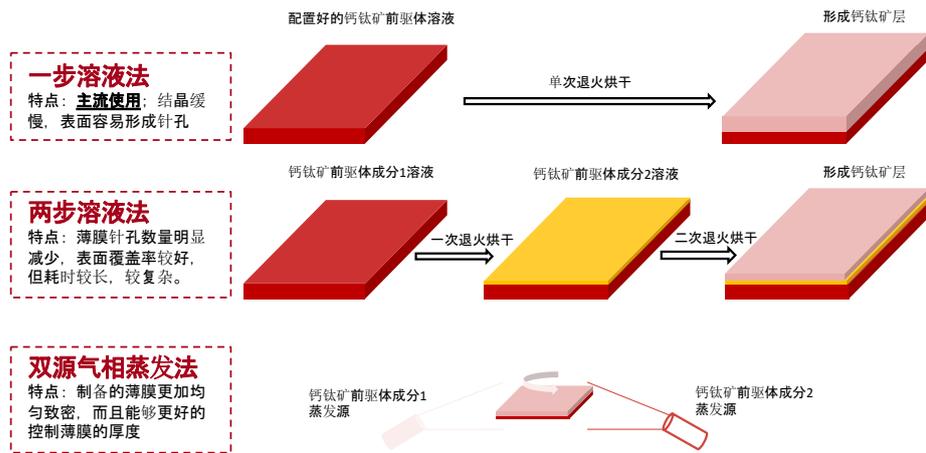


资料来源: 协鑫纳米专利《一种钙钛矿太阳能电池及其制备方法》, 中银证券

钙钛矿层: 大面积制备难度较高, 狭缝涂布工艺为主流

钙钛矿层的制备分 4 种反应原理和 2 大类工艺。作为钙钛矿组件的核心层, 钙钛矿层及上下电荷收集层界面的制备至关重要, 薄膜厚度、大面积均匀性、成膜速度控制为重要技术指标。目前钙钛矿层的制备从反应原理上分为 4 种, 即一步溶液法、两步溶液法、双源气相蒸发法、气相辅助溶液法。

图表 21. 钙钛矿层的制备工艺方法-反应原理角度



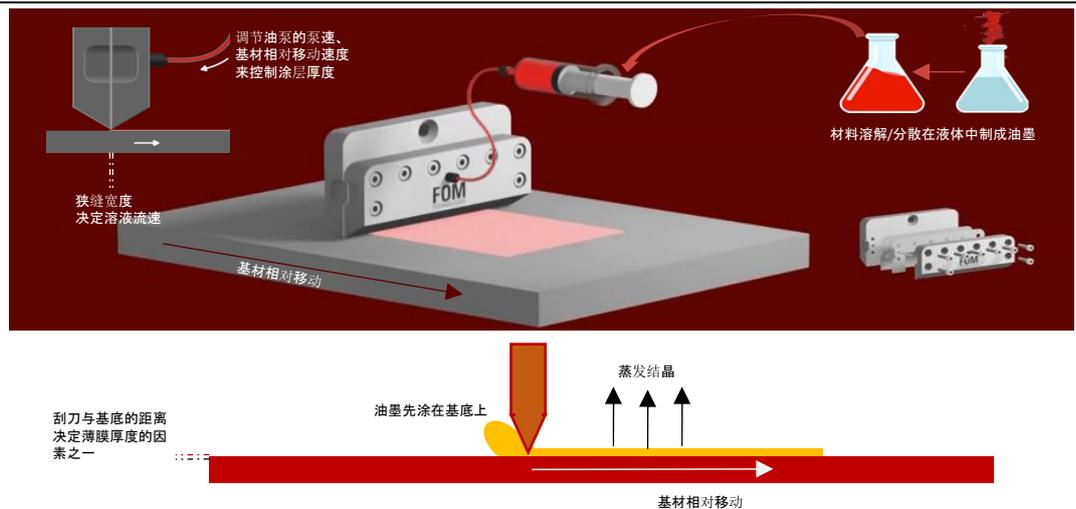
资料来源：全华锋《浅谈钙钛矿太阳能电池技术与发展》，中银证券

狭缝涂布为钙钛矿层的主流大面积制备工艺。从工艺角度划分，适应大面积沉积钙钛矿薄膜的有湿法涂布、印刷等 2 大类工艺，其中狭缝涂布工艺具备制程可控性较强、材料利用率高等特点，成为目前钙钛矿层的主流制备工艺；而丝网印刷工艺适用于全印刷型钙钛矿组件的制备。

第一类-湿法涂布工艺：根据涂布头分为狭缝涂布工艺、刮刀涂布工艺等。

- **狭缝涂布（主流选择）**：非接触式涂布技术，在玻璃/金属/聚合物等基材上将特制油墨沉积形成超薄均匀涂层，涂层厚度取决于施加到基材上的油墨量除以涂布面积，硬件核心在于狭缝涂布头的耐腐蚀性、狭缝精度及油墨流动控制。特点是印刷速度快、成膜均匀、材料利用率高、运行成本低、适用油墨的粘度广等。除了光学薄膜外，也用在锂电池隔膜、液晶面板等精密涂布。
- **刮刀涂布**：与过量的油墨接触，通过调整刮刀与基底的距离来调整厚度，同时也与油墨的浓度、基底移动速度相关。特点是能兼容流动性弱的油墨，提高浓度、减小干燥负荷，涂布速度较快。同时涂布面较平整，不随原表面的凹凸而起伏。

图表 22. 钙钛矿层的制备工艺方法-狭缝涂布工艺（上）与刮刀涂布工艺（下）

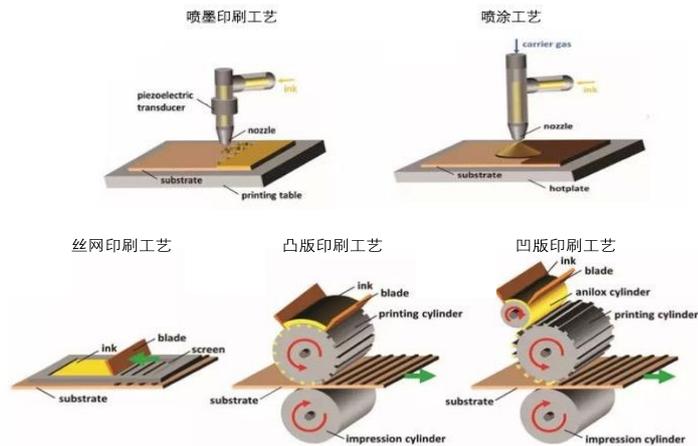


资料来源：FOM Technologies, 库治良《Printing strategies for scaling-up perovskite solar cells》，中银证券

第二类-印刷工艺：分为喷墨印刷法、喷涂法、丝网印刷法、凸版印刷法、凹版印刷法等。

- **丝网印刷（全印刷型钙钛矿组件的量产工艺）**：特点是生产成本极低(资本支出和运行成本)、高吞吐量。同时是制造微米级厚度介孔支架的有效方法，但介孔层结构需要 400 摄氏度高温制备，面临容易破坏钙钛矿层的挑战。据 Swansea 大学研究发现，可以通过丝网印刷将钙钛矿组件印在建筑物钢顶上，而国内的万度光能将投建全丝网印刷工艺生产的 200MW 介观钙钛矿组件产线。
- **喷墨印刷**：与器件无接触的印刷技术，和打印机原理类似，打印机头和油墨相连，压力脉冲控制油墨的吞吐量。特点是材料利用率较高，能够精准灵活控制打印形状、厚度等，技术的关键挑战在于油墨高吞吐量的时候能否保持印刷的精度，以及能否找到兼容的动态粘度、密度和表面张力的油墨。由于印刷速度受限于喷嘴数量，喷墨印刷的速度较其他沉积薄膜工艺慢。
- **喷涂**：同样为非接触型印刷技术，通过改变油墨的成分、浓度、喷嘴角度、移动速度等，达到控制钙钛矿薄膜厚度及高吞吐量操作的目的。特点是材料损耗较低，能够高吞吐量处理，但挑战在于晶体生长厚度的变化、溶液去湿以及由表面张力驱动的薄膜覆盖不均等。
- **凸版印刷、凹版印刷**：在钙钛矿组件研发中使用较少。

图表 23. 钙钛矿层的制备工艺方法-喷墨印刷、喷涂、丝网印刷、凸版/凹版印刷

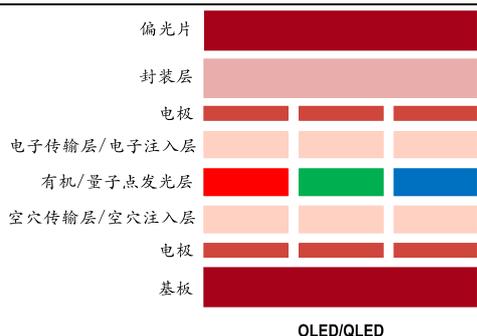


资料来源：庠治良《Printing strategies for scaling-up perovskite solar cells》，中银证券

狭缝涂布工艺从平板显示、锂电池极片领域沿用至钙钛矿，技术应用经验丰富。(1) 平板显示面板也由不同功能薄膜组成，其中柔性 OLED 的结构和钙钛矿组件最为接近，核心 PI 导电膜使用狭缝涂布工艺制备，此外液晶面板的光学膜也使用狭缝涂布工艺制备，平板显示面板领域已有大面积使用狭缝涂布工艺的经验；(2) 锂电池的极片涂布是卷对卷工艺，将浆料快速均匀地涂覆在正负极集流体，因为事关锂电池的容量、安全性等，因此对涂层的膜厚、均匀性、尺寸精度等要求均非常严格。因此，业界对狭缝涂布工艺在技术原理的掌握和应用经验上已较为成熟，更多在精度、设备控制、浆料配方上追求精益求精，能够在钙钛矿膜层上沿用。

大面积钙钛矿层的制备难点在于，没能达到实验室级别的均匀度。实验室通常采取旋涂法，利用旋转的离心力将膜厚制备均匀，形成高效率的小面积钙钛矿组件，但旋涂法的浆料使用率较低，大尺寸的生产成本较高，且不宜产业化。目前换用高精度控制的狭缝涂布工艺，无法将膜层做到实验室里的均匀效果，而且尺寸放大后容易形成凹凸不平的表面、内部含气泡等，因此大面积钙钛矿组件的难度更多在于工艺而非设备，量产效率与实验室效果还有较大距离，也是业界积极突破的方向。

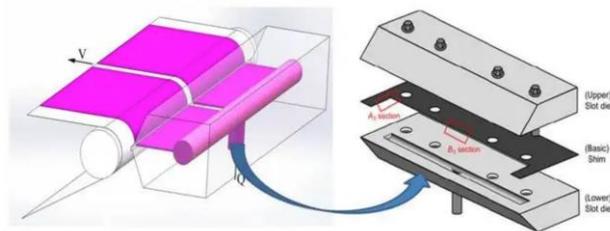
图表 24. OLED 的结构与钙钛矿组件类似



OLED/QLED

资料来源：电子发烧友，中银证券

图表 25. 狭缝涂布在锂电电极片涂布工艺的应用



资料来源：全球光伏公众号，中银证券

钙钛矿企业主要选择狭缝涂布工艺路线。我们对国内部分领先钙钛矿企业的公开专利进行统计，在钙钛矿层制备工艺的选择上，主要是狭缝涂布和蒸镀 PVD，而协鑫光电、纤纳光电等在刮涂、喷涂上也有尝试布局，此外 CVD、丝网印刷工艺属于少数选择方向。

图表 26. 国内主要钙钛矿企业对钙钛矿层制备工艺的专利布局（不完全统计）

5家布局 协鑫光电 纤纳光电 众能光电 无限光能 大正微纳	5家布局 协鑫光电 纤纳光电 极电光能 无限光能 万度光能		4家布局 协鑫光电 纤纳光电 极电光能 无限光能	
	狭缝涂布机		热蒸镀机	
旋涂机 (实验室级别)	2家布局 协鑫光电 纤纳光电	2家布局 协鑫光电 纤纳光电	2家布局 纤纳光电 极电光能	2家布局 万度光能 众能光电
	刮刀涂布机	喷涂机	CVD	丝网印刷机

资料来源：智慧芽，中银证券

高精度的狭缝涂布机依赖进口，国产设备商以德沪涂膜为首。钙钛矿用狭缝涂布机以进口日韩设备为主，进口商主要有美国 nTact、日本东丽工程、韩国三兴机械等，而国产设备商中主要以德沪涂膜 SPS 为首，其开发的全球首套用于大面积钙钛矿太阳能面板制造的涂膜设备通过验收，技术实力位居全球头部。而众能光电亦有涂布/刮涂一体机。

图表 27. 钙钛矿层用狭缝涂布机的主要供应商

膜层	主要设备	主要厂商
钙钛矿层	涂布机	进口：美国 nTact、日本东丽工程 国产：上海德沪、众能光电

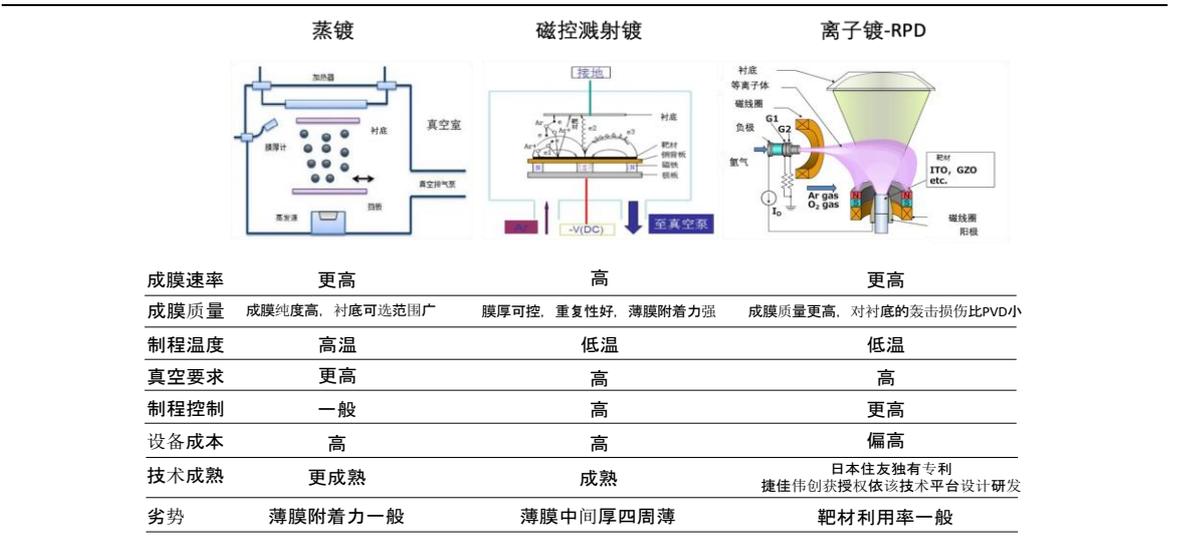
资料来源：各公司公告，中银证券

上下传输层 & 背电极 & TCO 玻璃: PVD 工艺贯穿全制程

蒸镀、溅射镀、RPD 都属于 PVD 工艺。PVD (Physical Vapor Deposition) 为物理气相沉积技术, 在真空环境下将气化成分子/离子的材料源, 通过低压气体/等离子体在衬底表面沉积成特定功能薄膜。根据工艺制程的不同, 主要分为真空蒸发镀、真空溅射镀、真空离子镀。其中:

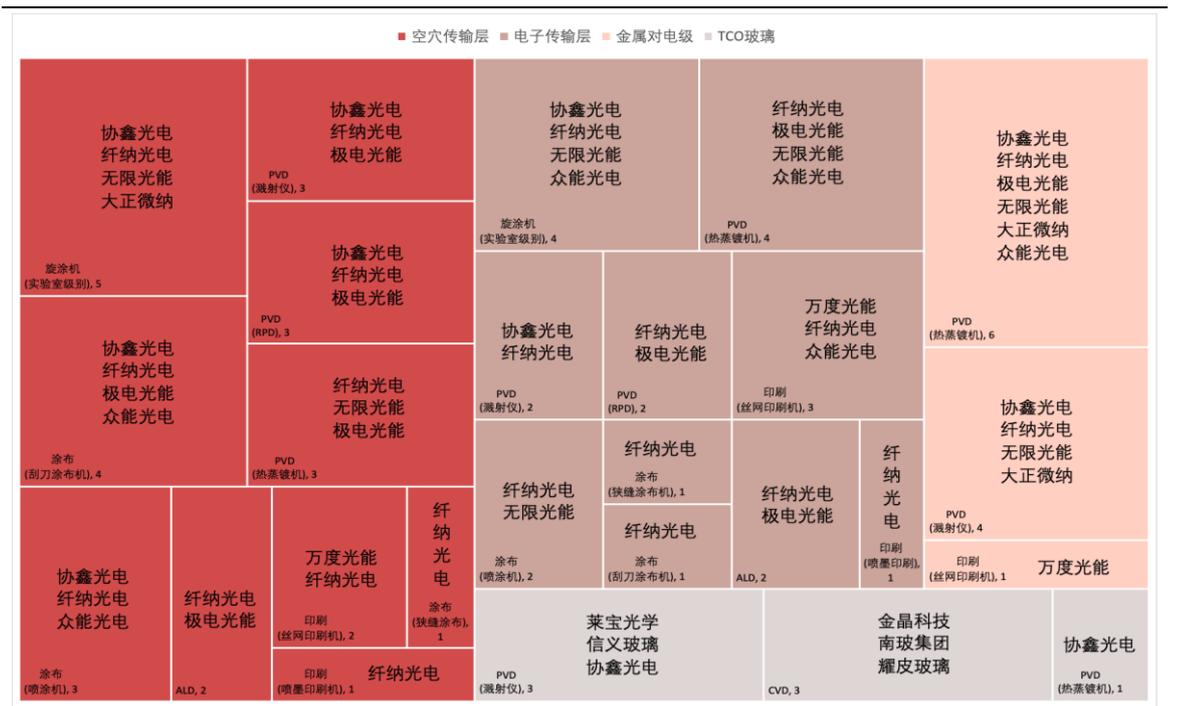
- **蒸发镀:** 蒸发器加热使靶材蒸发汽化成粒子, 随后将该粒子直接射向衬底并完成沉积
- **溅射镀:** 通过高电压将靶材转化成等离子体状态, 利用高能量粒子撞击靶材后, 被撞击出来的靶中分子或原子撞上衬底完成沉积
- **离子镀:** 利用高压气体放电将靶材蒸发后离子化, 利用离子轰击衬底表面完成沉积。根据日本住友介绍, RPD (Reactive Plasma Deposition) 也是离子镀的方法之一。

图表 28. 蒸镀、磁控溅射镀、RPD 的原理图及优劣势



资料来源: 全球光伏公众号, 中银证券

图表 29. 主流厂商对传输层/TCO 玻璃/对电极层的工艺专利布局, PVD 领先



资料来源: 智慧芽, 中银证券

PVD 在钙钛矿电池制备中属首选工艺。我们根据对主流钙钛矿厂商在空穴传输层、电子传输层、背面对电极层、TCO 玻璃等领域的专利布局进行统计，各层对应主流工艺路线如下：

- 空穴传输层：PVD-溅射镀、PVD-RPD、涂布-刮刀涂布机
- 电子传输层：PVD-蒸镀、PVD-RPD、PVD-溅射镀、印刷-丝网印刷机
- 对电极层：PVD-蒸镀、PVD-溅射镀
- TCO 玻璃：PVD-溅射镀、CVD

国产 PVD 设备商率先受益。 尽管产业实验室、科研院所前期主要使用进口设备进行研发，而根据已公开信息，目前国内部分含钙钛矿用 PVD 的设备商已进入出货验证或完成验证阶段，如**(1)捷佳伟创**向某领先钙钛矿厂商出货了“立式反应式等离子体镀膜设备”（RPD），并于 22/07 再次中标量产型 RPD 订单；**(2)京山轻机**旗下晟成光伏的团簇型多腔式蒸镀设备已量产，并成功应用于多个客户端；**(3)众能光电**截至 21 年底的钙钛矿 PVD 设备出货量达 30 台套；**(4)湖南红太阳**的首台钙钛矿电池用 PVD 及 ALD 镀膜设备发货，成功中标龙头客户钙钛矿电池项目。**(5)合肥欣奕华**的蒸镀事业部有对真空蒸发法制备钙钛矿电池薄膜的研究。其中，不乏有已在 HJT 布局有 PVD 的捷佳伟创、湖南红太阳等，随着钙钛矿产线的逐步落地，国产设备商有望持续受益。

图表 30. 已公告有钙钛矿用镀膜设备的主要供应商

镀膜设备 (PVD / ALD)	主要厂商
溅射镀 PVD	■ 国产：捷佳伟创、众能光电、京山轻机(晟成光伏)、湖南红太阳
RPD	■ 国产：捷佳伟创
蒸镀 PVD	■ 进口：加拿大 Angstrom Engineering ■ 国产：京山轻机(晟成光伏)、众能光电、合肥欣奕华、德竹芯源
ALD	■ 进口：荷兰 SMIT ■ 国产：湖南红太阳

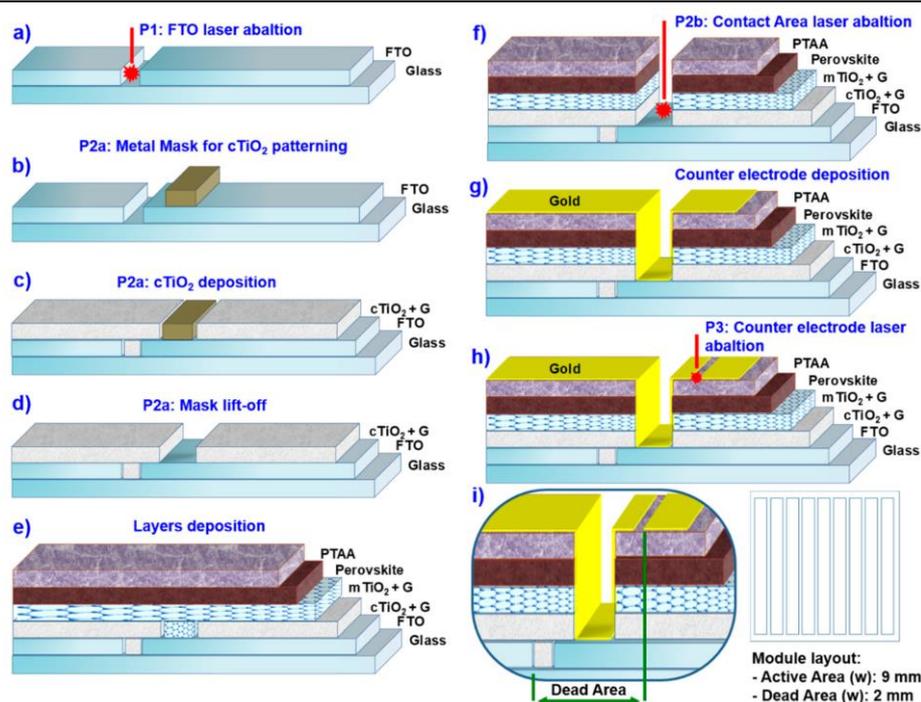
资料来源：各公司公告，中银证券

P1-P4 层：主要使用激光刻蚀设备，国产激光设备商跃跃欲试

P1-P3 用激光刻蚀，P4 用激光清边。 钙钛矿用激光设备主要使用纳秒/皮秒/飞秒脉宽等波段的绿光激光或红外光纤光源进行刻蚀划线，被切割处很快被加热至汽化温度蒸发形成线槽，目的是阻断电流导通，形成多个单独的电池模块，串联电池，增大电压。激光刻蚀激光的工艺精度、对薄膜材料的损伤、缺陷控制、刻划断面的粗糙度均对电池效率、寿命具有重大影响。

- **P1 层：采用纳秒级别的激光进行刻蚀**，刻蚀 FTO 层，需保证激光刻蚀线宽、激光刻蚀线间距精确度，不伤及玻璃衬底。
- **P2 层：采用皮秒或飞秒级别的激光刻蚀**，刻蚀 ITO 或钙钛矿层，需保证激光刻蚀线宽、激光刻蚀线间距精确度，不伤及 PI 层的 FTO。同时，鉴于钙钛矿容易在外界影响下降解，精度更为严格，对激光光源的单脉冲能量、脉宽、频率有不同的要求。
- **P3 层：采用皮秒或飞秒级别的激光刻蚀**，刻蚀对电极层，需保证激光刻蚀干净、激光刻蚀线宽、激光刻蚀线间距精确度，不伤及 P2 层。
- **P4 层：去除薄膜边缘区域**，利用激光划线划分出无效区域后，对无效区域采用大功率、大光斑、低频红外激光进行清除。而在大面积组件的清边时，先对扫描小单元进行清边，然后对下一个小单元清边，多单元拼接清边。

图表 31. 某种激光划刻的工作原理



资料来源: MDPI, 中银证券

国产激光设备商早已布局, 竞争较活跃。国产激光设备商在钙钛矿领域早有技术布局, 如(1)众能光电截至 21 年底已出货钙钛矿激光划线刻蚀设备 50 台套; (2)大族激光表示其钙钛矿激光刻划设备在 2015 年已实现量产销售, 并和相关客户一直保持合作关系; (3)杰普特与大正微纳科技共同研发出柔性钙钛矿激光膜切设备, 通过验收并正式投入生产使用。而传统光伏设备商也积极布局钙钛矿激光设备, 如(4)迈为股份 2021 年为客户定制的单结大面积钙钛矿电池激光设备已交付, 钙钛矿设备仍处于研发阶段; (5)帝尔激光公告将交付用于钙钛矿电池的激光设备, 应用于 TCO 层、钙钛矿层、电极层。国内钙钛矿激光设备的参与者较多, 已有众能光电、杰普特等步入商业化阶段的国产设备商。

图表 32. 钙钛矿组件生产设备主要供应商

膜层	主要设备	主要厂商
P1—P4	激光设备	众能光电、杰普特、帝尔激光、大族激光、迈为股份

资料来源: 各公司公告, 中银证券

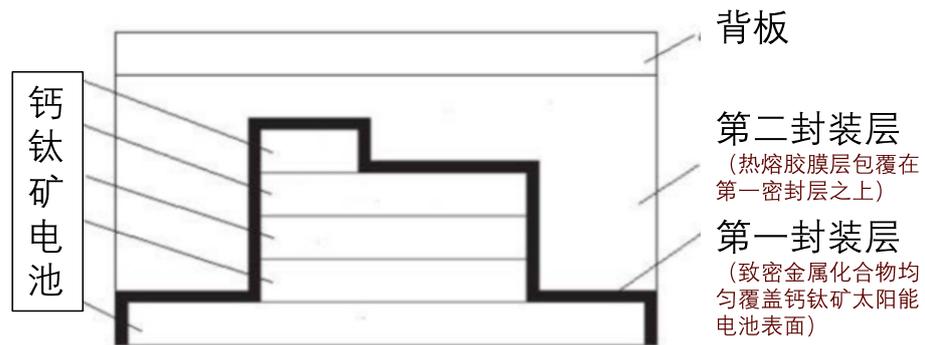
封装: 决定钙钛矿电池的稳定性和寿命

主要有 2 代封装技术。钙钛矿电池的各功能膜层材料, 对暴露大气中的水蒸气、氧气、紫外光、压力等比较敏感, 钙钛矿材料很快分解, 同时组成钙钛矿晶体的有机小分子会从晶体逃逸, 引发钙钛矿晶体的分解, 使用寿命比设计值要低得多, 因此封装工艺能够将钙钛矿组件与大气环境隔离, 防止被杂质污染和腐蚀, 是提升钙钛矿组件使用寿命的关键环节。据长光所 Light 中心介绍, 目前主要有 2 代封装工艺:

- 一代: 通过蒸发金属喷射器和焊接金属带, 将电流从电池传导到外部, 并将金属带的边缘密封, 器件位于封闭空腔中心。
- 二代: 利用透明 ITO 电极将钙钛矿与金属电极分离, 确保电极与钙钛矿组件之间有间隙, 而直接利用 ITO 电极进行封装, 对钙钛矿组件的密封效果更佳。

钙钛矿电池封装涉及 PVD、CVD、层压机等设备。据协鑫光电公开的某类实用新型专利显示，其钙钛矿电池的封装工艺包括两个封装层工序，(1)第一封装层由致密的金属化合物组成，包括阻挡氧气、钙钛矿电池挥发的有机小分子等的水气阻隔层，均匀覆盖在钙钛矿太阳能电池表面，厚度在纳米级；第一封装层可采用 CVD、PVD、ALD 中任意一种方式。(2)第二封装层采用热熔胶膜，包括 EVA 膜或 POE 膜，厚度为微米或毫米级；第二封装层可采用成熟的晶硅组件封装方式，但封装核心在于热熔胶膜的适用温度，由于市场上的 EVA 膜配方更多适用于晶硅光伏组件，使用温度在 130-150℃，对于钙钛矿材料而言温度过高，容易挥发的有机小分子在真空和加热的双重作用下更容易脱离晶体结构，降低钙钛矿层的活性，而降低温度又会弱化封装效果。(3)背板与第二封装层相连；采用层压机。

图表 33. 钙钛矿电池的某类封装工艺



资料来源：协鑫光电 202122293792.4 号专利，中银证券

晶硅光伏组件封装设备商有望受益。根据德沪涂膜公众号，(1)弗斯迈与钙钛矿电池组件龙头工厂达成合作，其主要经营覆膜设备、贴胶带机等；而鉴于协鑫光电 202122293792.4 号专利显示，第二封装层可采用成熟的晶硅电池封装工艺，已成熟/领先的晶硅光伏组件装备商有望受益。

图表 34. 钙钛矿组件封装设备主要供应商

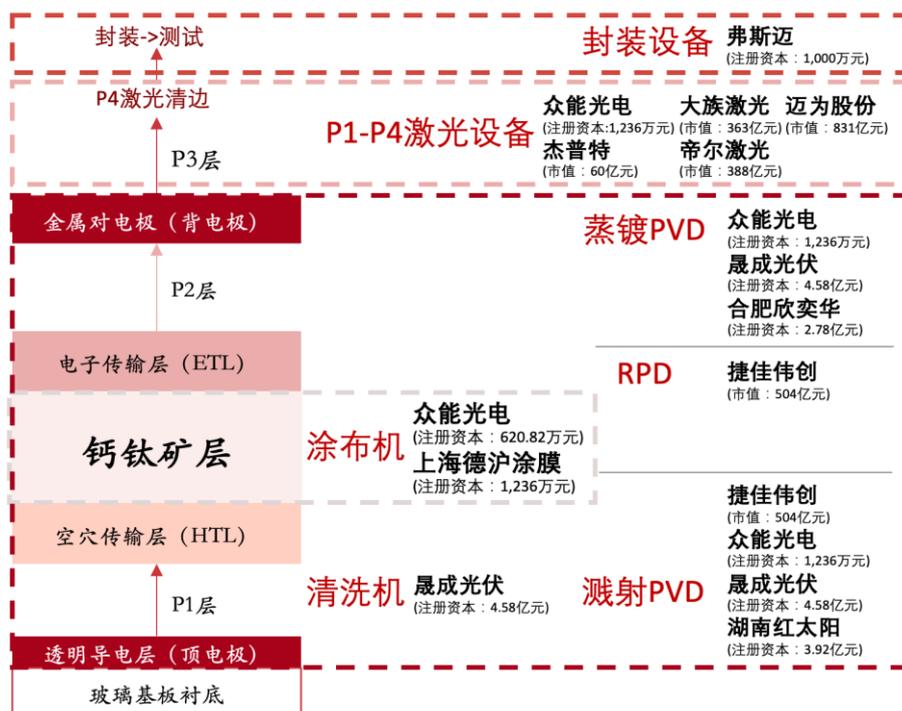
工序	主要设备	主要厂商
封装	精确裁切覆膜设备、贴绝缘胶带机器、贴导电胶带机、汇流条贴敷机、层压机	弗斯迈

资料来源：各公司公告，中银证券

国产设备商蓄势待发，静待技术进步推动产线规划落地

国产设备商具备提供定制化钙钛矿设备的能力，竞争格局未定型。从不同膜层所需设备来看，(1)激光设备为通用性较高的设备，其他电池技术路线的激光设备较容易复用到钙钛矿电池上，便于国产激光设备商布局。(2)PVD 有较多设备商布局，竞争多样化，其中金属电极层的蒸镀设备技术难度可控，有布局真空技术的厂商也较容易进入；RPD 的技术难度与 PVD 相当，但受限于日本住友的专利垄断且成本较高，目前仅捷佳伟创拥有技术专利授权。在建立中试线初期，为保证钙钛矿产成品与设计性能/稳定性一致的情况下，(3)涂布机更多使用 nTact 和东丽工程等进口设备，国内已有上海德沪涂膜等领军企业。(4)封装环节国内已有弗斯迈等合作企业，晶硅光伏组件领域的成熟封装设备商也有望受益。

图表 35. 钙钛矿光伏电池制程及国产设备商情况



资料来源：企查查，中银证券

图表 36. 主要钙钛矿设备厂商的基本业务情况

厂商	设备	进展	合作厂商
众能光电	钙钛矿整线 刮涂/涂布一体机 磁控溅射仪 蒸镀机 ALD 激光划线刻蚀机 封装和测试设备	■ 截至 2021 年已对外销售刮涂/涂布一体机、磁控溅射、热蒸发镀、ALD 和激光刻蚀机等工艺单机以及钙钛矿太阳能电池组件整线近 100 台套	鑫磊半导体
上海德沪	涂膜设备	■ 2021 年全球首套用于大面积钙钛矿太阳能电池制造核心涂膜设备系统验收成功	协鑫光电
弗斯迈	封装自动化整线	■ 贴绝缘胶带机器、贴导电胶带机、汇流条贴敷机等钙钛矿组件自动化产线设备，与龙头厂商合作	-
捷佳伟创	RPD 钙钛矿整线(研发)	■ 2022 年首套量产型钙钛矿电池核心装备 RPD 通过厂内验收，将发运给客户投入生产；2021 年中标首个钙钛矿中试设备采购订单	-
京山轻机 (晟成光伏)	ITO 玻璃清洗 PVD 蒸镀机 ALD(研发)	■ 2022 年团簇型多腔式蒸镀设备完成量产交付，成功应用于多个客户端；2021 年与协鑫光电签约共同研发钙钛矿叠层电池技术	协鑫光电
湖南红太阳	PVD ALD	■ 2022 年首台钙钛矿用 PVD 及 ALD 镀膜设备已顺利发往某一线光伏企业	-
大族激光	激光刻划设备	■ 主要产品为钙钛矿激光刻划设备，产品在 2015 年已实现量产销售	-
杰普特	激光膜切设备	■ 2021 年为大正微纳定制的全球首套柔性钙钛矿膜切设备，通过验收并正式投入生产	大正微纳
帝尔激光	激光设备	■ 2022 年将交付用于钙钛矿电池的激光设备	-
迈为股份	激光设备	■ 2021 年为客户定制的单结大面积钙钛矿电池激光设备已交付，而钙钛矿设备尚处于研发阶段	-
拓日新能	-	■ 公告称钙钛矿项目设备为自研自用为主	-

资料来源：各公司公告，中银证券

钙钛矿：产业化潜质？以史为鉴，期待未来的 3-5 年

复盘历史，光伏市场需求由政策驱动向市场驱动转型，实现外驱向内驱发展

- (1). **政策驱动期：国内 PERC 产能、光伏装机量高速发展。**在 PERC 发展初期，国外主导核心技术和产能，而国内光伏产业的发展，主要受欧美市场需求驱动。**2012 年**，在欧债危机和“双反”调查的影响下，全球光伏产业陷入低谷，同年，国家“863”专项启动，对 PERC 电池效率、量产规模等作出指示，标志国内 PERC 正式进入产业化阶段。**2013-2014 年**，为应对光伏产业发展初期的高成本，国家推出多项补贴政策扶持企业，吸引大批新兴参与者布局，光伏需求回暖。**2015 年**，在“光伏领跑者计划”刺激下，积极推动技术转型，财政支持先进技术研发，PERC 产能全球领先。**2016-2017 年**，“十三五”规划刺激下，抢装潮迅速推高需求节奏，同时产能超预期扩张，供需关系偏向过剩，同期 HJT、TOPCon、钙钛矿等开始出现中试线。PERC 发展初期多受政策驱动，国内厂商主要引进国外成熟先进技术和设备，主要是产业规模化趋势，而产能扩张后周期中，叠加电池技术进步，促进新旧产能替换、新技术的萌芽。
- (2). **市场驱动期：补贴退潮，“平价上网”造就光伏产业第二增长曲线。****2018 年**，“531”新政明确光伏产业“平价上网”，政策扶持收紧、补贴退坡，光伏企业加速技术革新，加速落后产能和技术出局，光伏产业由规模化向高质量、高效益发展，“降本增效”兴起，技术呈多元化“萌芽期”。**2019-2020 年**，平价上网临近，光伏技术多点突破，其中 HJT 产能出现大规模规划并有更多中试产线开工。随着硅料、辅材、设备等技术迭代，PERC 电池成本优势显现，进入爆发式发展阶段。**2021 年至今**，PERC 持续扩张，N 型技术效率提升凸显性价比，N 型路线投产开始白热化，加速进入商业化，TOPCon 投建积极，HJT 逐步发力，钙钛矿技术突破并出现小规模投产探路。在碳中和、节能减排的全球共识下，光伏需求迅速攀升，产业受资本市场关注度攀升。

借鉴 PERC、异质结电池量产进程，钙钛矿处于商业化前瞻阶段

参考 PERC 电池发展历程，钙钛矿电池处于“试产期”。PERC 电池发展至今有 3 个重要时间节点：2012 年，晶澳科技首先进行 PERC 电池小批量试产，效率达到 20.3%；2015 年，PERC 电池量产平均效率超 BSF 电池技术瓶颈，头部企业实现批量化稳定生产，产能首次达到世界首位，次年正式开启产业化量产；2017 年，PERC 电池进入爆发期，成为国内最主流的光伏电池技术，高利润驱动产能高速扩张，至 2019 年市场份额达到国内第一，核心设备脱离对国外技术的依赖，实现国产替代。而目前，钙钛矿太阳能电池企业仍处布局、投产中试线和产能规划阶段，参考 PERC 电池头部企业晶澳科技，自试产至规模化量产大约需要 3 年时间。叠加 PERC 电池核心设备实现国产替代时间，实现规模量产大约还需要 5 年时间，但钙钛矿设备相较 PERC 时代的国产自主可控程度更高，时间有望缩至 3-5 年。

对标 3 年前异质结电池进程，钙钛矿电池或等待 3 年进入量产。异质结电池起步略早于钙钛矿电池，国内厂商中，晋能科技首先于 2017 年布局并投产 100MW 异质结中试线，次年，中智电力、钧石能源、国家电投等企业跟进布局。随着先发企业的试产成功，2019-2020 年，通威股份、爱康科技等 20 余家企业宣布总计超 52GW 产能规划，部分企业启动 GW 级异质结产线。2021 年，异质结电池已建产能超 5GW，量产平均效率超 24%。截止目前，异质结电池产能规划规模已超 190GW，降本路径清晰，有望进入下一发展阶段。从产能进程角度来看，钙钛矿太阳能电池目前仍处于试产筹备阶段。2020-2021 年，协鑫光电、纤纳光电等头部企业已投产百兆瓦级钙钛矿中试线，2022 年，宁德时代、仁烁光能等跟进启动中试线。目前钙钛矿参与企业少、规模小，与 2018-2019 年的异质结电池产业化进展较相似，至今间隔约 3 年实现规模量产，因此对标异质结电池的发展历史，叠加海内外光伏装机需求持续旺盛，或留给新技术更多的验证窗口，进入规模量产阶段仍可期待 3 年时间。

图表 37. PERC、HJT、钙钛矿太阳能电池发展历程

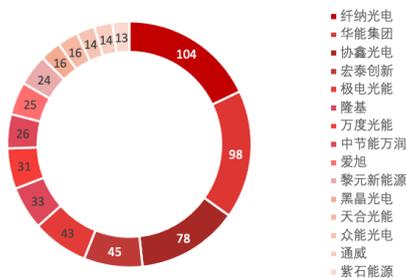


资料来源: 万得, 同花顺财经, 北极星太阳能光伏网, 索比光伏网, PV Tech, Energy Trend, 中银证券

国内钙钛矿的技术储备丰富, 产学研联动, 逐步开启商业化探路

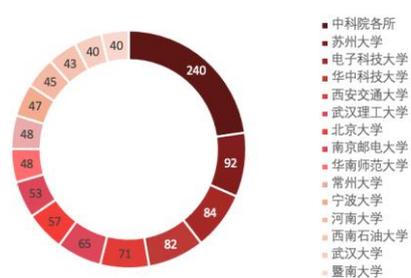
薄膜电池里面为什么看好钙钛矿? 经济性高于其他薄膜电池, 学术/产业界推动钙钛矿电池研究。以 CIGS 薄膜电池为例, 2015 年凯盛科技在蚌埠投资 100 亿元建设 1.5GW 量产线, 2017 年杭州锦江集团斥资 12 亿元建设 150MW 量产线, 均远高于纤纳光电对钙钛矿电池约 11 亿/GW 的单位投资, 同样碲化镉、碲化镉等薄膜电池成本也显著高于钙钛矿电池。钙钛矿的经济性优势, 极大推动产业和科研院所布局, 根据智慧芽专利数据库对“钙钛矿+太阳能/光伏”的有效或审查中专利的检索, 国内领先企业为纤纳光电, 拥有 100+个相关专利, 协鑫、隆基、天合、通威等头部企业也纷纷抢占研发先机。领先科研院所为中科院体系内各研究所, 专利个数高达 240 个, 苏州大学、电子科技大学等院校在钙钛矿电池的实验室研究也走在前列。

图表 38. 钙钛矿的专利布局-国内企业



资料来源: 智慧芽, 中银证券

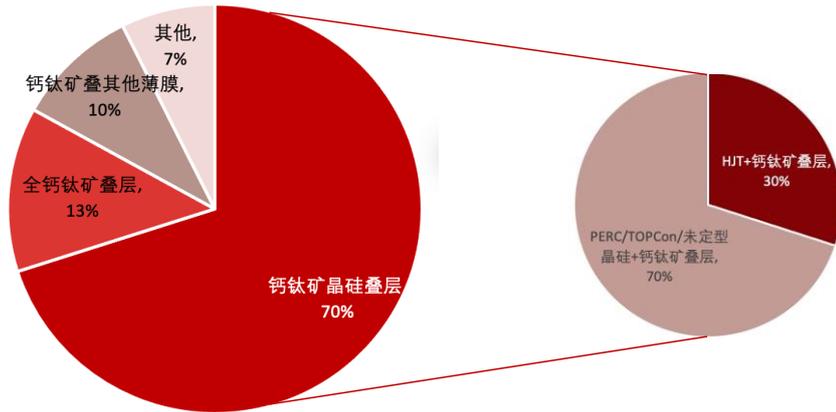
图表 39. 钙钛矿的专利布局-国内科研院所



资料来源: 智慧芽, 中银证券

钙钛矿-晶硅叠层电池为主要研发方向，HJT+钙钛矿叠层产业化前景可期。在智慧芽数据库约 180 篇钙钛矿叠层电池专利中，70%是钙钛矿晶硅叠层，以研究不同结构、材料、制备方法提升电池效率、稳定性，便于工业化生产为主。而其中又有约 1/3 的专利为异质结钙钛矿叠层，其余部分由未限定晶硅电池类型和少量的 PERC+TOPCon 构成。HJT 电池对短波段的光吸收较差，与钙钛矿叠层效率会有更大提升，且有天然的复合层，结构上更适合叠层电池。HJT+钙钛矿叠层产业化进度最快的为华晟新能源，已完成 HJT+钙钛矿叠层中试线并实现 M6 大面积钙钛矿叠层制备，协鑫光电以及隆基、通威、爱旭、阿特斯等头部企业各自有相关专利布局，纤纳光电曾在 2021 年底与三峡研究院联合开发 PERC+钙钛矿四端子叠层组件，效率达 26.63%，但在 HJT 叠层上还未公布相关动作。

图表 40. 钙钛矿叠层电池专利主要集中在钙钛矿-晶硅叠层方向



资料来源：智慧芽，中银证券

图表 41. 国内厂商对 HJT+钙钛矿太阳能电池布局

国内企业	布局情况
杭萧钢构	子公司合特光电计划在 2022 年底投产首条异质结/钙钛矿叠层电池中试线，目标效率 28% 以上
华晟新能源	完成 HJT+钙钛矿叠层中试线，实现 M6 大面积钙钛矿叠层制备，计划 2025 年建成百 MW 级钙钛矿叠层产线
极电光能	有 2 项相关专利，在 300cm ² 大尺寸钙钛矿光伏组件实现 18.2% 的世界记录，计划 23 年启动建设量产线
众能光电	钙钛矿设备供应商，拥有 1 项相关专利
隆基	有多项绒面晶硅电池为底电池的相关专利，提供异质结-钙钛矿叠层电池为实施例
协鑫	有 2 项相关专利，钙钛矿电池量产线预计 22 年建设完成，与晟成光伏合作开发叠层电池技术
通威	有 4 项相关专利
阿特斯	有 2 项相关专利
爱旭	有 2 项相关专利
日托光伏	有 2 项相关专利
黑晶光电	有 2 项相关专利，以研究钙钛矿+PERC 叠层为主，效率可达 26.1%
紫石能源	有 2 项相关专利
德运创鑫	有 3 项相关专利
嘉兴尚羿新能源	为通威参股的新南威尔士大学光伏博士所属公司的全资子公司，拥有 HJT 叠层电池 2 项专利

资料来源：智慧芽，公司公告，中银证券

钙钛矿产业开启商业化探路，规划产能合计超 27GW。尽管瑞士洛桑联邦理工学院 EPFL、牛津光伏、日本松下集团等海外机构的研发成果领先，但国内钙钛矿的技术转化速度领先，且技术储备和资本等因素都具备的情况下，钙钛矿产业化可以迅速实现从 0 到 1 的飞跃。协鑫光电、纤纳光电和极电光能等头部厂商已接近或开启商业化探路阶段。

- **协鑫光电**：最早聚焦于钙钛矿的团队，腾讯创投和宁德时代参股，实现 45*65cm 尺寸 17% 的实验室效率，拥有 43 项授权和审查中的发明专利及 35 项实用新型专利，100MW 量产线 22 年投产。

- **纤纳光电**：与协鑫光电有着类似的发展路径，产业化进度最快，在2022年7月实现alpha组件量产并出货给地面光伏电站使用，实现了全球首款钙钛矿组件商业化应用，开启商业化探路。
- **极电光能**：背靠长城控股集团，预计年内完成150MW试制线，进度追平协鑫光电。

图表 42. 三家头部钙钛矿厂商产业化进度

	创司历史 股权结构	技术背景	实验室效率	专利情况	核心技术	产能规划
协鑫光电	<ul style="list-style-type: none"> 2010年: EPFL博士范斌与清华校友创办唯华光电 2016年: 被协鑫集团收购 股权: 协鑫纳米入股51.5%、腾讯创投入股6.0%、道达尔能源投资间接入股6.3%、宁德时代通过B轮融资入股0.13%、范斌持股9.3% 	<ul style="list-style-type: none"> 范斌, 清华大学化学系本硕, 瑞士洛桑联邦理工学院 (EPFL) 博士, 千人计划特聘专家, 国内最早聚焦于钙钛矿的团队 	17%@45cm×65cm	发明专利: 43 实用新型: 35 <ul style="list-style-type: none"> 聚焦于提高稳定性、寿命、效率; 简化制备工艺 	PVD+涂布	一期100MW (1m×2m) 计划2022年投入量产, 达到设计要求后, 迅速开建1GW产线, 然后放大到5-10 GW
纤纳光电	<ul style="list-style-type: none"> 2015年: 帝国理工学院博士姚冀众和浙大校友创立 股权: 姚冀众直接和间接持股29.7%、颜步一持股17.3%、北京京能入股7.9%、三峡资本间接持股3.9%、衢州市国有资本和产业基金也有一定持股 	<ul style="list-style-type: none"> 姚冀众, 浙江大学光电本科, 帝国理工学院博士, 师从薄膜光伏领域权威 Jenny Nelson 院士, 10余篇学术论文发表在光伏半导体领域顶级期刊 	<ul style="list-style-type: none"> 7次刷新钙钛矿小组件效率世界纪录 21.4%@19.32cm² 26.63%@钙钛矿-PERC四端子叠层组件 	发明专利: 78 实用新型: 26 <ul style="list-style-type: none"> 聚焦于提高效率、稳定性、成膜质量、生产可重复性 	溶液打印 <ul style="list-style-type: none"> 让钙钛矿制程像印刷报纸一样高效 	一期100MW于22/07量产, 已出货5000片。规划建设5GW
极电光能	<ul style="list-style-type: none"> 2020年: 长城控股集团投资成立, 聘请钙钛矿领域知名科学家Mohammad Khaja Nazeeruddin教授为首席科学家 股权: 魏建军(长城汽车董事长)控股84%、总经理于振瑞持股1.2%、碧桂园创投持股1.5% 	<ul style="list-style-type: none"> 于振瑞, 曾任职于天津力神、中兴能源等公司, 拥有35年光伏从业经验; Mohammad Khaja Nazeeruddin为瑞士洛桑联邦理工学院 (EPFL) 教授, 被Times Higher Education 评选为钙钛矿太阳能电池研发领域世界前十科学家 	<ul style="list-style-type: none"> 17.8%@900cm² 18.2%@400cm² 20.5%@64cm² 22%@16cm² 	发明专利: 42 实用新型: 1 <ul style="list-style-type: none"> 聚焦于提高稳定性、效率、成膜质量 	一步溶液涂布&固相晶化 <ul style="list-style-type: none"> 适用于不同粗糙度的基底, 保证膜层的均一性 	150MW(1.2m×0.6m)试制线将于22Q3末下线 计划在2023年建设一期1GW, 2024年、2025年再分别追加2GW和3GW

资料来源: 各公司官网, 天眼查, 中银证券

图表 43. 钙钛矿产能布局-在建>1GW, 规划>27GW (截至 2022/08, 不完全统计)

企业	地点	在建项目	规划产能	投资额 (亿元)	最新进展	转换效率
协鑫光电	江苏 昆山	100 MW (1m×2m)大尺寸钙钛矿组件产线	5GW	>2	<ul style="list-style-type: none"> ■ 产线: 完成厂房硬件建设, 正改造升级, 一期 100MW 计划 2022 年投产。100 MW 产能达到设计要求后, 将新建 1 GW 产线, 然后放大到 5-10 GW ■ 应用: 协鑫光电 1 米*2 米大尺寸钙钛矿组件已下线, 2022 冬奥会期间亮相张家口, 在 project Y 钙钛矿小屋应用 	18%@2m2 (量产线目标) 1-2 年后达到 20%-22%
纤纳光电	浙江 衢州	100MW 级别产线-衢州钙钛矿生产基地	5GW	54.6	<ul style="list-style-type: none"> ■ 产线: 一期 100MW 级别产线 22/07 量产, 已出货 5000 片 ■ 应用: 出货 5000 片为全球首款钙钛矿商用组件 α 成功交付用于省内工商业分布式钙钛矿电站; 2 月开建了全球首个钙钛矿集中式光伏地面电站, 装机规模为 12MW 	21.4%@19.32cm 2
极电光能	江苏 锡山	150MW (1.2m×0.6m)试制线	6GW	50	<ul style="list-style-type: none"> ■ 产线: 150MW 将于 22Q3 末下线, 计划在 2023 年建设一期 1GW, 2024 年、2025 年再分别追加 2GW 和 3GW 的产能 ■ 应用: 2022 年 4 月 18 日, 极电光能在湖北大冶举行大冶新能源项目签约仪式。大冶新能源项目装机规模达 2.8GW 	18%@300cm2 (Sub-module) 20.5%@64cm2 (Mini-module)
无限光能	/	100MW 大尺寸钙钛矿太阳能电池模组试验线	100MW	/	<ul style="list-style-type: none"> ■ 产线: 预计 22Q3 完成试验线建设, 年内实现大尺寸组件批量下线, 下一步启动 10MW 级中试线建设, 2024 年建成 100MW 级量产线 	>20%@大尺寸 (试验线目标效率)
仁烁光能	江苏 苏州	10MW 钙钛矿叠层中试线 150MW 钙钛矿组件量产线	10MW 150MW	/ /	<ul style="list-style-type: none"> ■ 产线: 22/08 投入使用 ■ 产线: 22 下半年启动建设 	22%@300*400mm 20%@1.2*0.6m
曜能科技	/	中试车间	/	/	<ul style="list-style-type: none"> ■ 产线: 2022/7 中关村通州园选址, 下半年开始建设中试车间, 2023 年底投入使用 	/
万度光能	湖北 鄂州	200MW 大试线-可印刷介观钙钛矿太阳能电池生产基地	10GW	60	<ul style="list-style-type: none"> ■ 产线: 已签约, 计划一期建设 200MW 级可印刷介观钙钛矿太阳能电池大试线 2022 年落地, 成功后扩充至 10GW 产能 	/
众能光电	浙江 杭州	200MW 钙钛矿太阳能电池组件生产线	200MW	/	<ul style="list-style-type: none"> ■ 产线: 在建, 已建成 100-500kW 	20%@64cm2 17%@300cm2
大正微纳	江苏	10MW 柔性钙钛矿光伏组件产线	100MW	0.8	<ul style="list-style-type: none"> ■ 产线: 22/07 正式量产 	22.5%@40*60cm
合特光电	/	100MW 异质结-钙钛矿叠层电池中试线	/	/	<ul style="list-style-type: none"> ■ 产线: 2022 年底完成生产线建设并投产 	28%以上 (目标效率)
鑫磊半导	甘肃 金昌	1GW 钙钛矿光伏组件	1GW	10.36	<ul style="list-style-type: none"> ■ 产线: 22/07 开工一期, 分两期 	/
锦能新能	湖南 常德	钙钛矿铜铟镓硒叠层电池全产业链项目	/	20	<ul style="list-style-type: none"> ■ 已签约 	22%以上 (目标效率)
合计		>1.22GW	27.56GW			

资料来源: 各公司公告, 中银证券

钙钛矿：需求预期？设备先行，展望百亿元设备市场

测算一、按照现有钙钛矿组件产能规划落地节奏进行测算：2027年或合计达百亿元设备市场。按照协鑫光电、纤纳光电、极电光能等11家公告有确切产能规划的厂商进行落地节奏测算，同时按照纤纳光电、极电光能、鑫磊半导等产线的平均单GW投资额为对标参照，估算单GW的钙钛矿设备投资额在8亿元左右，2022-2027年有望合计新增落地产能达到16GW，对应108亿元的钙钛矿设备市场。

图表 44. 钙钛矿设备 2027 年或合计达 108 亿元设备市场（按产能规划测算）

已公开钙钛矿产能规划估算法	2022E	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E	合计
协鑫光电	0.05	0.05	0.5	0.4	1	1	2	2	2	9
纤纳光电	0.05	0.05	0.5	0.5	1	1	1.9			5
极电光能	0.05	0.05	0.4	0.5	1.5	1.5	2			6
无限光能	0.01	0.045	0.045							0.1
仁烁光能	0.01	0.075	0.075							0.16
曜能科技		0.05	0.05							0.1
万度光能	0.05	0.05	0.1	0.8	1	2	2	2	2	10
众能光电	0.05	0.05	0.1							0.2
大正微纳	0.01	0.04	0.05							0.1
合特光电	0.01	0.04	0.05							0.1
鑫磊半导	0.01	0.04	0.05	0.2	0.2	0.5				1
合计钙钛矿组件新增落地产能 (GW)	0.3	0.54	1.92	2.4	4.7	6	7.9	4	4	31.76
YoY (%)		80	256	25	96	28	32	-49	0	
单 GW 投资额 (亿元)										
=项目规划投资额/规划产能	10	10	9.5	9	8.5	8	7.5	7	6.5	
单 GW 设备投资额 (亿元)										
=单 GW 投资额 * 80%	8	8	7.6	7.2	6.8	6.4	6	5.6	5.2	
对应钙钛矿设备市场空间 (亿元)	2	4	15	17	32	38	47	22	21	200
YoY (%)		80	238	18	85	20	23	-53	-7	

资料来源：各公司公告，中银证券

测算二、按照钙钛矿组件占据分布式光伏市场份额的逻辑测算：2029年或合计达百亿元设备市场

光伏装机增量能见度较高，新技术或赢取验证窗口。据国家能源局数据显示，2022上半年国内的光伏新增装机30.88GW，同比+137.4%；光伏产品出口总额约259亿美元，同比+113%。同时受益于欧美、印度、巴西等海外市场的光伏需求持续上调，海内外装机给予国内光伏厂商较大的增量窗口，同时有望向新技术提供验证窗口。中期来看，“双碳”政策背景下，据国内各省/市/区的“十四五”能源规划目标，到2025年的光伏新增装机量达475GW以上（分布式+集中式等）。在“十四五”庞大的光伏装机规划下，钙钛矿的产线投建有望获得产品验证机会，并取得一定份额。

钙钛矿组件已送往工商业分布式钙钛矿电站、手机/平板电脑等分布式应用场景。(1)据钙钛矿光伏领军企业纤纳光电首批α组件的发货仪式，其首次发货的5000片将用于省内工商业分布式钙钛矿电站。(2)而大正微纳的柔性钙钛矿组件已获得国内一线手机厂的测试订单，且与国家能源集团签订试点项目并和镇江谏壁电厂签订合作协议。钙钛矿在分布式“光伏+”应用方面获得下游应用端的验证，符合钙钛矿组件的特定场景驱动需求。

图表 45. 国内各省/市/区“十四五”规划新增光伏装机容量 > 475GW

省/市/区	规划文件	“十四五”期间新增光伏发电 GW
北京市	《北京市“十四五”时期能源发展规划》	1.9
天津市	《天津市能源发展“十四五”规划》	4.0
上海市	《上海市能源发展“十四五”规划》	2.7
重庆市	《重庆市“十四五”可再生能源发展规划》	新能源新增装机 3.83GW
河北省	《河北省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》	31.8
山西省-大同市	《大同市国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》	>8GW
辽宁省	《辽宁省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》	6.0
吉林省	《吉林省促进工业经济稳增长行动方案》	4.5
黑龙江省	《黑龙江省建立健全绿色低碳循环发展经济体系实施方案》	5.5
江苏省	《江苏省“十四五”可再生能源发展专项规划》	18.2
浙江省	《浙江省能源发展“十四五”规划》	15.0
安徽省-亳州市	《亳州市“十四五”能源发展规划（征求意见稿）》	>2.5GW
福建省-漳州市	《漳州市“十四五”能源发展专项规划》	>2.5GW
江西省	《江西省“十四五”能源发展规划》	16.0
山东省	《山东省可再生能源发展“十四五”规划》	34.0
河南省	《河南省“十四五”现代能源体系和碳达峰碳中和规划》	10.0
湖北省	《湖北省能源发展“十四五”规划》	15.0
湖南省	《关于全省“十四五”风电、光伏发电项目开发建设有关事项的通知》	风电、光伏装机 25GW
广东省	《广东省能源发展“十四五”规划》	20.0
海南省	《海南省十四五个五年规划和二〇三五年远景目标》	2.0
四川省	《四川省“十四五”可再生能源发展规划》	10.0
贵州省	《贵州省新能源和可再生能源发展“十四五”规划》	20.4
云南省	《关于加快光伏发电发展若干政策措施》	22-25 年新增 50GW
陕西省	《陕西省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》	风电、光伏装机 45GW
甘肃省	《甘肃省“十四五”能源发展规划》	32.0
青海省	《青海省“十四五”能源发展规划》	30.0
内蒙古自治区	《内蒙古自治区“十四五”电力发展规划》	32.6
广西壮族自治区	《广西“能源网”建设 2022 年工作推进方案》	12.3
西藏自治区	《西藏“十四五”规划和二〇三五年远景目标》	8.6
宁夏回族自治区	《宁夏十四五个五年规划和二〇三五年远景目标》	14.0
新疆维吾尔自治区	/	可再生能源装机规模将达 82.4GW
合计		至少 475.6GW

资料来源：各地方规划文件，中银证券

假设分布式光伏的市场占比在 55% 以上。据国家能源局，2022 年 1-6 月国内光伏新增 30.88GW，其中分布式占比 63%。相比 2021 全年的分布式光伏占比 53% 提升 10 个百分点，随着全国疫情防控逐步改善，下游集中式光伏装机节奏或步向正常化甚至加速，而分布式光伏频获政策支持推动，我们预估分布式光伏占比在 55% 以上的常态化水平。同时预计 2030 年钙钛矿组件能占据分布式市场的 10%。

图表 46. 2029 年或合计达到百亿元钙钛矿设备市场（按分布式市场份额测算）

国内光伏新增装机预测	保守 (GW)	乐观 (GW)	新增装机中值 (GW)	分布式占比预估值 (%)	分布式新增装机 = 总装机中值 * 占比预估值 (GW)	钙钛矿组件在分布式光伏比重	钙钛矿组件需求空间 (GW)	单 GW 设备投资额 = 单 GW 投资额 * 0.8 (亿元)	钙钛矿设备价值 (亿元)
2021A	55	55	55	53	29	0.0%	0.0	8	0.0
2022E	75	80	78	57	44	0.5%	0.2	8	1.8
2023E	80	105	93	55	51	1.0%	0.5	8.0	4.1
2024E	85	105	95	57	54	1.5%	0.8	7.6	6.2
2025E	90	109	99	59	59	2.0%	1.2	7.2	8.4
5 年合计	385	454	419		237		2.7		20.4
2026E	95	110	103	61	63	3.0%	1.9	6.8	12.8
2027E	100	122	111	60	67	4.0%	2.7	6.4	17.0
2028E	102	124	113	58	65	6.0%	3.9	6.0	23.6
2029E	103	126	115	56	64	8.0%	5.1	5.6	28.8
2030E	105	128	117	55	64	10.0%	6.4	5.2	33.3
10 年合计	890	1064	977		560		23		136

资料来源: CPIA, 中银证券

测算三：按下游“光伏+”分布式应用市场空间测算，2025 年将迎来 120+亿元钙钛矿设备市场

(1)钙钛矿组件优先聚焦 BIPV 和 BAPV 市场。需求端方面，钙钛矿组件的颜色可调、可柔性，适用在 BIPV 上；据 2022 年 7 月住建部发布《关于城乡建设领域碳达峰实施方案的通知》，到 2025 年新建公共机构建筑、新建厂房屋顶光伏覆盖率力争达到 50%，BAPV 将提供较大的发展空间。供应端方面，纤纳光电已出货 5000 片钙钛矿组件用于工商业分布式光伏，极电光能计划建设全球首条 GW 级钙钛矿组件及 BIPV 产品生产线，BIPV 工程相关公司杭萧钢构计划 2022 年底投产异质结/钙钛矿叠层电池中试线。未来 BIPV 和 BAPV 市场的爆发是钙钛矿电池需求端的重要驱动因素。

(2)新能源车顶将是钙钛矿电池应用新方向，车企入局市场空间广。轻薄柔性的钙钛矿电池安装在汽车顶，利用太阳能可为汽车电池补充电量。钙钛矿头部厂商极电光能即为长城控股投资设立；2022 年 6 月韩国现代汽车集团与 UNIST 的研究团队共同开发新型钙钛矿太阳能电池，现代还曾推出搭载硅太阳能电池板的车顶，但在载重量和效率没有改善的情况下，其应用进展缓慢，相比之下钙钛矿更轻薄，需要攻克的是效率和寿命问题；宁德时代为许多新能源汽车的锂电池供应商，2022 年 5 月参与协鑫光电 B 轮融资，且正在搭建自己的钙钛矿中试线。据中国汽车工业协会，2021 年我国新能源汽车销量 352.1 万辆，同比增长 157.6%，这个万亿市场未来仍有倍数级增长空间，若能证明钙钛矿电池用于汽车顶的实用性，将会大大催化钙钛矿产业化加速。

假设：

1. 房屋竣工面积每年保持稳定，增长率在-2%-2%之间；
2. 房屋分为住宅和工商业及其他建筑，假设二者比例保持为 2021 年的 66%和 34%。（光伏可应用部分分为住宅屋顶、工商业及其他建筑屋顶、工商业及其他建筑外墙；）
3. 假设屋顶面积 = 竣工面积/建筑层数，设定住宅平均层数为 6，工商业及其他建筑平均层数为 2；
4. 假设建筑外墙 + 窗户的面积 = 工商业及其他建筑竣工面积 * 40%
5. 按照住建部等对于光伏屋顶的激励政策，假设住宅屋顶光伏建筑覆盖率从 1%逐渐增长到 2030 年的 50%，工商业及其他建筑屋顶光伏建筑覆盖率从 5%逐渐增长到 2030 年的 80%，工商业及其他建筑外墙光伏建筑覆盖率从 1%逐渐增长到 2030 年的 10%；
6. 设定每平米装机规模约 200W；
7. 2022-2030 全球新能源汽车增长率从 50%逐渐下降到 15%；
8. 2022-2030 光伏车顶覆盖率从 0.1%增长到 20%；
9. 平均每辆新能源汽车车顶可装机面积为 1 平米 200W；
10. 目前钙钛矿产线投资额约 10 亿元/GW，假设设备投资占比 80%，随着量产成熟下降至 5 亿元。

投资建议：把握行业 0-1 的成长弹性，关注平台型设备商

钙钛矿行业处于创新萌芽期，电池实验室效率显著提升的同时，商业化探路也表现积极。在钙钛矿光伏电池产能有初步规划，并逐步投产试验线的产业环境下，Demo 线选用国产设备有望在后期产业化阶段受益。推荐平台型设备商及细分环节专业设备商。如：捷佳伟创、西子洁能、京山轻机、杰普特、帝尔激光、迈为股份等。建议关注：大族激光。

- **西子洁能**：主营余热锅炉受益于“双碳”长期赛道，自研熔盐储能装备符合中高温储热大规模化趋势，全方位布局“光伏发电、氢能、风电”等新能源+储能新成长曲线。参股 10% 的众能光电为钙钛矿准 MW 级整线设备领军企业，众能光电亦为“钙钛矿光伏技术创新联盟”创始单位之一。
- **捷佳伟创**：主营 PERC+TOPCon 设备受益于电池片产能扩张高景气，自研 TOPCon 的三合一 PE-Poly 设备获领先客户认可接近订单放量阶段，同时布局 HJT+XBC+钙钛矿技术，形成光伏电池片装备+半导体装备的平台型布局，公司在研钙钛矿整线设备+RPD 已送机，迎接光伏设备行业新成长曲线，亦为“钙钛矿光伏技术创新联盟”创始单位之一。
- **京山轻机**：主营光伏组件设备实现高速增长，瓦楞包装装备亦稳定增长。旗下晟成光伏积极布局电池片装备业务，TOPCon 的 PECVD&PVD 二合一设备交付验证，HJT 的清洗制绒设备通过验证。钙钛矿方面，其蒸镀 PVD 已应用于多个客户端，也拥有 ITO 玻璃清洗设备、PVD 等产品，并与领先大学团队共同开发 ALD 镀膜技术，与头部协鑫光电共同开发钙钛矿叠层电池，为业内较早有多元化钙钛矿设备产品销售的企业。
- **杰普特**：主营半导体+消费电子领域的激光设备，为领先 MOPA 激光器供应商，激光光源领域国内前三企业，积极下沉锂电和光伏激光器应用，具备大正微纳柔性钙钛矿组件量产线的配套经验，设备需求能见度较高。
- **帝尔激光**：主营光伏激光设备，为 PERC 激光设备龙头，与隆基深度合作，技术可应用于钙钛矿光伏电池。已交付 TOPCon 和 IBC 工艺的激光转印设备量产整线样机，此外还覆盖 HJT 工艺的激光转印，所开发的 LIA 激光修复设备获得欧洲 HJT 客户的量产型订单，TOPCon 领域拥有激光硼掺杂/激光开膜/特殊浆料开槽等相关技术储备，激光开槽设备在 IBC 技术路线实现量产。
- **迈为股份**：主营光伏 HJT 整线设备和丝印设备，业务还涉及显示、半导体行业，其中为京东方供应国内首台 OLED 弯折激光切割设备、半导体晶圆激光开槽设备获得长电科技等头部厂商订单。而钙钛矿方面，为客户定制的单结钙钛矿电池激光设备已交付使用，同时在研钙钛矿设备。
- **大族激光**：主营 PCB、光伏、LED 封装领域的激光设备，为全球激光设备市占率前三，自主研发的钙钛矿激光刻划设备已实现量产销售，大尺寸整线激光刻划设备已在钙钛矿头部企业交付，亦为“钙钛矿光伏技术创新联盟”创始单位之一。

附录图表 48. 报告中提及上市公司估值表

公司代码	公司简称	评级	股价 (元)	市值 (亿元)	每股收益(元/股)		市盈率(x)		最新每股净资产 (元/股)
					2021A	2022E	2021A	2022E	
300724.SZ	捷佳伟创	增持	157.17	547.35	2.06	2.67	55.49	50.32	19.12
002534.SZ	西子洁能	买入	25.16	185.98	0.57	0.66	55.74	38.10	4.80
688025.SH	杰普特	买入	68.30	63.93	0.98	1.85	78.38	37.01	18.71
000821.SZ	京山轻机	增持	26.26	163.57	0.23	0.41	58.90	64.50	5.05
300776.SZ	帝尔激光	增持	243.01	413.27	3.59	3.00	71.37	62.00	13.26
300751.SZ	迈为股份	买入	542.85	939.19	5.95	4.92	108.01	101.59	35.02
002008.SZ	大族激光	未有评级	33.77	355.23	1.87	2.08	28.89	15.89	12.89

资料来源：万得，中银证券

注：股价截止日 2022/8/23，未有评级公司盈利预测来自万得一致预期

风险提示

行业竞争格局加剧。钙钛矿产业处于创新萌芽期，工艺、材料、设备尚未定型，每个环节有多个厂商进行竞争，均围绕“降本增效”持续改进工艺、技术升级，行业竞争格局或因工艺/技术突破而迅速重构，需密切关注光伏技术迭代驱动的经营情况变动。同时下游光伏需求高企，吸引更多的新入局者，亦带来更多的验证窗口。

设备验证进展不及预期。当前国产钙钛矿设备商出机以产线验证阶段为主，仍与进口设备的性能有一定距离，而验证进度与下游产线的建设进度密切相关，若设备验证不及预期，将对公司业务布局及前期投入的回报周期产生重大影响。

国际地缘政治摩擦导致组件出口波动。全球政治局势动荡，尽管目前欧盟、亚太、巴西等地区的光伏装机意愿高涨，而中国作为组件出口大国，容易遭受国际地缘政治摩擦使得出口量下滑，进而影响下游组件商的产能利用率、扩产进度放缓，抑制光伏设备端需求。

原材料价格上涨抑制设备商的盈利能力。在全球高通胀、供应链不稳定的经济环境下，原材料价格高企并在产业链内持续往下游传导，容易造成下游成本过高、生产意愿不足等。光伏设备作为光伏产业链的中游领域，成本上涨、下游生产意愿不足均影响设备商的经营情况及盈利能力。

002534.SZ
买入

市场价格：人民币 25.16

板块评级：强于大市

股价表现



(%)	今年至今	1个月	3个月	12个月
绝对	(18.8)	21.0	71.6	21.5
相对深证成指	(3.1)	20.5	62.8	35.8

发行股数 (百万)	739
流通股 (%)	98
总市值 (人民币 百万)	18,598
3个月日均交易额 (人民币 百万)	443
净负债比率 (%) (2022E)	净现金
主要股东 (%)	
西子电梯集团有限公司	39

资料来源：公司公告，聚源，中银证券
以 2022 年 8 月 23 日收市价为标准

中银国际证券股份有限公司
具备证券投资咨询业务资格

机械设备：光伏设备

证券分析师：陶波

bo.tao@bocichina.com

证券投资咨询业务证书编号：S1300520060002

联系人：叶善庭

shanting.ye@bocichina.com

一般证券业务证书编号：S1300121040025

西子洁能

余热锅炉龙头，参股平台型钙钛矿设备公司

公司业务依照“新能源+储能”战略布局，主营的余热锅炉订单增厚，自研塔式熔盐储能系统获下游应用，同时向平台型钙钛矿装备领军-众能光电参股 10%。营收积极增长，整体毛利率保持稳定，新能源业务有望多点增长。首次覆盖，给予买入评级。

支撑评级的要点

- 国内余热锅炉领先企业，余热利用旺盛需求驱动饱满订单。公司原为杭锅股份，主营产品为余热锅炉+清洁环保能源装备，拥有国内规模最大、品种最全的余热锅炉产品组合，市占率位居行业前列，同时为余热利用设备标委会主任委员和秘书处单位，承担国家标准和行业标准的编制和修订，技术领先优势明显。21 年新增订单 90 亿元，同比+44.7%，其中近 40% 为余热锅炉新增订单。鉴于国内工业余热资源丰富，而余热利用率<50%，在节能减排目标驱动下，公司紧抓传统余热锅炉升级改造、增量节能环保设备需求的机遇，推动余热锅炉订单持续增长。
- 入股 10% 的众能光电为平台型钙钛矿装备公司。全资子公司浙江国新投资并持有杭州众能光电 10% 股权，该公司为薄膜光电器件（钙钛矿/OPV）装备平台型公司，具备准 MW 级钙钛矿整线装备的供应能力，截至 2021 年已对外销售刮涂/涂布一体机、磁控溅射、热蒸发镀膜、ALD 和激光刻蚀机等工艺单机以及钙钛矿太阳能光伏组件整线近 100 台套。在国内钙钛矿设备企业均处于初起步阶段，公司产品已通过多客户验证，市占率领跑行业。
- 积极实施“传统能源+新能源”发展战略，抢占双碳增量市场。公司在新能源业务布局上，全方位布局储能、光伏、氢能、风电等领域，利用目前大规模中高温储热的首选熔盐储能技术，自主研发的塔式熔盐储能系统并已获得电站应用；子公司除投资钙钛矿装备外，还增资全钒液流电池、高温燃料电池、浸没式高压电极锅炉等新能源领域。

盈利预测及评级

- 鉴于公司在新能源方向上积极布局，双碳目标下余热利用等增量需求的能见度较高，有望推动公司产品销售。预测 22-24 年净利润为 4.89/6.79/9.15 亿元，首次覆盖，给予买入评级。

评级面临的主要风险

- 原材料涨价导致毛利收缩，下游扩产不及预期，行业竞争加剧的风险。

投资摘要

年结日：12月31日	2020	2021	2022E	2023E	2024E
销售收入 (人民币 百万)	5,356	6,578	9,088	11,631	14,705
变动 (%)	36	23	38	28	26
净利润 (人民币 百万)	515	420	489	679	915
全面摊薄每股收益 (人民币)	0.697	0.569	0.661	0.919	1.238
变动 (%)	40.8	(18.5)	16.3	38.9	34.8
全面摊薄市盈率(倍)	36.1	44.3	38.1	27.4	20.3
价格/每股现金流量(倍)	21.8	22.6	14.1	222.3	8.5
每股现金流量 (人民币)	1.15	1.11	1.79	0.11	2.96
企业价值/息税折旧前利润(倍)	23.4	31.2	21.4	15.8	10.3
每股股息 (人民币)	0.389	0.216	0.231	0.322	0.433
股息率 (%)	1.5	0.9	0.9	1.3	1.7

资料来源：公司公告，中银证券预测

余热锅炉领先企业，参股平台型钙钛矿设备公司

西子洁能以余热锅炉产品为核心，延伸节能环保设备和能源利用整体解决方案。公司原为杭锅股份，为客户提供余热锅炉、节能环保设备和能源利用整体解决方案。是我国规模最大、品种最全的余热锅炉研究、开发和制造基地，产品设计水平、制造工艺和市占率均位居行业前列，同时为余热利用设备标委会主任委员和秘书处单位，承担国家标准和行业标准的编制和修订，技术领先优势明显。21年新增订单90亿元，同比+44.7%，其中近40%为余热锅炉新增订单。鉴于国内工业余热资源丰富，而余热利用率不足50%，在节能减排目标驱动下，公司紧抓传统余热锅炉升级改造、增量节能环保设备需求的机遇，有望推动余热锅炉订单持续增长。

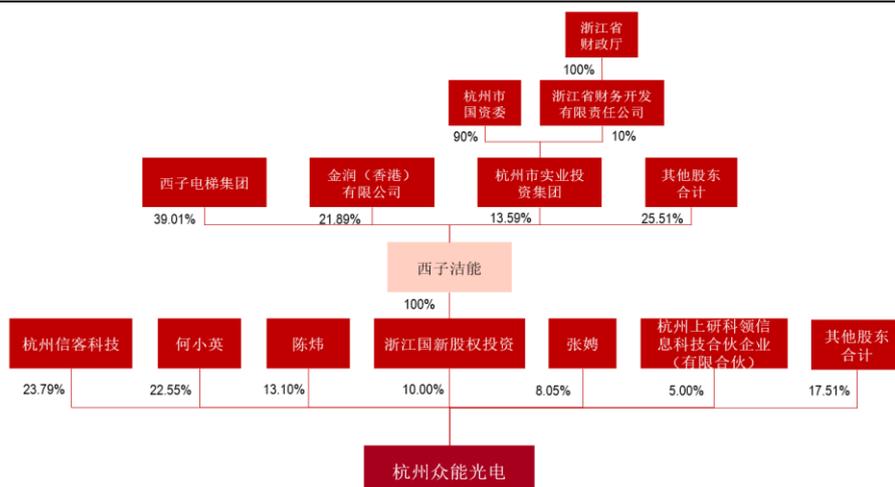
图表 49. 西子洁能业务组合



资料来源：西子洁能2021年报、西子洁能官网、中银证券

入股平台型钙钛矿装备公司众能光电，布局光伏设备领域。西子洁能主要股东为西子电梯集团、金润香港和杭州市实业投资集团（杭州市国资委、浙江省财政厅控股），其全资子公司浙江国新投资战略投资杭州众能光电并持有10%股权。核心团队来源于清华大学和华中科技大学，专业从事钙钛矿太阳能光伏组件以及相关装备的研发和产业化，自成立以来已完成三次钙钛矿太阳能组件效率认证，达到国际先进水平，在建钙钛矿太阳能光伏组件生产线产能达到200MW/年。截至2021年已对外销售刮涂/涂布一体机、磁控溅射、热蒸发镀膜、ALD和激光刻蚀机等工艺单机以及钙钛矿光伏组件整线近100台套，市占率领跑行业。

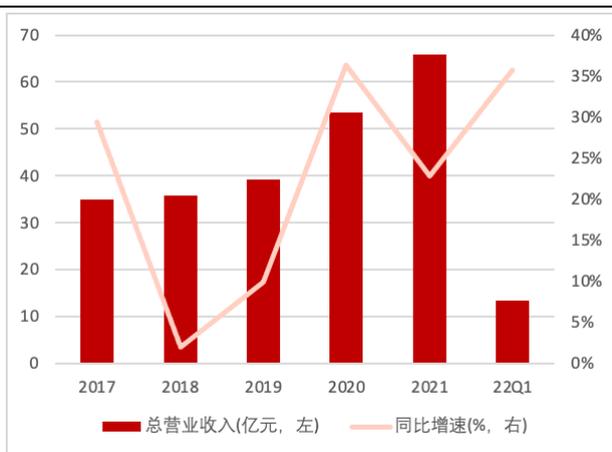
图表 50. 众能光电股权结构



资料来源：天眼查，中银证券

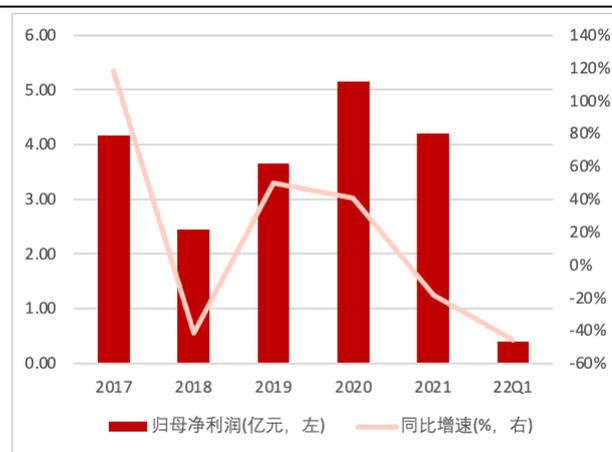
营收增速逐步加快，盈利存在一定波动。2021 年西子洁能实现营业收入 65.78 亿元，同比+22.83%，2017-2021 年营收持续增长，CAGR 为 17%。2021 年实现归母净利润 4.20 亿元，同比-18.47%，主要系销售毛利率略微下降和期间费用率有所上升所致。而公司 22Q1 的营收增速达到+35.69%，增速持续加快，而净利润方面有所下滑，原材料价格上涨为主要压力因素。

图表 51. 西子洁能的营收及同比增速



资料来源：万得，中银证券

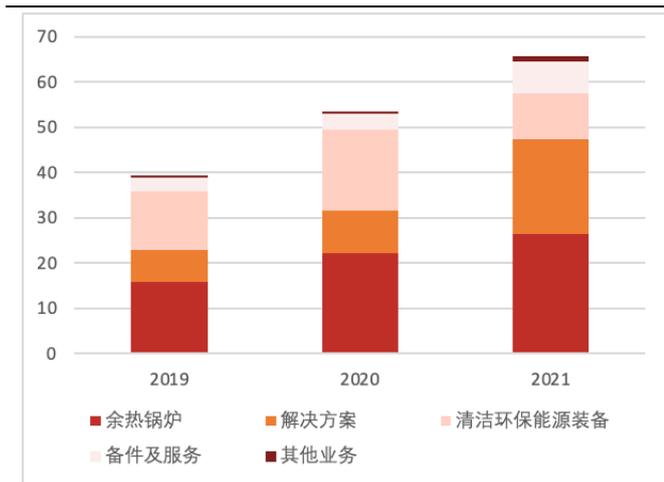
图表 52. 西子洁能的归母净利润及同比增速



资料来源：万得，中银证券

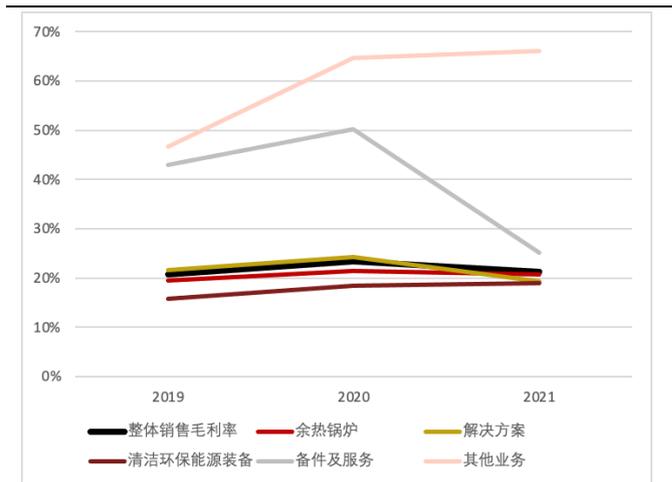
主营的余热锅炉占近 40%，整体盈利能力保持稳定。2017-2021 年，公司余热锅炉及解决方案、清洁环保能源装备合计占营收比例接近 90%。从盈利情况来看，公司整体销售毛利率保持平稳，主营业务的毛利率保持稳定，而备件及服务、其他业务等占比较小的业务的毛利率波动可控。

图表 53. 西子洁能的营收结构 (亿元)



资料来源: 万得, 中银证券

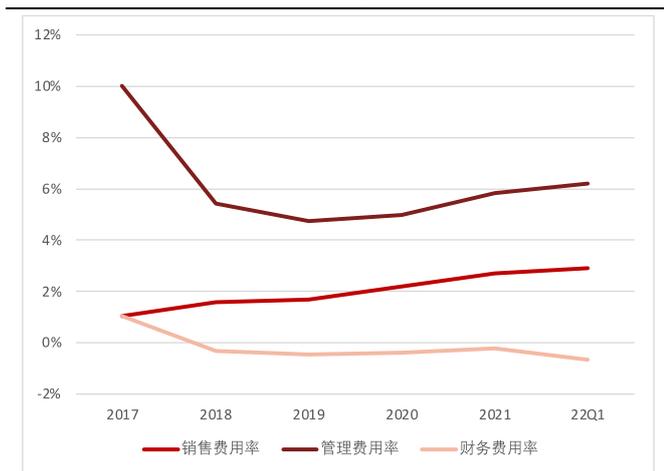
图表 54. 西子节能分业务毛利率 (%)



资料来源: 万得, 中银证券

费用率较低, 研发投入持续增长。公司 2019-2021 管理费用率有一定增长, 主要系工资薪金和差旅费增加。而销售费用率增长亦为公司增强产品销售能力所致。在研发上公司持续加大投入, 余热锅炉产品总体技术水平在国内处于领先水平, 研发人员和研发费用率均逐年上升。公司参与的盾构装备自主设计制造关键技术及产业化获国家科学技术进步奖一等奖; 水泥窑纯低温余热发电成套工艺技术及装备获国家科学技术进步奖二等奖; 自主研发了“适用于光热与储热系统的大功率熔盐吸热器与熔盐蒸汽发生系统”并荣获国家能源领域首台(套)重大技术装备; 与浙江大学、西南交通大学共同研发新能源项目。

图表 55. 西子洁能的期间费用率 (%)



资料来源: 万得, 中银证券

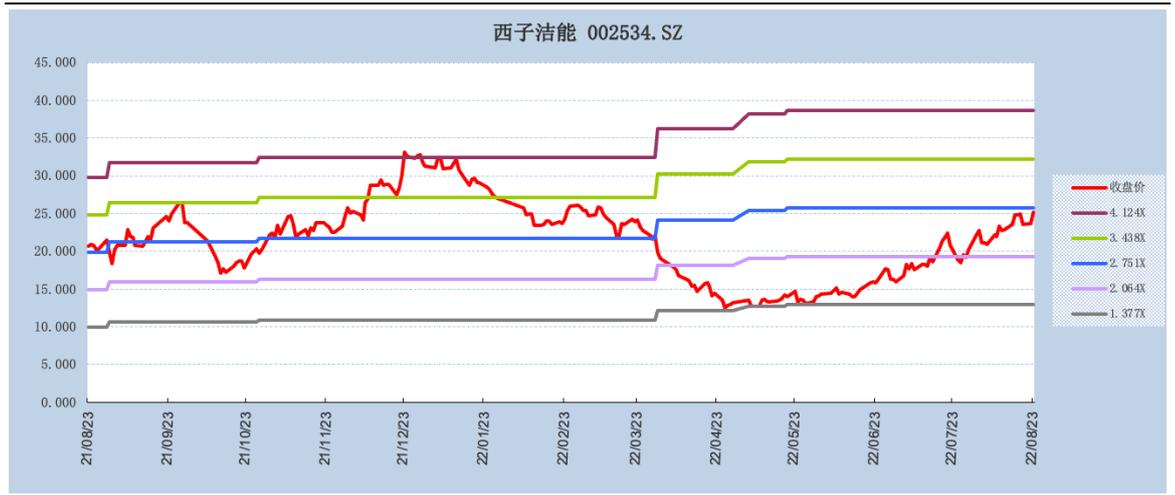
图表 56. 西子洁能的研发费用率及研发实力



资料来源: 万得, 中银证券

由于公司的盈利能力受到原材料波动带来的压力, 盈利能力处于波动状态, 但公司的营收增速保持较高水平并且逐年改善, 同时公司处于业务转型期, 多方业务处于成长阶段, 后续有望继续保持营收高增长。

图表 57. 西子洁能近 1 年的 PS-Band



资料来源: 万得, 中银证券

损益表 (人民币 百万)

年结日: 12月31日	2020	2021	2022E	2023E	2024E
销售收入	5,356	6,578	9,088	11,631	14,705
销售成本	(4,132)	(5,208)	(7,197)	(9,110)	(11,459)
经营费用	(512)	(872)	(1,226)	(1,614)	(2,048)
息税折旧前利润	713	498	665	907	1,198
折旧及摊销	(94)	(108)	(150)	(160)	(167)
经营利润 (息税前利润)	619	391	515	747	1,031
净利息收入/(费用)	67	65	104	129	144
其他收益/(损失)	223	104	81	81	82
税前利润	693	509	614	846	1,130
所得税	(79)	(39)	(43)	(59)	(79)
少数股东权益	99	50	82	108	136
净利润	515	420	489	679	915
核心净利润	513	422	489	679	915
每股收益 (人民币)	0.697	0.569	0.661	0.919	1.238
核心每股收益 (人民币)	0.694	0.570	0.661	0.919	1.238
每股股息 (人民币)	0.389	0.216	0.231	0.322	0.433
收入增长(%)	36	23	38	28	26
息税前利润增长(%)	95	(37)	32	45	38
息税折旧前利润增长(%)	79	(30)	33	36	32
每股收益增长(%)	41	(18)	16	39	35
核心每股收益增长(%)	41	(18)	16	39	35

资料来源: 公司公告, 中银证券预测

资产负债表 (人民币 百万)

年结日: 12月31日	2020	2021	2022E	2023E	2024E
现金及现金等价物	2,437	3,754	6,870	6,806	8,764
应收帐款	948	1,225	3,633	2,527	5,298
库存	927	1,707	1,805	2,722	2,921
其他流动资产	341	736	599	1,188	999
流动资产总计	7,371	9,917	15,630	15,980	20,743
固定资产	2,039	1,544	1,440	1,319	1,182
无形资产	252	414	450	503	578
其他长期资产	725	2,040	996	996	996
长期资产总计	3,015	3,999	2,886	2,818	2,756
总资产	10,409	13,941	18,539	18,819	23,519
应付帐款	3,072	4,085	5,690	6,756	8,856
短期债务	400	349	0	0	0
其他流动负债	2,360	3,308	4,859	3,404	5,113
流动负债总计	5,833	7,742	10,548	10,160	13,968
长期借款	100	1,313	2,821	2,928	3,071
其他长期负债	749	872	792	805	823
股本	739	739	739	739	739
储备	2,744	2,862	3,179	3,621	4,216
股东权益	3,483	3,601	3,918	4,360	4,955
少数股东权益	343	376	458	566	702
总负债及权益	10,409	13,941	18,539	18,819	23,519
每股帐面价值 (人民币)	4.71	4.87	5.30	5.90	6.70
每股有形资产 (人民币)	4.37	4.31	4.69	5.22	5.92
每股净负债/(现金)(人民币)	(2.62)	(4.13)	(5.91)	(5.83)	(8.47)

资料来源: 公司公告, 中银证券预测

现金流量表 (人民币 百万)

年结日: 12月31日	2020	2021	2022E	2023E	2024E
税前利润	693	509	614	846	1,130
折旧与摊销	94	108	150	160	167
净利息费用	(20)	(15)	(18)	(17)	(17)
运营资本变动	140	968	1,325	36	1,050
税金	20	11	(43)	(59)	(79)
其他经营现金流	(74)	(757)	(705)	(882)	(60)
经营活动产生的现金流	852	824	1,323	84	2,191
购买固定资产净值	379	(332)	80	90	104
投资减少/增加	(138)	(13)	15	15	15
其他投资现金流	(518)	(157)	742	(140)	(196)
投资活动产生的现金流	(277)	(501)	838	(35)	(77)
净增权益	(287)	(159)	(171)	(238)	(320)
净增债务	454	191	1,806	(2)	1
支付股息	287	159	171	238	320
其他融资现金流	(501)	844	(850)	(110)	(157)
融资活动产生的现金流	(47)	1,035	955	(112)	(156)
现金变动	529	1,357	3,116	(63)	1,958
期初现金	1,824	2,437	3,754	6,870	6,806
公司自由现金流	575	322	2,160	49	2,114
权益自由现金流	1,010	498	3,948	29	2,098

资料来源: 公司公告, 中银证券预测

主要比率

年结日: 12月31日	2020	2021	2022E	2023E	2024E
盈利能力					
息税折旧前利润率 (%)	13.3	7.6	7.3	7.8	8.1
息税前利润率 (%)	11.6	5.9	5.7	6.4	7.0
税前利润率 (%)	12.9	7.7	6.8	7.3	7.7
净利率 (%)	9.6	6.4	5.4	5.8	6.2
流动性					
流动比率(倍)	1.3	1.3	1.5	1.6	1.5
利息覆盖率(倍)	46.5	12.5	6.2	5.7	7.9
净权益负债率 (%)	净现金	净现金	净现金	净现金	净现金
速动比率(倍)	1.1	1.1	1.3	1.3	1.3
估值					
市盈率(倍)	36.1	44.3	38.1	27.4	20.3
核心业务市盈率(倍)	36.2	44.1	38.1	27.4	20.3
市净率(倍)	5.3	5.2	4.7	4.3	3.8
价格/现金流(倍)	21.8	22.6	14.1	222.3	8.5
企业价值/息税折旧前利润(倍)	23.4	31.2	21.4	15.8	10.3
周转率					
存货周转天数	85.9	92.3	89.0	90.7	89.9
应收帐款周转天数	95.3	60.3	97.6	96.7	97.1
应付帐款周转天数	189.3	198.6	196.3	195.3	193.8
回报率					
股息支付率 (%)	55.8	37.9	35.0	35.0	35.0
净资产收益率 (%)	15.1	11.9	13.0	16.4	19.7
资产收益率 (%)	5.6	3.0	2.9	3.7	4.5
已运用资本收益率 (%)	3.2	2.1	1.9	2.3	2.8

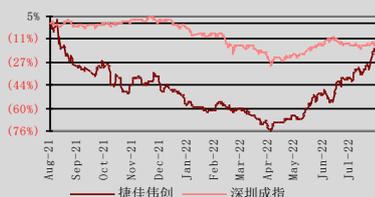
资料来源: 公司公告, 中银证券预测

300724.SZ

增持

市场价格：人民币 157.17

板块评级：强于大市

股价表现


(%)	今年至今	1个月	3个月	12个月
绝对	47.9	27.4	124.8	(21.3)
相对深证成指	63.7	26.9	116.0	(6.9)

发行股数 (百万)	348
流通股 (%)	75
总市值 (人民币 百万)	54,735
3个月日均交易额 (人民币 百万)	1,564
净负债比率 (%) (2022E)	净现金
主要股东 (%)	
余仲	8

资料来源：公司公告，聚源，中银证券
以2022年8月23日收市价为标准

中银国际证券股份有限公司
具备证券投资咨询业务资格

机械设备：光伏设备
证券分析师：陶波

bo.tao@bocichina.com

证券投资咨询业务证书编号：S1300520060002

联系人：叶善庭

shanting.ye@bocichina.com

一般证券业务证书编号：S1300121040025

捷佳伟创

技术平台型光伏设备商，进军钙钛矿整线设备

公司业务布局有光伏电池片工艺设备和自动化设备，是 PERC 及 TOPCon 工艺设备龙头，所布局的钙钛矿 RPD 设备已出机，并在研钙钛矿整线设备，同时延伸半导体前道清洗设备，积极构筑多技术壁垒，有望形成多成长曲线。维持**增持**评级。

支撑评级的要点

- **聚焦光伏电池工艺设备，多技术平台蓄势待发。**公司聚焦于光伏电池工艺设备，提供 PERC、TOPCon、HJT、XBC、钙钛矿等多技术平台设备解决方案，具备 PERC、TOPCon、HJT 整线设备交付能力。公司在 PERC 核心工艺设备的市场占有率均超 50%，积极开发 PERC+路线提效。在 TOPCon 路线开发出独家 PE-Poly“三合一”设备，已成功交付客户量产运行，效率和良率具备显著优势。在 HJT 路线上中试线已出片，贯通 4 道工序，创新产品管式 PECVD 已进入工艺匹配和量产化定型阶段。此外，公司顺应产品技术发展路径向半导体设备领域延伸，全资子公司创微微电子自主开发 6 吋、8 吋、12 吋湿法刻蚀清洗设备。公司围绕降本增效目标，布局多技术平台，完善产品线。
- **占据 RPD 领先优势，进军钙钛矿整线设备。**RPD 设备是钙钛矿电池制备的核心设备之一，捷佳伟创 2018 年获得日本住友中国大陆地区唯一销售制造授权，在原有住友技术上二次开发，根据市场需求开发不同适配机型。2021 年 10 月，捷佳伟创中标首个钙钛矿中试设备采购订单。2022 年 7 月，公司出货首台量产型钙钛矿电池 RPD，并再次中标某领先公司的钙钛矿量产线镀膜设备订单。公司占据 RPD 设备领先优势，同时公司 PVD 设备也能用于钙钛矿电池生产，向钙钛矿整线设备布局。
- **持续加大研发创新力度，积极开拓业务市场。**公司持续投入研发，截至 2021 年末，集团公司已取得专利 428 项，其中发明专利 45 项、实用新型专利 360 项。与产学研合作共同增强研发实力，2021 年由江苏大学、天合光能、常州大学和常州捷佳伟创合作的“高效低成本晶硅太阳能电池界面制造关键技术及应用”项目荣获国家技术发明奖二等奖。公司积极开拓市场，实现了 HJT 设备在欧洲市场的突破，同时向国际市场积极拓展 TOPCon、大尺寸 PERC 整线交钥匙业务；在半导体装备领域，公司的半导体清洗设备实现了交付，并取得行业主流客户的重复性批量订单。

盈利预测及评级

- 鉴于公司中期持续受益于 PERC、TOPCon 等产线扩张，HJT、钙钛矿相关整线设备在研中，半导体清洗设备初成长，商业寿命将跟随技术迭代而顺利延伸，多成长路线蓄势待发，预测 22-24 年的净利润为 9.29、12.04、14.27 亿元，维持**增持**评级。

评级面临的主要风险

- 在研项目不及预期，下游扩产项目落地不及预期。

投资摘要

年结日：12月31日	2020	2021	2022E	2023E	2024E
销售收入 (人民币 百万)	4,044	5,047	5,894	7,436	8,191
变动 (%)	60	25	17	26	10
净利润 (人民币 百万)	523	717	929	1,204	1,427
全面摊薄每股收益 (人民币)	1.502	2.060	2.666	3.457	4.097
变动 (%)	25.8	37.2	29.4	29.7	18.5
原先预测摊薄每股收益(人民币)			2.666	3.457	4.097
全面摊薄市盈率(倍)	104.7	76.3	59.0	45.5	38.4
价格/每股现金流量(倍)	164.0	40.6	70.3	98.2	17.6
每股现金流量 (人民币)	0.96	3.87	2.24	1.60	8.93
企业价值/息税折旧前利润(倍)	61.5	70.3	52.6	39.1	30.6
每股股息 (人民币)	0.180	0.166	0.400	0.519	0.615
股息率(%)	0.1	0.1	0.3	0.3	0.4

资料来源：公司公告，中银证券预测

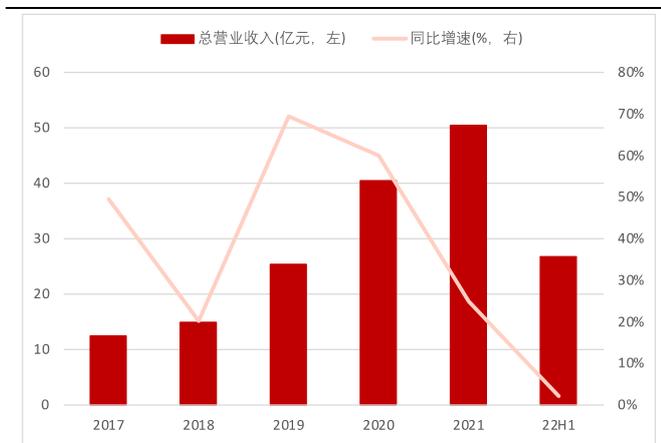
图表 59. 捷佳伟创 RPD 设备



资料来源：捷佳伟创公众号，中银证券

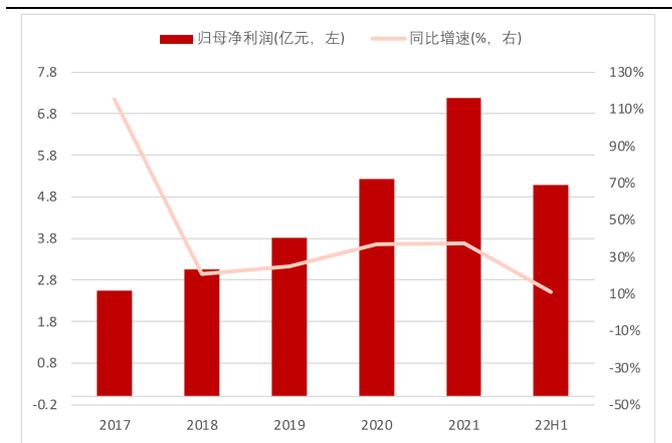
营收和归母净利润均持续稳定增长。2021 年捷佳伟创实现营业收入 50.47 亿元，同比增长 24.80%；实现归母净利润 7.17 亿元，同比+37.16%。2017-2021 年营收和净利均保持高速增长，营收 CAGR 为 42%，归母净利润 CAGR 为 30%。同时，公司 22H1 的营收达到 26.79 亿元，同比+2.13%；归母净利润 5.08 亿元，同比+10.91%。

图表 60. 捷佳伟创的营收及同比增速



资料来源：万得，中银证券

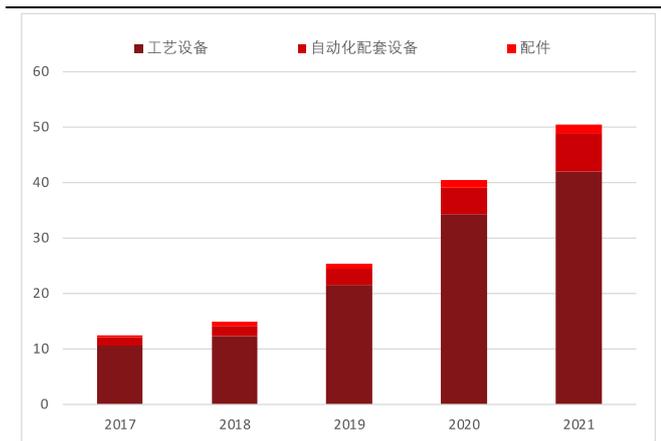
图表 61. 捷佳伟创的归母净利润及同比增速



资料来源：万得，中银证券

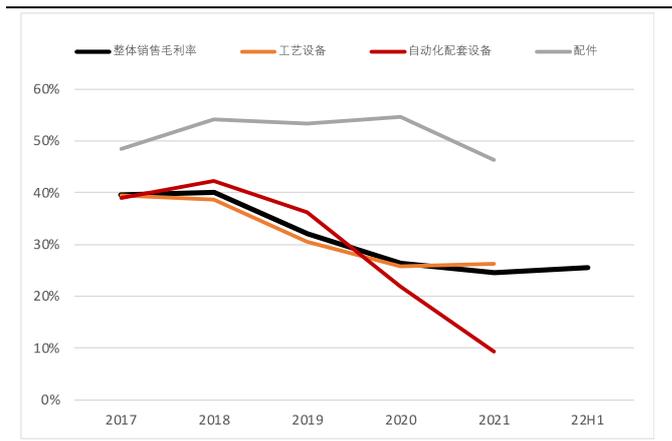
整体盈利能力企稳。2017-2021 年，公司工艺设备收入占总营收比例稳定保持在 85%左右，是收入增长的主要渠道。销售毛利率呈现先下降后稳定的趋势，主要系市场竞争加剧、政策环境变化、设备的技术水平等因素影响了产品销售价格，22H1 销售毛利率开始企稳拐点。

图表 62. 捷佳伟创的营收结构 (亿元)



资料来源：万得，中银证券

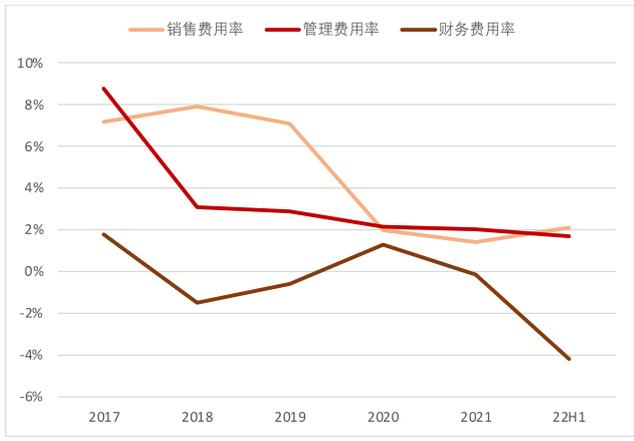
图表 63. 捷佳伟创分业务毛利率 (%)



资料来源：万得，中银证券

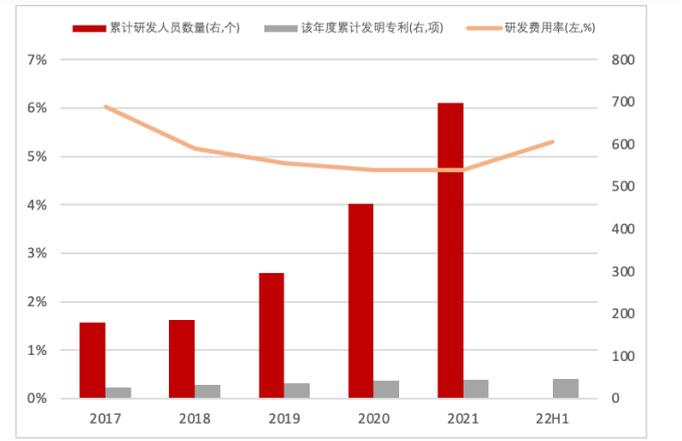
成本管理能力强，积极铸造技术壁垒。公司 2017-2021 的期间费用率整体呈下降趋势，控费能力优秀，与主流的晶硅太阳能电池生产企业建立了长期合作关系，形成标准化、流程化的制造管理体系。公司每年投入约 5% 的研发费用，研发人员数量增加至近 700 人。截止 2021 年底，公司已取得专利 428 项，其中发明专利 45 项。2021 年，公司获得“深圳市知识产权优势单位”、“广东省知识产权示范企业”，一种低压扩散炉炉门封闭装置获得“中国专利优秀奖”。由江苏大学、天合光能、常州大学和常州捷佳创协同创新、联合攻关的“高效低成本晶硅太阳能电池表界面制造关键技术及应用”项目荣获“国家技术发明奖二等奖”。

图表 64. 捷佳伟创的期间费用率 (%)



资料来源：万得，中银证券

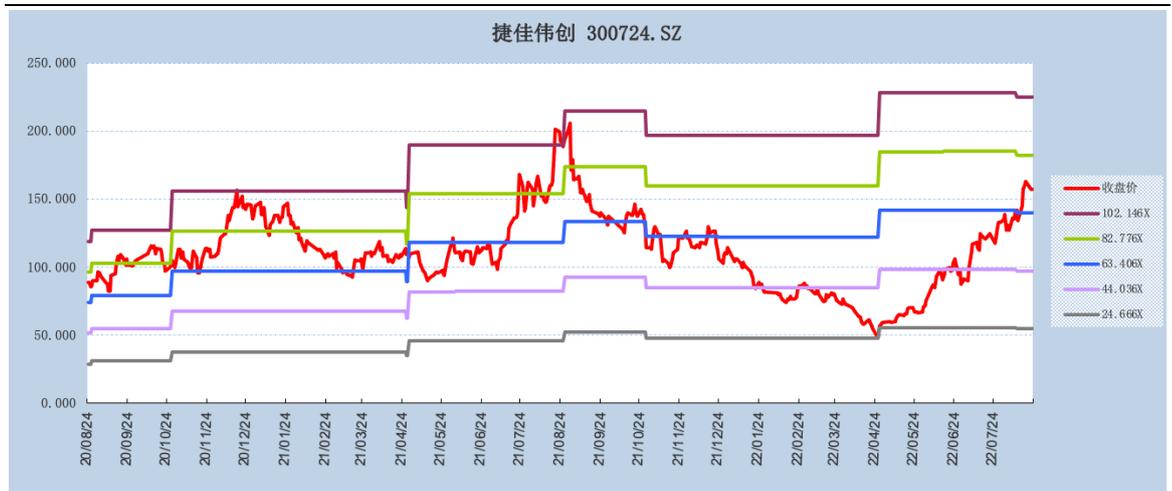
图表 65. 捷佳伟创的研发费用率及研发实力



资料来源：万得，中银证券

由于公司布局 TOPCon 领域的 PE-Poly 设备在 22 年中旬获得客户认可，处于放量期，同时公司布局的 HJT、XBC、钙钛矿等设备处于验证期或成长初期，后续有望成为营收端的弹性增量。公司的成本控制能力优秀，利润端有望获得营收增量&盈利能力提升的联合支持。

图表 66. 捷佳伟创近 2 年的 PE-Band



资料来源：万得，中银证券

损益表 (人民币 百万)

年结日: 12月31日	2020	2021	2022E	2023E	2024E
销售收入	4,044	5,047	5,894	7,436	8,191
销售成本	(2,997)	(3,827)	(4,353)	(5,436)	(5,993)
经营费用	(179)	(498)	(585)	(721)	(654)
息税折旧前利润	868	722	956	1,280	1,544
折旧及摊销	(32)	(40)	(62)	(82)	(104)
经营利润 (息税前利润)	835	682	893	1,198	1,440
净利息收入/(费用)	(36)	59	151	163	197
其他收益/(损失)	92	127	94	99	106
税前利润	583	816	1,061	1,376	1,631
所得税	(71)	(103)	(133)	(172)	(204)
少数股东权益	(11)	(4)	0	0	0
净利润	523	717	929	1,204	1,427
核心净利润	523	717	929	1,204	1,428
每股收益 (人民币)	1.502	2.060	2.666	3.457	4.097
核心每股收益 (人民币)	1.503	2.060	2.667	3.458	4.099
每股股息 (人民币)	0.180	0.166	0.400	0.519	0.615
收入增长(%)	60	25	17	26	10
息税前利润增长(%)	64	(18)	31	34	20
息税折旧前利润增长(%)	65	(17)	32	34	21
每股收益增长(%)	26	37	29	30	19
核心每股收益增长(%)	26	37	30	30	19

资料来源: 公司公告, 中银证券预测

现金流量表 (人民币 百万)

年结日: 12月31日	2020	2021	2022E	2023E	2024E
税前利润	583	816	1,061	1,376	1,631
折旧与摊销	32	40	62	82	104
净利息费用	52	(7)	(74)	(78)	(85)
运营资本变动	91	709	2,246	(449)	2,799
税金	(83)	(106)	(133)	(172)	(204)
其他经营现金流	(342)	(104)	(2,384)	(201)	(1,135)
经营活动产生的现金流	334	1,349	779	557	3,110
购买固定资产净值	45	213	220	220	220
投资减少/增加	2	(5)	(10)	(5)	2
其他投资现金流	(125)	(780)	(440)	(440)	(440)
投资活动产生的现金流	(78)	(571)	(230)	(225)	(218)
净增权益	(63)	(58)	(139)	(181)	(214)
净增债务	194	(178)	87	0	0
支付股息	63	58	139	181	214
其他融资现金流	(71)	2,419	(50)	(102)	(129)
融资活动产生的现金流	122	2,241	37	(102)	(129)
现金变动	378	3,020	585	230	2,764
期初现金	929	1,548	3,991	4,576	4,806
公司自由现金流	256	778	549	332	2,892
权益自由现金流	502	593	561	254	2,807

资料来源: 公司公告, 中银证券预测

资产负债表 (人民币 百万)

年结日: 12月31日	2020	2021	2022E	2023E	2024E
现金及现金等价物	1,548	3,991	4,576	4,806	7,570
应收帐款	2,454	2,797	2,651	2,702	2,076
库存	3,823	4,033	6,427	6,633	7,767
其他流动资产	111	109	141	171	173
流动资产总计	8,693	11,652	14,541	15,048	18,337
固定资产	290	377	547	694	817
无形资产	29	155	147	139	132
其他长期资产	265	594	594	594	594
长期资产总计	584	1,126	1,288	1,427	1,543
总资产	9,283	12,783	15,829	16,475	19,880
应付帐款	2,066	2,250	2,658	3,471	3,287
短期债务	194	13	100	100	100
其他流动负债	3,948	4,275	6,021	4,831	7,207
流动负债总计	6,208	6,538	8,780	8,402	10,594
长期借款	0	0	0	0	0
其他长期负债	41	41	41	41	41
股本	348	348	348	348	348
储备	2,740	5,870	6,659	7,682	8,895
股东权益	3,089	6,218	7,007	8,031	9,244
少数股东权益	(1)	1	1	1	1
总负债及权益	9,283	12,783	15,829	16,475	19,880
每股帐面价值 (人民币)	8.87	17.85	20.12	23.06	26.54
每股有形资产 (人民币)	8.79	17.41	19.70	22.66	26.16
每股净负债/(现金)(人民币)	(3.89)	(11.42)	(12.85)	(13.51)	(21.45)

资料来源: 公司公告, 中银证券预测

主要比率

年结日: 12月31日	2020	2021	2022E	2023E	2024E
盈利能力					
息税折旧前利润率 (%)	21.5	14.3	16.2	17.2	18.8
息税前利润率 (%)	20.7	13.5	15.2	16.1	17.6
税前利润率 (%)	14.4	16.2	18.0	18.5	19.9
净利率 (%)	12.9	14.2	15.8	16.2	17.4
流动性					
流动比率(倍)	1.4	1.8	1.7	1.8	1.7
利息覆盖率(倍)	32.1	37.2	262.5	199.7	239.9
净权益负债率 (%)	净现金	净现金	净现金	净现金	净现金
速动比率(倍)	0.8	1.2	0.9	1.0	1.0
估值					
市盈率 (倍)	104.7	76.3	59.0	45.5	38.4
核心业务市盈率(倍)	104.6	76.3	58.9	45.4	38.3
市净率 (倍)	17.7	8.8	7.8	6.8	5.9
价格/现金流 (倍)	164.0	40.6	70.3	98.2	17.6
企业价值/息税折旧前利润(倍)	61.5	70.3	52.6	39.1	30.6
周转率					
存货周转天数	436.2	374.6	438.5	438.5	438.5
应收帐款周转天数	147.9	189.9	168.7	131.4	106.5
应付帐款周转天数	141.0	156.1	152.0	150.4	150.6
回报率					
股息支付率 (%)	12.0	8.1	15.0	15.0	15.0
净资产收益率 (%)	18.5	15.4	14.0	16.0	16.5
资产收益率 (%)	9.6	5.4	5.5	6.5	6.9
已运用资本收益率 (%)	4.5	3.8	3.5	3.9	4.1

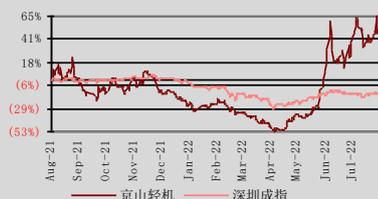
资料来源: 公司公告, 中银证券预测

000821.SZ

增持

市场价格：人民币 26.26

板块评级：强于大市

股价表现


(%)	今年至今	1个月	3个月	12个月
绝对	96.4	19.1	163.1	71.9
相对深证成指	112.2	18.7	154.3	86.2

发行股数 (百万)	623
流通股 (%)	92
总市值 (人民币 百万)	16,357
3个月日均交易额 (人民币 百万)	2,135
净负债比率 (%) (2022E)	净现金
主要股东 (%)	
京山京源科技投资有限公司	21

资料来源：公司公告，聚源，中银证券
以2022年8月23日收市价为标准

中银国际证券股份有限公司
具备证券投资咨询业务资格

机械设备：光伏设备
证券分析师：陶波

bo.tao@bocichina.com

证券投资咨询业务证书编号：S1300520060002

联系人：叶善庭

shanting.ye@bocichina.com

一般证券业务证书编号：S1300121040025

京山轻机

光伏组件装备驱动业绩，绑定钙钛矿头部厂商

公司业务聚焦在光伏组件+电池装备、瓦楞包装装备。其中，业绩增长主要受组件设备销售驱动，同时布局有 TOPCon 二合一镀膜设备、HJT 清洗设备、钙钛矿蒸镀设备等，具备深厚的光伏装备基因。首次覆盖，给予**增持**评级。

支撑评级的要点

■ **光伏组件装备驱动业绩，传统瓦楞包装业务稳步迈进。**公司聚焦于光伏和瓦楞包装两大领域，全资子公司晟成光伏深耕光伏行业智能化装备，由组件环节向上延伸至电池片等环节，涵盖 HJT、TOPCon、钙钛矿多种技术路线。光伏设备为公司业务增长主要驱动业务，21年和22H1的营收占比为 54.49%/66.79%，覆盖国内外所有主流光伏企业，出口 20 多个国家地区。此外，公司是国内最早从事智能瓦楞纸箱包装的设备商，产品线齐全，技术积淀深厚，覆盖 60 多个国家和地区，为全球超 400 家客户服务，业务稳定增长。

■ **绑定钙钛矿头部企业，实现蒸镀设备量产交付，推进 ALD 研发。**2021 年，晟成光伏投资 10 亿新建智能装备制造中心，部分用于研发异质结和钙钛矿叠层电池核心设备，并与钙钛矿头部厂商协鑫光电签订“钙钛矿叠层电池技术合作开发协议”。经过长时间研发及实验数据验证，2022 年 6 月，晟成光伏钙钛矿电池团簇型多腔式蒸镀设备实现量产，并成功应用于多个客户端，同年 8 月，晟成光伏与华中科技大学签订战略合作协议共同开发 ALD 技术，可用于制备钙钛矿电池的 SnO₂、TCO 等功能薄膜层。晟成光伏已成为业内少数具备量产能力并率先推进技术布局的钙钛矿设备商。

■ **加大技术研发完善光伏设备产业链，包装设备专注高端精品国际化。**公司坚持“产业广度上做减法、主业深度上做加法”的发展战略，聚焦光伏设备和包装设备。光伏设备领域从组件端往电池端延伸，从自动化设备向工艺设备延伸，加大研发力度，着重布局 TOPCon 二合一镀膜、HJT 清洗和钙钛矿镀膜等设备。包装设备领域走高端精品、国际化、品牌化路线，主攻中高端优质客户，提升品牌知名度。

盈利预测及评级

■ 鉴于公司瓦楞设备业务稳定，光伏组件设备销售持续增长，在 TOPCon、HJT、钙钛矿设备均有布局，预测 22-24 年净利润为 2.54/3.73/4.97 亿元，首次覆盖，给予**增持**评级。

评级面临的主要风险

■ 在研项目不及预期，下游产能扩张不及预期，硅料价格上涨抑制下游需求，技术引领行业竞争格局重塑。

投资摘要

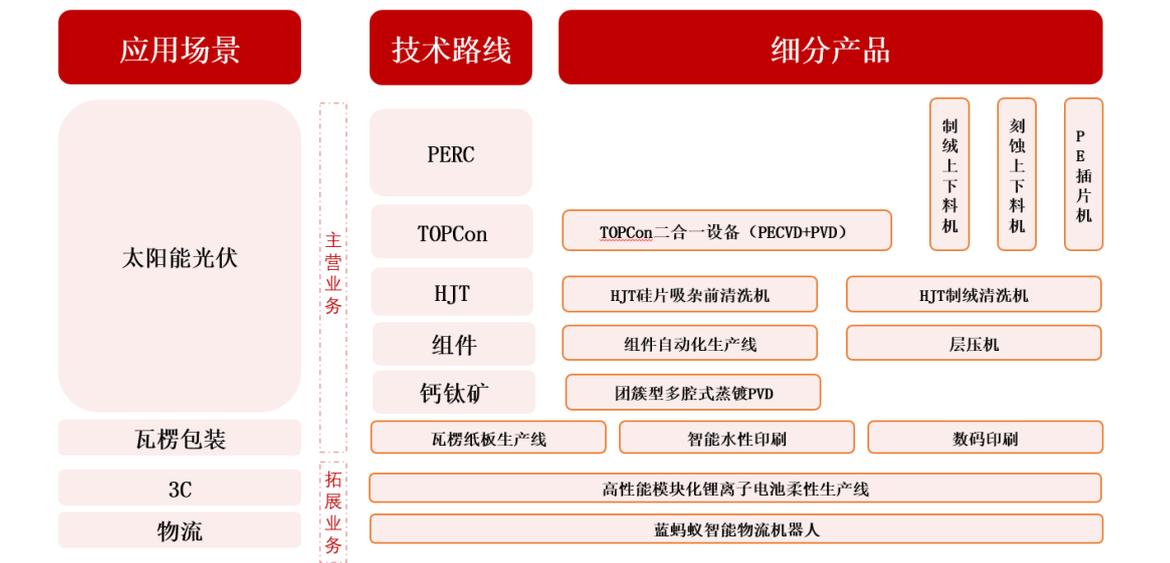
年结日：12月31日	2020	2021	2022E	2023E	2024E
销售收入 (人民币 百万)	3,060	4,086	5,010	6,419	7,760
变动 (%)	35	34	23	28	21
净利润 (人民币 百万)	54	146	254	373	497
全面摊薄每股收益 (人民币)	0.086	0.234	0.407	0.598	0.798
变动 (%)	(109.0)	171.0	74.0	46.9	33.3
全面摊薄市盈率(倍)	304.0	112.2	64.5	43.9	32.9
价格/每股现金流量(倍)	64.6	25.5	(19.4)	97.7	(124.6)
每股现金流量 (人民币)	0.41	1.03	(1.35)	0.27	(0.21)
企业价值/息税折旧前利润(倍)	45.4	64.6	48.0	36.4	28.0
每股股息 (人民币)	0.000	0.256	0.000	0.000	0.000
股息率 (%)	n.a.	1.0	n.a.	n.a.	n.a.

资料来源：公司公告，中银证券预测

光伏组件+电池片装备驱动增长，传统瓦楞装备保持领先

聚焦于光伏和瓦楞包装两大领域。全资子公司晟成光伏深耕光伏行业智能化装备，由组件环节向上延伸至电池片等环节，涵盖 HJT、TOPCon、钙钛矿多种技术路线，包括制绒、刻蚀等自动化设备和清洗、蒸镀等工艺设备，业务覆盖隆基、晶科、晶澳等国内外所有主流光伏企业，出口 20 多个国家和地区。此外，公司是国内最早从事智能瓦楞纸箱包装的设备商，产品线齐全，技术积淀深厚，建有国家级技术中心、湖北省包装机械工程中心、博士后科研工作站，产品服务覆盖 60 多个国家和地区，为全球超过 400 家客户服务。

图表 67. 京山轻机业务组合



资料来源：京山轻机 2021 年报、晟成光伏官网，中银证券

绑定钙钛矿头部企业，率先出货钙钛矿蒸镀设备，研发 ALD 技术。2021 年初，晟成光伏投资 10 亿新建智能装备制造中心，用于新增高端光伏组件设备生产线以及建立制备异质结和钙钛矿叠层电池核心设备研发机构，同年 5 月，与钙钛矿头部厂商协鑫光电签订“钙钛矿叠层电池技术合作开发协议”。经过长时间研发及实验数据验证，2022 年 6 月，晟成光伏钙钛矿电池团簇型多腔式蒸镀设备实现量产，并成功应用于多个客户端。该设备具备完全自主知识产权，是用于钙钛矿电池制备过程中钙钛矿材料及金属电极材料的蒸镀设备。2022 年 8 月，晟成光伏与华中科技大学签订战略合作协议共同开发 ALD 技术，可用于制备钙钛矿电池的 SnO₂、TCO 等功能薄膜层。

图表 68. 晟成光伏团簇型多腔式蒸镀设备



资料来源：京山轻机公众号，中银证券

业绩稳定高增长。2021 年京山轻机实现营业收入 40.86 亿元，同比+33.52%，2017-2021 年营收持续增长，CAGR 为 28%。2021 年实现归母净利润 1.46 亿元，同比+171.04%。公司 2019 年实现负净利主要系 3C 自动化业务和机器视觉识别的两个子公司出现了营业收入的大幅下滑和业绩亏损，导致形成大额的商誉减值，整体来看，主营业务业绩持续保持增长。

图表 69. 京山轻机的营收及同比增速



资料来源：万得，中银证券

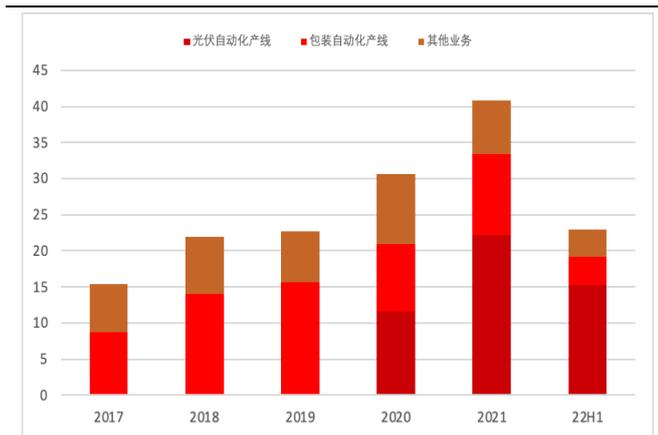
图表 70. 京山轻机的归母净利润及同比增速



资料来源：万得，中银证券

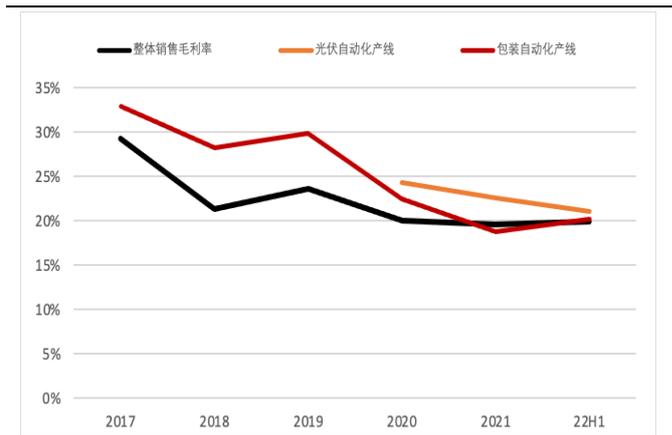
光伏业务占比超 6 成，盈利能力稳定。2020-2021 年，公司营收增长主要来自光伏自动化产线业务的收入增长，同时近 3 年毛利率保持稳定。

图表 71. 京山轻机的营收结构 (亿元)



资料来源: 万得, 中银证券

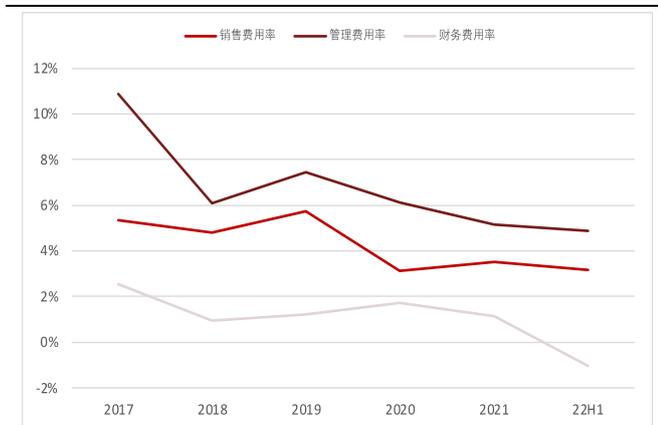
图表 72. 京山轻机分业务毛利率 (%)



资料来源: 万得, 中银证券

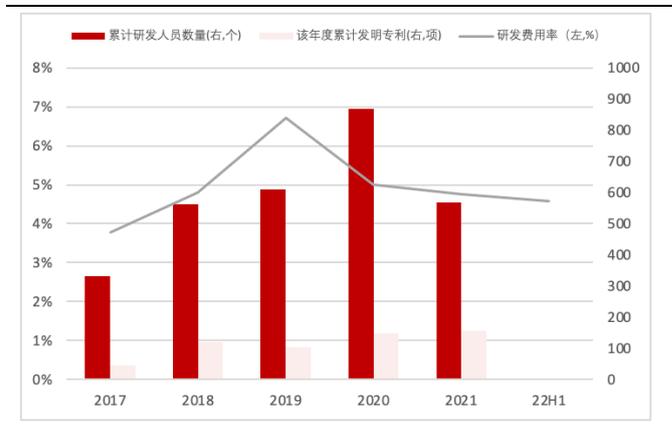
成本费用控能力良好, 研发投入稳定。公司 2017-2021 的期间费用率整体逐步下降, 其中销售费用率下降近 3 个百分点, 已积累客户优势, 具备稳定获客能力。公司持续投入研发, 发明专利数量不断增加, 提前布局研发异质结和钙钛矿叠层电池核心设备, 在核心技术开发上走在前列, 竞争力不断加强。

图表 73. 京山轻机的期间费用率 (%)



资料来源: 万得, 中银证券

图表 74. 京山轻机的研发费用率及研发实力



资料来源: 万得, 中银证券

图表 75. 京山轻机近 1 年的 PE-Band



资料来源: 万得, 中银证券

损益表 (人民币 百万)

年结日: 12月31日	2020	2021	2022E	2023E	2024E
销售收入	3,060	4,086	5,010	6,419	7,760
销售成本	(2,462)	(3,304)	(4,060)	(5,165)	(6,240)
经营费用	(241)	(547)	(616)	(817)	(944)
息税折旧前利润	357	235	334	438	576
折旧及摊销	(77)	(91)	(112)	(116)	(125)
经营利润 (息税前利润)	280	144	222	321	451
净利息收入/(费用)	(49)	(42)	(36)	(37)	(32)
其他收益/(损失)	48	39	56	46	43
税前利润	37	135	234	320	448
所得税	(2)	(17)	(30)	(40)	(56)
少数股东权益	(18)	(27)	(50)	(93)	(105)
净利润	54	146	254	373	497
核心净利润	54	144	255	372	497
每股收益 (人民币)	0.086	0.234	0.407	0.598	0.798
核心每股收益 (人民币)	0.086	0.231	0.410	0.598	0.797
每股股息 (人民币)	0.000	0.256	0.000	0.000	0.000
收入增长(%)	35	34	23	28	21
息税前利润增长(%)	(57)	(48)	54	45	40
息税折旧前利润增长(%)	(51)	(34)	42	31	32
每股收益增长(%)	(109)	171	74	47	33
核心每股收益增长(%)	(109)	167	77	46	33

资料来源: 公司公告, 中银证券预测

现金流量表 (人民币 百万)

年结日: 12月31日	2020	2021	2022E	2023E	2024E
税前利润	37	135	234	320	448
折旧与摊销	77	91	112	116	125
净利息费用	53	47	43	48	46
运营资本变动	703	845	160	398	(287)
税金	(20)	(44)	(30)	(40)	(56)
其他经营现金流	(597)	(433)	(1,361)	(675)	(407)
经营活动产生的现金流	253	642	(842)	167	(131)
购买固定资产净值	(3)	177	50	40	30
投资减少/增加	33	28	15	15	15
其他投资现金流	(83)	(365)	(93)	(74)	(63)
投资活动产生的现金流	(53)	(159)	(28)	(19)	(18)
净增权益	0	(159)	0	0	0
净增债务	(132)	(122)	823	1,322	19
支付股息	0	159	0	0	0
其他融资现金流	(51)	479	45	(48)	(46)
融资活动产生的现金流	(183)	358	868	1,274	(27)
现金变动	18	841	(2)	1,423	(177)
期初现金	652	665	1,505	1,503	2,926
公司自由现金流	201	483	(870)	149	(150)
权益自由现金流	122	409	(4)	1,519	(84)

资料来源: 公司公告, 中银证券预测

资产负债表 (人民币 百万)

年结日: 12月31日	2020	2021	2022E	2023E	2024E
现金及现金等价物	665	1,505	1,503	2,926	2,749
应收帐款	1,160	1,496	1,809	2,396	2,705
库存	1,995	2,517	2,976	4,045	4,419
其他流动资产	287	333	406	548	596
流动资产总计	4,651	6,134	7,185	10,270	10,979
固定资产	384	490	464	422	366
无形资产	126	196	166	132	92
其他长期资产	318	328	331	331	331
长期资产总计	828	1,014	961	885	790
总资产	6,171	7,840	8,832	11,841	12,455
应付帐款	1,803	2,492	2,583	4,002	3,878
短期债务	301	196	864	0	0
其他流动负债	1,438	1,987	1,766	1,733	2,077
流动负债总计	3,542	4,674	5,214	5,735	5,955
长期借款	234	121	295	2,500	2,500
其他长期负债	38	57	44	46	49
股本	623	623	623	623	623
储备	1,820	2,412	2,666	3,038	3,535
股东权益	2,443	3,035	3,289	3,661	4,158
少数股东权益	72	41	(9)	(102)	(207)
总负债及权益	6,171	7,840	8,832	11,841	12,455
每股帐面价值 (人民币)	3.92	4.87	5.28	5.88	6.68
每股有形资产 (人民币)	3.72	4.56	5.01	5.67	6.53
每股净负债/(现金)(人民币)	(0.21)	(1.91)	(0.55)	(0.68)	(0.40)

资料来源: 公司公告, 中银证券预测

主要比率

年结日: 12月31日	2020	2021	2022E	2023E	2024E
盈利能力					
息税折旧前利润率 (%)	11.7	5.7	6.7	6.8	7.4
息税前利润率 (%)	9.1	3.5	4.4	5.0	5.8
税前利润率 (%)	1.2	3.3	4.7	5.0	5.8
净利率 (%)	1.8	3.6	5.1	5.8	6.4
流动性					
流动比率(倍)	1.3	1.3	1.4	1.8	1.8
利息覆盖率(倍)	8.7	4.5	4.0	2.3	2.4
净权益负债率 (%)	净现金	净现金	净现金	净现金	净现金
速动比率(倍)	0.8	0.8	0.8	1.1	1.1
估值					
市盈率 (倍)	304.0	112.2	64.5	43.9	32.9
核心业务市盈率(倍)	304.4	113.8	64.1	43.9	32.9
市净率 (倍)	6.7	5.4	5.0	4.5	3.9
价格/现金流 (倍)	64.6	25.5	(19.4)	97.7	(124.6)
企业价值/息税折旧前利润(倍)	45.4	64.6	48.0	36.4	28.0
周转率					
存货周转天数	245.0	249.2	246.9	248.1	247.5
应收帐款周转天数	122.1	118.7	120.4	119.5	120.0
应付帐款周转天数	176.5	191.8	184.9	187.2	185.3
回报率					
股息支付率 (%)	0.0	109.3	0.0	0.0	0.0
净资产收益率 (%)	2.3	5.3	8.0	10.7	12.7
资产收益率 (%)	4.8	1.8	2.3	2.7	3.2
已运用资本收益率 (%)	0.5	1.1	1.6	1.8	2.0

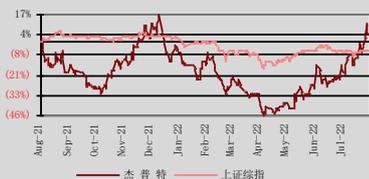
资料来源: 公司公告, 中银证券预测

688025.SH
买入

市场价格:人民币 68.30

板块评级:强于大市

股价表现



(%)	今年至今	1个月	3个月	12个月
绝对	(2.0)	25.1	67.5	3.8
相对上证指数	7.8	24.9	63.4	9.6

发行股数 (百万)	94
流通股 (%)	100
总市值 (人民币 百万)	6,393
3个月日均交易额 (人民币 百万)	178
净负债比率 (%) (2022E)	净现金
主要股东 (%)	
黄治家	21

资料来源:公司公告,聚源,中银证券
以2022年8月23日收市价为标准

中银国际证券股份有限公司
具备证券投资咨询业务资格

机械设备:光伏设备

证券分析师:陶波

bo.tao@bocichina.com

证券投资咨询业务证书编号: S1300520060002

联系人:叶善庭

shanting.ye@bocichina.com

一般证券业务证书编号: S1300121040025

杰普特

领先激光装备商,进军柔性钙钛矿膜切设备

公司主营激光器及激光装备,技术水平达到半导体被动元件级别,技术优势明显,同时积极拓展下游应用场景,包括 AR/VR、锂电、钙钛矿光伏等,其中公司与大正微纳共同研发有柔性钙钛矿激光膜切设备,具备产线配套经验。首次覆盖,给予买入评级。

支撑评级的要点

- **头部国产 MOPA 激光器+激光装备商,多元化应用场景驱动业绩。**公司主营激光器+激光装备,下游应用包括半导体和消费电子行业,积极延伸锂电和光伏领域。公司在 MOPA 激光器领域为国内头部,是国内首家商业化量产 MOPA 脉冲光纤激光器的厂商,2021 年为光伏客户研发出用于 PERC 开槽、硅片裂片和光伏玻璃钻孔的 MOPA 脉冲激光器,亦研发出用于动力电池电芯制造的极片切割的 MOPA 脉冲激光器,利用自身技术优势,不断延伸激光器的下游应用场景。在激光装备领域,公司研发出智能光谱检测机和激光调阻机,其中激光调阻机系列产品服务于风华高科、顺络电子、国巨股份等知名被动元器件厂家,亦在全球范围拥有较高市占率。受益于激光器应用场景多元化、下游被动元器件产业对激光装备的需求高企,公司 2021 年营收达 12.0 亿元,同比+40.5%;扣非净利润 0.65 亿元,同比+209.7%。激光器销量 3.3 万台,同比+63.14%;激光装备销量 789 台,同比+96.59%。
- **交付全球首套定制化柔性钙钛矿膜切设备。**2021 年 8 月,公司为大正微纳定制的全球首套柔性钙钛矿膜切设备通过验收投入使用,生产效率和成品效果均达到预期,激光技术实力在钙钛矿领域得到验证,为柔性钙钛矿薄膜量产储备了技术经验和工艺基础。鉴于大正微纳是国内柔性钙钛矿光伏电池的领军企业,于 2022 年 7 月实现量产 40cm*60cm 柔性钙钛矿组件并承诺效率 21%,而杰普特在该 Demo 产线中占得设备配套先机,后续产能放量有望带来更大规模的订单。
- **不断突破新技术,形成较高的技术壁垒。**公司坚持技术创新,拥有国际化研发团队。截至 2021 年底,共获得知识产权 422 项,其中发明专利 65 项、实用新型专利 228 项。在激光器、激光设备领域均不断开发出新工艺,半导体设备方面合作开发电阻类测包机等,填补国产测包机空白。

估盈利预测及评级

- 公司激光器和激光设备业务均高速增长,毛利率保持稳定,预测 22-24 年净利润为 1.73/2.26/2.69 亿元,首次覆盖,给予买入评级。

评级面临的主要风险

- 研发项目进展不及预期,国际地缘政治摩擦的不确定性,产能扩张不及预期。

投资摘要

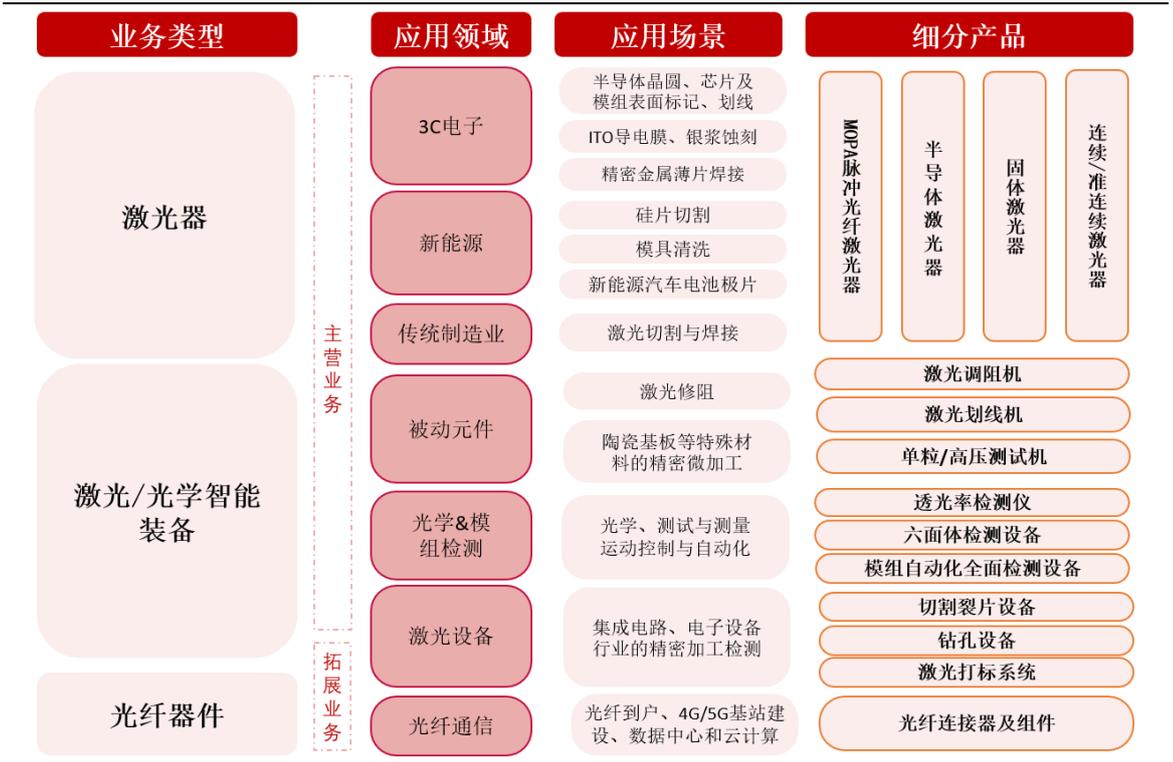
年结日: 12月31日	2020	2021	2022E	2023E	2024E
销售收入 (人民币 百万)	854	1,199	1,632	2,044	2,452
变动 (%)	50	41	36	25	20
净利润 (人民币 百万)	44	91	173	226	269
全面摊薄每股收益 (人民币)	0.473	0.975	1.848	2.411	2.870
变动 (%)	(32.4)	106.0	89.5	30.4	19.0
全面摊薄市盈率(倍)	144.3	70.0	37.0	28.3	23.8
价格/每股现金流量(倍)	70.0	(39.4)	67.9	593.0	26.2
每股现金流量 (人民币)	0.98	(1.73)	1.01	0.12	2.61
企业价值/息税折旧前利润(倍)	71.8	54.2	30.8	23.4	19.1
每股股息 (人民币)	0.142	0.298	0.560	0.733	0.871
股息率 (%)	0.2	0.4	0.8	1.1	1.3

资料来源:公司公告,中银证券预测

MOPA 激光器+激光设备制造商，定制交付全球首套柔性钙钛矿膜切设备

国产 MOPA 激光器+激光装备厂商，不断拓宽下游应用场景。公司主要产品为激光器+激光装备，下游应用于半导体、消费电子、锂电池和光伏领域。公司是中国首家商业化批量生产 MOPA 脉冲光纤激光器的厂商，2021 年为光伏领域客户研发出用于 PERC 开槽、硅片裂片和光伏玻璃钻孔的 MOPA 脉冲激光器，为新能源领域研发出适用于动力电池电芯制造的极片切割的 MOPA 脉冲激光器。在激光装备领域公司应用差异化竞争策略，研发出智能光谱检测机和激光调阻机，激光调阻机系列产品服务于风华高科、顺络电子、国巨股份等知名被动元器件厂家，全球市场占有率较高。2021 年激光器销量 3.3 万台，同比+63.14%；激光装备销量 789 台，同比+96.59%，业绩稳步增长。

图表 76. 杰普特业务组合



资料来源：杰普特 2021 年报、杰普特官网，中银证券

领先布局钙钛矿激光设备，交付全球首套柔性钙钛矿膜切设备。2021 年 8 月，杰普特在柔性钙钛矿薄膜切割领域取得重大突破，为大正微纳定制的全球首套柔性钙钛矿膜切设备通过验收投入使用，生产效率和成品效果均达到预期，为柔性钙钛矿薄膜量产储备了技术经验和工艺基础。大正微纳是国内柔性钙钛矿薄膜太阳能电池精密制造的领军企业，首席科学家宫坂力教授为钙钛矿太阳能电池的发明人，2022 年 7 月实现量产 40cm*60cm 柔性钙钛矿组件，承诺效率 21%。杰普特在第三代光伏激光设备研发中占得先机，有望取得更大的市场发展空间。

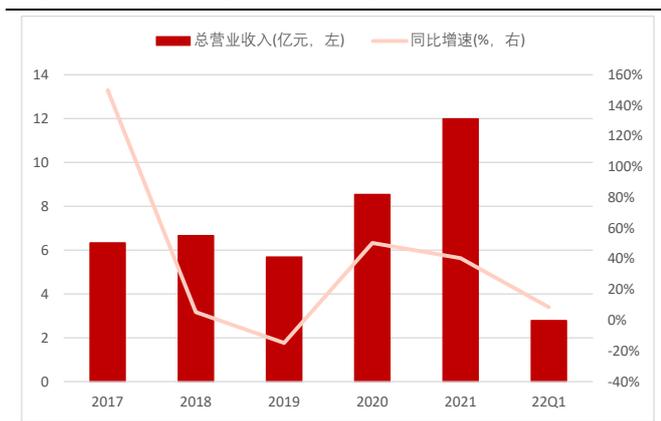
图表 77. 杰普特柔性钙钛矿膜切设备应用于大正微纳



资料来源：杰普特公众号，中银证券

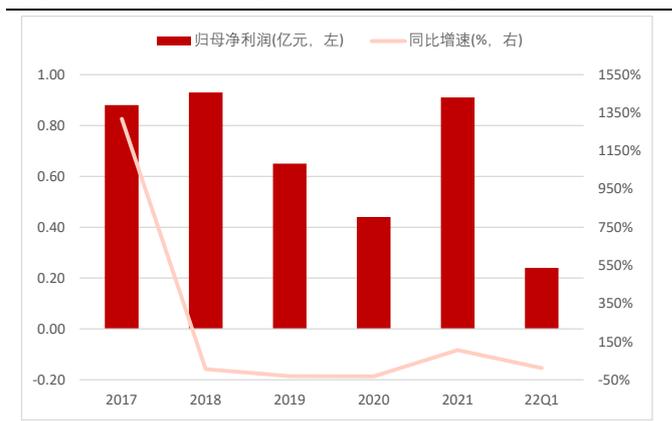
营收快速增长，2021 归母净利润回升。2021 年杰普特实现营业收入 11.99 亿元，同比+40.50%；实现归母净利润 0.91 亿元，同比+106.04%。2017-2021 年营收保持了 17% 的 CAGR，2019、2020 年的归母净利润有所下降，主要系成本费用上升叠加疫情影响导致。

图表 78. 杰普特的营收及同比增速



资料来源：万得，中银证券

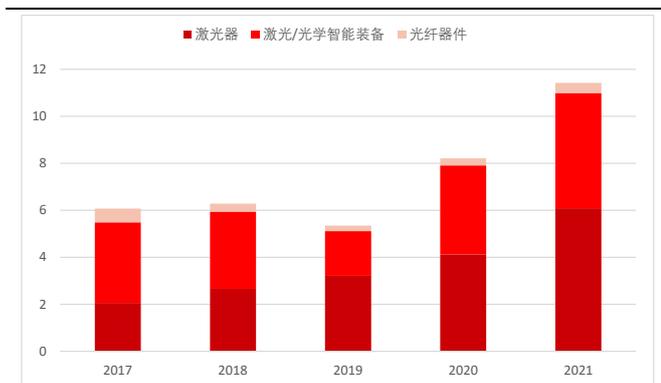
图表 79. 杰普特的归母净利润及同比增速



资料来源：万得，中银证券

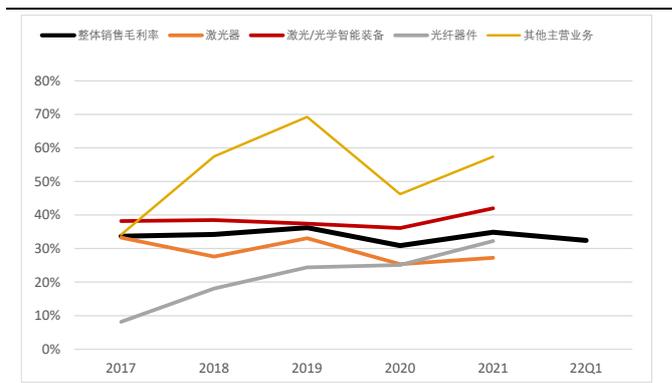
激光器业务占比提升，整体盈利能力呈上升趋势。2017-2021 年，公司激光器收入占总营收比例逐渐增长，2021 年占比超 50%。公司整体销售毛利率稳定，而激光装备的毛利率呈现上升趋势，主要系公司采取差异化竞争，推出毛利较高的激光设备新产品。

图表 80. 杰普特的营收结构 (亿元)



资料来源：万得，中银证券

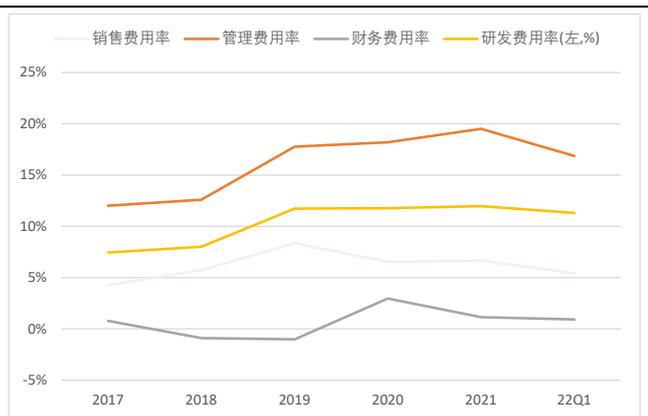
图表 81. 杰普特分业务毛利率 (%)



资料来源：万得，中银证券

费用率保持稳定，研发投入加大。公司 2019-2021 的期间费用率整体较为稳定，研发费用率 2017-2021 增长近 5 个百分点，研发人员数量增加至 622 人。截止 2021 年底，公司共获得知识产权 422 项，其中发明专利 65 项、实用新型专利 228 项。在核心产品 MOPA 激光器上不断提升工艺水平，提高功率降低成本；在激光设备上开发了高功率蓝激光焊接高反材料工艺，国内首次将蓝激光焊接紫铜及铜合金工艺导入被动元件行业，生产效率提升 5 倍；研发了标准焊接机、电感绕线设备、电感剥漆设备、VR/AR 眼镜模组测试机等一系列高端装备。

图表 82. 杰普特的期间费用率 (%)



资料来源：万得，中银证券

图表 83. 杰普特的研发费用率及研发实力



资料来源：万得，中银证券

图表 84. 杰普特近 2 年的 PE-Band



资料来源：万得，中银证券

损益表(人民币 百万)

年结日: 12月31日	2020	2021	2022E	2023E	2024E
销售收入	854	1,199	1,632	2,044	2,452
销售成本	(594)	(790)	(1,068)	(1,334)	(1,595)
经营费用	(180)	(296)	(362)	(441)	(535)
息税折旧前利润	80	113	201	269	322
折旧及摊销	(17)	(37)	(40)	(46)	(52)
经营利润(息税前利润)	63	76	161	224	270
净利息收入/(费用)	(22)	(12)	(5)	(6)	(3)
其他收益/(损失)	37	40	38	38	38
税前利润	46	102	188	244	294
所得税	(2)	(11)	(16)	(20)	(27)
少数股东权益	(0)	(0)	(1)	(1)	(1)
净利润	44	91	173	226	269
核心净利润	44	91	173	225	268
每股收益(人民币)	0.473	0.975	1.848	2.411	2.870
核心每股收益(人民币)	0.472	0.969	1.847	2.409	2.867
每股股息(人民币)	0.142	0.298	0.560	0.733	0.871
收入增长(%)	50	41	36	25	20
息税前利润增长(%)	(9)	20	112	39	21
息税折旧前利润增长(%)	(5)	41	78	34	20
每股收益增长(%)	(32)	106	90	30	19
核心每股收益增长(%)	(33)	106	91	30	19

资料来源: 公司公告, 中银证券预测

现金流量表(人民币 百万)

年结日: 12月31日	2020	2021	2022E	2023E	2024E
税前利润	46	102	188	244	294
折旧与摊销	17	37	40	46	52
净利息费用	25	14	11	17	14
运营资本变动	223	(220)	120	(81)	35
税金	(3)	(11)	(16)	(20)	(27)
其他经营现金流	(217)	(84)	(249)	(195)	(124)
经营活动产生的现金流	91	(162)	94	11	244
购买固定资产净值	172	121	56	53	55
投资减少/增加	3	(30)	15	15	15
其他投资现金流	(241)	(290)	(159)	(105)	(97)
投资活动产生的现金流	(65)	(200)	(88)	(37)	(27)
净增权益	(13)	(28)	(52)	(69)	(81)
净增债务	(0)	29	2,426	2	2
支付股息	13	28	52	69	81
其他融资现金流	(22)	(34)	(61)	(85)	(95)
融资活动产生的现金流	(22)	(5)	2,365	(84)	(93)
现金变动	5	(367)	2,370	(110)	124
期初现金	893	717	341	2,711	2,602
公司自由现金流	26	(362)	6	(26)	217
权益自由现金流	52	(319)	2,443	(8)	233

资料来源: 公司公告, 中银证券预测

资产负债表(人民币 百万)

年结日: 12月31日	2020	2021	2022E	2023E	2024E
现金及现金等价物	717	341	2,711	2,602	2,726
应收帐款	277	374	598	565	863
库存	472	584	781	964	1,095
其他流动资产	3	12	9	17	13
流动资产总计	1,793	1,637	4,437	4,506	5,039
固定资产	283	329	347	352	346
无形资产	16	91	105	123	147
其他长期资产	55	166	166	166	166
长期资产总计	354	586	618	641	659
总资产	2,164	2,302	5,118	5,195	5,731
应付帐款	365	289	585	513	795
短期债务	50	60	0	0	0
其他流动负债	121	160	153	141	203
流动负债总计	535	509	739	655	998
长期借款	0	4	2,500	2,500	2,500
其他长期负债	13	61	30	35	42
股本	94	94	94	94	94
储备	1,524	1,635	1,756	1,913	2,100
股东权益	1,617	1,729	1,850	2,007	2,194
少数股东权益	0	0	(0)	(1)	(3)
总负债及权益	2,164	2,302	5,118	5,195	5,731
每股帐面价值(人民币)	17.28	18.47	19.76	21.44	23.44
每股有形资产(人民币)	17.11	17.50	18.64	20.13	21.86
每股净负债/(现金)(人民币)	(7.12)	(2.96)	(2.26)	(1.09)	(2.42)

资料来源: 公司公告, 中银证券预测

主要比率(%)

年结日: 12月31日	2020	2021	2022E	2023E	2024E
盈利能力					
息税折旧前利润率(%)	9.3	9.4	12.3	13.2	13.1
息税前利润率(%)	7.4	6.3	9.9	10.9	11.0
税前利润率(%)	5.4	8.5	11.5	12.0	12.0
净利率(%)	5.2	7.6	10.6	11.0	11.0
流动性					
流动比率(倍)	3.4	3.2	6.0	6.9	5.1
利息覆盖率(倍)	22.2	13.4	1.3	0.9	1.1
净权益负债率(%)	净现金	净现金	净现金	净现金	净现金
速动比率(倍)	2.5	2.1	4.9	5.4	4.0
估值					
市盈率(倍)	144.3	70.0	37.0	28.3	23.8
核心业务市盈率(倍)	144.9	70.5	37.0	28.4	23.8
市净率(倍)	4.0	3.7	3.5	3.2	2.9
价格/现金流(倍)	70.0	(39.4)	67.9	593.0	26.2
企业价值/息税折旧前利润(倍)	71.8	54.2	30.8	23.4	19.1
周转率					
存货周转天数	221.8	243.7	233.1	238.7	235.6
应收帐款周转天数	115.4	99.1	108.7	103.9	106.3
应付帐款周转天数	109.9	99.5	97.8	98.1	97.4
回报率					
股息支付率(%)	30.0	30.5	30.3	30.4	30.3
净资产收益率(%)	2.8	5.5	9.7	11.7	12.8
资产收益率(%)	3.0	3.0	4.0	4.0	4.5
已运用资本收益率(%)	0.7	1.3	1.4	1.3	1.5

资料来源: 公司公告, 中银证券预测

披露声明

本报告准确表述了证券分析师的个人观点。该证券分析师声明，本人未在公司内、外部机构兼任有损本人独立性与客观性的其他职务，没有担任本报告评论的上市公司的董事、监事或高级管理人员；也不拥有与该上市公司有关的任何财务权益；本报告评论的上市公司或其它第三方都没有或没有承诺向本人提供与本报告有关的任何补偿或其它利益。

中银国际证券股份有限公司同时声明，将通过公司网站披露本公司授权公众媒体及其他机构刊载或者转发证券研究报告有关情况。如有投资者于未经授权的公众媒体看到或从其他机构获得本研究报告的，请慎重使用所获得的研究报告，以防止被误导，中银国际证券股份有限公司不对其报告理解和使用承担任何责任。

评级体系说明

以报告发布日后公司股价/行业指数涨跌幅相对同期相关市场指数的涨跌幅的表现为基准：

公司投资评级：

- 买入：预计该公司股价在未来 6-12 个月内超越基准指数 20%以上；
- 增持：预计该公司股价在未来 6-12 个月内超越基准指数 10%-20%；
- 中性：预计该公司股价在未来 6-12 个月内相对基准指数变动幅度在-10%-10%之间；
- 减持：预计该公司股价在未来 6-12 个月内相对基准指数跌幅在 10%以上；
- 未有评级：因无法获取必要的资料或者其他原因，未能给出明确的投资评级。

行业投资评级：

- 强于大市：预计该行业指数在未来 6-12 个月内表现强于基准指数；
- 中性：预计该行业指数在未来 6-12 个月内表现基本与基准指数持平；
- 弱于大市：预计该行业指数在未来 6-12 个月内表现弱于基准指数；
- 未有评级：因无法获取必要的资料或者其他原因，未能给出明确的投资评级。

沪深市场基准指数为沪深 300 指数；新三板市场基准指数为三板成指或三板做市指数；香港市场基准指数为恒生指数或恒生中国企业指数；美股市场基准指数为纳斯达克综合指数或标普 500 指数。

风险提示及免责声明

本报告由中银国际证券股份有限公司证券分析师撰写并向特定客户发布。

本报告发布的特定客户包括：1) 基金、保险、QFII、QDII 等能够充分理解证券研究报告，具备专业信息处理能力的中银国际证券股份有限公司的机构客户；2) 中银国际证券股份有限公司的证券投资顾问服务团队，其可参考使用本报告。中银国际证券股份有限公司的证券投资顾问服务团队可能以本报告为基础，整合形成证券投资顾问服务建议或产品，提供给接受其证券投资顾问服务的客户。

中银国际证券股份有限公司不以任何方式或渠道向除上述特定客户外的公司个人客户提供本报告。中银国际证券股份有限公司的个人客户从任何外部渠道获得本报告的，亦不应直接依据所获得的研究报告作出投资决策；需充分咨询证券投资顾问意见，独立作出投资决策。中银国际证券股份有限公司不承担由此产生的任何责任及损失等。

本报告内含保密信息，仅供收件人使用。阁下作为收件人，不得出于任何目的直接或间接复制、派发或转发此报告全部或部分内容予任何其他人士，或将此报告全部或部分内容发表。如发现本研究报告被私自刊载或转发的，中银国际证券股份有限公司将及时采取维权措施，追究有关媒体或者机构的责任。所有本报告内使用的商标、服务标记及标记均为中银国际证券股份有限公司或其附属及关联公司（统称“中银国际集团”）的商标、服务标记、注册商标或注册服务标记。

本报告及其所载的任何信息、材料或内容只提供给阁下作参考之用，并未考虑到任何特别的投资目的、财务状况或特殊需要，不能成为或被视为出售或购买或认购证券或其它金融票据的要约或邀请，亦不构成任何合约或承诺的基础。中银国际证券股份有限公司不能确保本报告中提及的投资产品适合任何特定投资者。本报告的内容不构成对任何人的投资建议，阁下不会因为收到本报告而成为中银国际集团的客户。阁下收到或阅读本报告须在承诺购买任何报告中所指之投资产品之前，就该投资产品的适合性，包括阁下的特殊投资目的、财务状况及其特别需要寻求阁下相关投资顾问的意见。

尽管本报告所载资料的来源及观点都是中银国际证券股份有限公司及其证券分析师从相信可靠的来源取得或达到，但撰写本报告的证券分析师或中银国际集团的任何成员及其董事、高管、员工或其他任何个人（包括其关联方）都不能保证它们的准确性或完整性。除非法律或规则规定必须承担的责任外，中银国际集团任何成员不对使用本报告的材料而引致的损失负任何责任。本报告对其中所包含的或讨论的信息或意见的准确性、完整性或公平性不作任何明示或暗示的声明或保证。阁下不应单纯依靠本报告而取代个人的独立判断。本报告仅反映证券分析师在撰写本报告时的设想、见解及分析方法。中银国际集团成员可发布其它与本报告所载资料不一致及有不同结论的报告，亦有可能采取与本报告观点不同的投资策略。为免生疑问，本报告所载的观点并不代表中银国际集团成员的立场。

本报告可能附载其它网站的地址或超级链接。对于本报告可能涉及到中银国际集团本身网站以外的资料，中银国际集团未有参阅有关网站，也不对它们的内容负责。提供这些地址或超级链接（包括连接到中银国际集团网站的地址及超级链接）的目的，纯粹为了阁下的方便及参考，连结网站的内容不构成本报告的任何部份。阁下须承担浏览这些网站的风险。

本报告所载的资料、意见及推测仅基于现状，不构成任何保证，可随时更改，毋须提前通知。本报告不构成投资、法律、会计或税务建议或保证任何投资或策略适用于阁下个别情况。本报告不能作为阁下私人投资的建议。

过往的表现不能被视作将来表现的指示或保证，也不能代表或对将来表现做出任何明示或暗示的保障。本报告所载的资料、意见及预测只是反映证券分析师在本报告所载日期的判断，可随时更改。本报告中涉及证券或金融工具的价格、价值及收入可能出现上升或下跌。

部分投资可能不会轻易变现，可能在出售或变现投资时存在难度。同样，阁下获得有关投资的价值或风险的可靠信息也存在困难。本报告中包含或涉及的投资及服务可能未必适合阁下。如上所述，阁下须在做出任何投资决策之前，包括买卖本报告涉及的任何证券，寻求阁下相关投资顾问的意见。

中银国际证券股份有限公司及其附属及关联公司版权所有。保留一切权利。

中银国际证券股份有限公司

中国上海浦东
银城中路 200 号
中银大厦 39 楼
邮编 200121
电话: (8621) 6860 4866
传真: (8621) 5888 3554

相关关联机构:

中银国际研究有限公司

香港花园道一号
中银大厦二十楼
电话: (852) 3988 6333
致电香港免费电话:
中国网通 10 省市客户请拨打: 10800 8521065
中国电信 21 省市客户请拨打: 10800 1521065
新加坡客户请拨打: 800 852 3392
传真: (852) 2147 9513

中银国际证券有限公司

香港花园道一号
中银大厦二十楼
电话: (852) 3988 6333
传真: (852) 2147 9513

中银国际控股有限公司北京代表处

中国北京市西城区
西单北大街 110 号 8 层
邮编: 100032
电话: (8610) 8326 2000
传真: (8610) 8326 2291

中银国际(英国)有限公司

2/F, 1 Lothbury
London EC2R 7DB
United Kingdom
电话: (4420) 3651 8888
传真: (4420) 3651 8877

中银国际(美国)有限公司

美国纽约市美国大道 1045 号
7 Bryant Park 15 楼
NY 10018
电话: (1) 212 259 0888
传真: (1) 212 259 0889

中银国际(新加坡)有限公司

注册编号 199303046Z
新加坡百得利路四号
中国银行大厦四楼(049908)
电话: (65) 6692 6829 / 6534 5587
传真: (65) 6534 3996 / 6532 3371