

钙钛矿大会观察：GW 级产线开工、技术路线呈现多样性、玩家持续扩容

核心观点：

- **事件：**由中国银河证券与亚化咨询联合主办的第五届钙钛矿、异质结与叠层电池论坛于 4 月 19-21 日举行，协鑫光电、极电光能、纤纳光电、仁烁光能、曜能科技、大正微纳、无限光能、晟成光伏、金晶科技、原速科技、方昇光电、明阳瑞科新能源等钙钛矿领域企业；以及华晟新能源、通威太阳能、金刚玻璃科技、东方日升等异质结领域企业作主题报告。线下调研极电光能 150MW 钙钛矿产线，该产线是全球目前已投产且产能最大的钙钛矿光伏生产线，同时具备 BIPV 产品和标准组件的生产能力。
- **产业化进展：**极电光能钙钛矿 GW 级产线开工，协鑫光电等企业宣布 GW 级产线建设规划，标志行业真正从 0 到 1 走向 GW 时代。4 月 12 日，极电光能官方公号表示钙钛矿产业基地项目开工，该项目计划建设内容包含全球首条 1GW 钙钛矿光伏生产线，计划在 2024 年年底基本搭建完成。协鑫光电表示 2023 年组件效率目标 18%（协鑫光电 4 月 17 日宣布 2m*1m 大面积钙钛矿组件效率达 16.02%），2024 年将开工建设 GW 级产线。纤纳光电百兆瓦产线达产率高于 80%，目前公司正在规划 GW 级生产线建设，有望 2023 年投产。仁烁光能表示 2023 年 Q3 完成 150MW 产线的建设，Q4 末 1.2m*0.6m 尺寸投产。2024 年启动叠层 150MW 产线升级项目，并开始规划 GW 级产线项目。**产品出货方面**，极电光能已交付无锡太湖光伏围栏试点项目、上海车棚两个项目。2022 年 5 月，纤纳光电正式对外发售 5000 片阿尔法组件，此后不断有阿尔法示范工程、示范项目，包括工业屋顶钙钛矿分布式光伏、地面分布式光伏、钙钛矿交通互补光伏等。
- **钙钛矿层技术路线呈现多样性，关注以协鑫光电、极电光能、无限光能为代表的湿法、干法+湿法、干法三种技术路线。**一步溶液法路线代表协鑫光电表示目前积极引入其他工艺等帮助效率提升，比如引入蒸镀设备做缓冲层。干法+湿法两步法路线代表极电光能表示 2023 年 0.6m*1.2m 大尺寸组件效率目标 18%，24 年达 20%，25 年达 21%；两步法第一步使用真空蒸镀形成干法制膜，第二步使用溶液法再干法制膜基础上形成液态薄膜，此种技术路线需要关注材料体系、配比等。两步法将来可以更好的兼容与晶硅叠层的技术路线。干法工艺技术代表无限光能表示从成膜质量角度干法的厚度和均匀性较好，干法成膜速度相比湿法要慢一些，但不影响最重要的产量节拍。
- **钙钛矿电池及设备玩家持续扩容，建议关注深度参与 GW 级产线成熟化进程的设备企业。**2022 年 9 月，我们发布钙钛矿深度报告（钙钛矿-颠覆者 or 赋能者）对钙钛矿设备企业进展、各企业产能布局、布局钙钛矿电池的上市企业进行了梳理。2022 年至

机械设备行业

推荐 (维持评级)

分析师

鲁佩

☎：021-2025 7809

✉：lupei_yj@chinastock.com.cn

分析师登记编码：S0130521060001

研究助理：贾新龙

☎：021-2025 7807

✉：jiaxinlong_yj@chinastock.com.cn

相关研究

【银河机械】光伏设备行业深度报告：钙钛矿-颠覆者 or 赋能者？

【银河机械】行业事件点评：宁德时代钙钛矿电池相关专利公布，关注钙钛矿产业落地进展



今，多家企业进军钙钛矿领域或融资用于研发及新建产线，包括曜能科技、光晶能源、仁烁光能、众能光电等，我们梳理具备产线规划的企业已超 18 家（不完全统计）。2022 年以来，设备企业中新增奥莱德、合肥欣奕华、微导纳米、科恒股份、利元亨、华工科技等布局钙钛矿领域。

- **投资建议：**重点推荐已有订单的钙钛矿设备企业：包括价值量大的 PVD/RPD 设备（捷佳伟创、京山轻机等）、确定性需求强且主流电池片环节渗透率提升的激光设备厂商（大族激光、迈为股份、帝尔激光、杰普特、德龙激光等）、蒸镀设备（京山轻机，子公司晟成与头部钙钛矿企业协鑫绑定较深、奥莱德）；建议关注上游原材料：TCO 玻璃-金晶科技、耀皮玻璃；靶材-隆华科技。
- **风险提示：**电池技术进展不及预期；扩产节奏低于预期。

。

表：我国钙钛矿电池设备进展表（红色表示在 2022 年 9 月深度报告基础上新增）

设备类别	企业名称	产业化进展
镀膜设备	捷佳伟创	<p>■2022 年 7 月，捷佳伟创钙钛矿太阳能电池生产的关键量产设备“立式反应式等离子体镀膜设备”（RPD）通过厂内验收，将发运给客户投入生产。</p> <p>■22 年 10 月，在获得某央企研究院的钙钛矿低温低损薄膜真空沉积设备，以及某国家科学院的反应式等离子体镀膜设备后，捷佳伟创自主研发的钙钛矿共蒸法真空镀膜设备再次取得订单，公司成功中标了某全球头部光伏企业的钙钛矿电池蒸镀设备项目。经过不懈的努力，捷佳伟创积极稳健推进钙钛矿及叠层电池整线装备的研发及升级，公司持续深入开发并获得了狭缝涂布、PVD/RPD、蒸发镀膜等设备订单，有力协助了大量知名领先企业实现钙钛矿产品的研发与量产，深入服务了国家科研院和央企研究院及知名高院关于钙钛矿课题的研究与探索。</p> <p>■23 年 2 月，公司在大尺寸钙钛矿、全钙钛矿叠层、HJT/TOPCon 叠层钙钛矿领域的设备销售持续放量，设备种类涵盖 RPD、PVD、PAR、CVD、蒸发镀膜及精密狭缝涂布、晶硅叠层印刷等。</p>
	晟成光伏（京山轻机子公司）	<p>■2021 年 6 月，晟成光伏钙钛矿电池团簇型多腔式蒸镀设备现已量产并成功应用于多个客户端。晟成光伏团簇型多腔式蒸镀设备具备完全自主知识产权，可应用于钙钛矿电池制备各过程中的钙钛矿材料及金属电极材料。</p> <p>■2022 年 8 月 10 日，华中科技大学微纳中心陈蓉教授团队与苏州晟成光伏设备有限公司在苏州签订技术战略合作协议。双方在光伏原子镀膜技术合作上建立长期深层次的全面战略合作伙伴关系，进行光伏原子镀膜技术开发，将新型镀膜技术应用至光伏市场，共同推进光伏核心装备制造国产化进程。主要提供高效硅基电池用清洗制绒设备、真空镀膜设备；钙钛矿电池组件、钙钛矿叠层电池制造整体解决方案；半导体领域 PVD、ALD 镀膜设备等。23 年 1 月，晟成光伏北方生产基地竣工投产，新项目投产后，晟成光伏层压机制造产能将得到极大提升，晟成光伏在光伏组件自动化生产领域整线设备实力也将进一步加强。</p>
	科晶智达	<p>■公司可提供钙钛矿太阳能电池制备的全套方案，导电层镀膜环节拥有超声喷雾热分解镀膜设备，钙钛矿镀膜环节拥有旋转图层仪、热蒸镀仪、干燥箱等设备。</p>
	弗斯迈	<p>■拥有精确裁切覆膜设备，采用二次精裁，精度更高，移栽式覆膜，铺设更精准，剪裁后冲孔，冲孔位置准确。</p> <p>■弗斯迈为行业带来了完整的整线解决方案。根据各家客户不同技术路线要求，提供从厂房规划，调控产品配方、组建合理工艺、配置专业设备，安装调试，生产培训和售后服务的钙钛矿光伏交钥匙工程和定制化解决方案。</p>
	众能光电	<p>■已建成 100—500kW（准 MW）级大面积钙钛矿太阳能器件中试平台。在建钙钛矿太阳能光伏组件生产线产能达到 200MW/年。钙钛矿激光划线刻蚀设备出货 50 台套，钙钛矿 PVD 设备出货量 30 台套。</p> <p>■众能光电掌握钙钛矿光伏 MW 级和 GW 级量产装备技术，亦曾是国际首条 kW 级钙钛矿光伏电池组件生产线供应者。从其产线设备下线的钙钛矿器件曾多次刷新大尺寸钙钛矿光伏电池器件认证记录。公司目前已与国内大型央企、民营企业和知名高校科研机构累计完成近 200 个单体工艺设备交付，产品包括涂布机、刮涂机、激光刻蚀机、PVD 和 ALD 等。</p>
	宏大真空	<p>■企业技术中心创新能力及真空镀膜成套装备产业化项目于 2021 年底 2022 年初建成；2022 年研制出世界首台跑道式双腔同时成膜四室机。</p> <p>■2022 年 6 月，真空镀膜装备通过验收。完成单机、双室、HIT、ARC 回转、DLC 等五大产品中试线建设，新添置研发和仪器设备 584.08 万元。同时，研究中心中心还完成了 DLC 类金刚石工艺及装备研发与产业化、太阳能电池导电膜镀膜技术及应用研究，通过科技成果鉴定 1 项，开发新产品 10 项，申请专利 45 项，技</p>

		术和成果转化实现新增收入 13948.78 万元，企业研发实力得到全面提升。
	合肥欣奕华	<p>■22 年 11 月，企业研发的用于钙钛矿太阳能电池生产的量产设备 Inline 钙钛矿真空镀膜机已交付国内钙钛矿产业公司投入生产。此次合肥欣奕华交付的 Inline 钙钛矿真空镀膜机是大尺寸钙钛矿真空镀膜机，属于钙钛矿电池制备核心设备，采用 InlineSystem 设计，可实现自动上下料，并且兼容多种材质基板。该设备满足大面积钙钛矿膜层制备，有效提高材料利用率，确保大面积均匀性。</p>
	湖南红太阳光电科技	<p>■在钙钛矿领域，红太阳光电已经掌握了低损伤磁控溅射技术与大面积原子层沉积技术，具备 100MW 级别量产解决方案的能力。</p>
	微导纳米	<p>■公司在光伏电池片镀膜设备方面从设备边界拓宽及不同技术路线客户拓展几方面进行。公司立足 ALD 设备，拓展 PECVD 设备；PERC 电池设备销售收入增长的同时，应用于光伏 TOPCon 电池的专用设备也取得客户验收，在 IBC、HJT、钙钛矿等技术路线上也都有布局。</p>
	四盛科技	<p>■成都四盛科技有限公司主要聚焦钙钛矿镀膜设备，系统设备采购等项目的投标，经常遇到 2 个竞争对手的投标，最近成功中标、华能钙钛矿中试研发项目真空沉积 (PVD) 系统设备采购中标候选人等项目。</p>
	奥来德	<p>■公司过去在 AMOLED 面板领域，作为全球唯三，国内唯一的 canontokki 认证蒸发源供应商，一直专注于蒸发源及小型蒸镀机的技术研发，在相关领域积累了多项先进的核心技术，居于国内非常领先的地位。22 年 11 月，公司称拟使用超募资金 4,900 万元投资建设新项目：</p> <p>1) 钙钛矿结构型太阳能电池蒸镀设备的开发；2) 低成本有机钙钛矿载流子传输材料和长寿命器件开发。</p> <p>22 年 11 月，公司拟使用超募资金 4,900 万元投资建设新项目：1) 钙钛矿结构型太阳能电池蒸镀设备的开发；2) 低成本有机钙钛矿载流子传输材料和长寿命器件开发。</p>
	众能光电	<p>■已建成 100—500kW (准 MW) 级大面积钙钛矿太阳能器件中试平台。在建钙钛矿太阳能光伏组件生产线产能达到 200MW/年。钙钛矿激光划线刻蚀设备出货 50 台套，钙钛矿 PVD 设备出货量 30 台套。</p> <p>■众能光电掌握钙钛矿光伏 MW 级和 GW 级量产装备技术，亦曾是国际首条 kW 级钙钛矿光伏电池组件生产线供应商。从其产线设备下线的钙钛矿器件曾多次刷新大尺寸钙钛矿光伏电池器件认证记录。公司目前已与国内大型央企、民营企业和知名高校科研机构累计完成近 200 个单体工艺设备交付，产品包括涂布机、刮涂机、激光刻蚀机、PVD 和 ALD 等。</p>
涂布设备	上海德沪涂膜	<p>■为苏州协鑫全球第一条 100MW 钙钛矿产线供应大尺寸核心狭缝涂布设备。公司钙钛矿太阳能电池核心涂膜设备在全球市占率第一。在钙钛矿太阳能电池领域，公司的核心涂膜设备全球市占率最大。</p> <p>■22 年 12 月，公司又一条 100MW 钙钛矿用精密狭缝涂膜设备 1200mm×600mm 尺寸验收成功，迄今为止我国已建和在建的 500MW 试量产线（钙钛矿功能层使用狭缝涂膜制备）核心涂膜设备供货中，德沪涂膜狭缝涂布设备 0.6m×1.2m 和 1m×2m 供货达 350MW，市占率 70%。德沪涂膜设备（苏州）有限公司落户常熟经开区，正在装修 4000 多平方米的“钙钛矿产业化创新中心”和设备制造基地，可望 2023 年春节后投入运营。“德沪涂膜钙钛矿产业化创新中心（苏州）”将聚焦钙钛矿产业化 0-1，建有“德沪涂膜解决方案”三大设备开发平台：1) 20MW 全套设备集成及 0.3m×0.3m 钙钛矿电池流片平台；2) 100MW 涂膜-干燥-烧结一体化设备开发平台；3) 晶硅-钙钛矿叠层涂膜量产设备 (>1000 片/每小时) 开发平台。2023 年 1 月，公司单结钙钛矿设备宽度可以做到 2.4 米，这是 GW 级产线的基础。</p>
	大正微纳	<p>■公司拥有精密狭缝涂布设备，2019 年以来连续刷新柔性钙钛矿太阳能电池效率的世界记录，光电转换效率破 21%。大正微纳通过材料和流体力学的研究积累实现了连续四层纳米级别薄膜的液相涂布制备，稳定实现了钙钛矿薄膜电池的制备。这也成功打破了薄膜电池严重依赖欧美高真空物理/化学沉积设备的技术壁垒。经过目前高精密狭缝涂布机的研发和销售，实现核心设备自主生产。</p>

		<p>■大正微纳科技已成为大规模生产柔性钙钛矿太阳能电池组件的全球首家公司，在中国江苏省建设 10MW 年产能生产线，江苏省拥有部分最大的光伏供应商。40 厘米×60 厘米的组件将被切割成小块，运给中国的智能手机和平板电脑制造商。大正目前计划再投资 2 亿元人民币，将年产能扩大到 100MW。</p>
	科恒股份	<p>■23 年 2 月发布公告表示，公司接到的用于钙钛矿型的平板涂布设备尚处于前期技术验证阶段，后续尚需进一步技术验证，在效果验证方面，存在有效性或不达预期的风险，后续能否获得客户认可具有不确定性，未来产生的经济效益和对公司业绩的影响存在不确定性。</p>
	迈为股份	<p>■钙钛矿激光设备已经交付。未来公司对单结钙钛矿会加大装备布局，并更看好钙钛矿异质结叠层电池。</p> <p>■22 年 9 月，迈为股份联合澳大利亚金属化技术公司 SunDrive 采用迈为自主创新的可量产微晶设备技术和工艺研制的全尺寸 (M6, 274.5cm²) N 型晶硅异质结电池，其转换效率高达 26.41%。</p>
	杰普特	<p>■2021 年 8 月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使用。</p> <p>■MOPA 脉冲激光器全球市占率第一，切入锂电和光伏激光设备领域。杰普特是全球市占率最高的 MOPA 脉冲激光器生产商，2021 年 MOPA 脉冲激光器出货量约为 2.5 万台，市占率接近 70%。公司利用在 MOPA 激光器领域的优势顺利切入锂电池激光加工设备和钙钛矿设备业务领域。</p>
	帝尔激光	<p>■2021 年上半年开始进行钙钛矿电池的相关研发；2022 年 3 月披露公司即将交付应用于钙钛矿电池的激光设备。</p> <p>■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。目前每家客户的硼掺杂方案存在定制的差异，单 GW 价值量存在差别，但整体在 700—800 万左右，硼掺杂毛利水平与现有 PERC 大体相当。公司的激光转印设备在去年三季度末实现了单机订单，激光转印在 HJT 工艺上有 30—40% 浆料的节约，0.3% 以上效率的提升，预计优先会在 HJT 工艺上实现整线量产订单。</p>
激光设备	大族激光	<p>■公司在钙钛矿技术领域的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，公司和行业相关客户一直保持合作关系。</p> <p>■23 年 2 月，在投资者互动平台表示，钙钛矿电池属于新型薄膜太阳能电池，公司 2007 年进入薄膜电池行业从事研发、生产和销售，公司激光设备在该领域国内市占率一直位于市场前列，在钙钛矿电池行业几家龙头、前沿研究机构均取得激光设备的交付销售，及大尺寸激光加工设备的整线交付。</p>
	德龙激光	<p>■国内为数不多的激光精细加工设备全产业链公司，主营业务为精密激光加工设备 & 激光器。</p> <p>■在 22 年 9 月已经推出了针对钙钛矿薄膜太阳能电池生产整段设备（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。</p>
	利元亨	<p>■2021 年，利元亨业务拓展至光伏领域，平台化布局持续推进。在光伏方面，利元亨拥有光伏组件自动化产线、无损划片机、PERC 开槽设备等，积极开展技术创新，与光伏头部企业建立合作关系。22 年 10 月，利元亨与冯·阿登纳 (VONARDENNE) 在利元亨总部举行战略合作签约仪式，双方将在光伏（异质结、钙钛矿）、储能等领域展开深度合作。</p>
	华工科技	<p>■23 年 2 月表示，公司的激光切割设备已应用于钙钛矿领域。在激光智能装备制造领域，公司面向工程机械、钣金加工、轨道交通、汽车制造、新能源等领域，为制造业客户提供高品质的激光切割机设备、激光焊接设备、等离子切割设备、白车身激光加工装备等多个系列工业激光设备及智能装备解决方案。在激光精密微纳加工领域，公司集中优势资源发力泛半导体、智能汽车、PCB、3C 电子、日用消费品等多领域行业赛道，为客户提供 IC 载板缺陷识别及分拣数字化智能工作站、POCT 罐装封膜自动化整线、医疗介入器械精密焊接系列设备、3C 行业精密微纳加工装备等产品及解决方案。在激光新能源智能装备领域，公司聚焦锂电和光伏两大方向，服务于锂电装备、3C 消费电池等领域客户。</p>

资料来源：公司公告，中国银河证券研究院整理

分析师简介及承诺

鲁佩 机械组组长 首席分析师

伦敦政治经济学院经济学硕士，证券从业8年，曾供职于华创证券，2021年加入中国银河证券研究院。2016年新财富最佳分析师第五名，IAMAC中国保险资产管理业最受欢迎卖方分析师第三名，2017年新财富最佳分析师第六名，首届中国证券分析师金翼奖机械设备行业第一名，2019年WIND金牌分析师第五名，2020年中证报最佳分析师第五名，金牛奖客观量化最佳行业分析团队成员，2021年第九届Choice“最佳分析师”第三名。

评级标准

行业评级体系

未来6-12个月，行业指数（或分析师团队所覆盖公司组成的行业指数）相对于基准指数（交易所指数或市场中主要的指数）

推荐：行业指数超越基准指数平均回报20%及以上。

谨慎推荐：行业指数超越基准指数平均回报。

中性：行业指数与基准指数平均回报相当。

回避：行业指数低于基准指数平均回报10%及以上。

公司评级体系

推荐：指未来6-12个月，公司股价超越分析师（或分析师团队）所覆盖股票平均回报20%及以上。

谨慎推荐：指未来6-12个月，公司股价超越分析师（或分析师团队）所覆盖股票平均回报10%—20%。

中性：指未来6-12个月，公司股价与分析师（或分析师团队）所覆盖股票平均回报相当。

回避：指未来6-12个月，公司股价低于分析师（或分析师团队）所覆盖股票平均回报10%及以上。

免责声明

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

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

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

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

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

本报告版权归银河证券所有并保留最终解释权。

联系人

中国银河证券股份有限公司 研究院

深圳市福田区金田路3088号中洲大厦20层

上海浦东新区富城路99号震旦大厦31层

北京市丰台区西营街8号院1号楼青海金融大厦

公司网址：www.chinastock.com.cn

机构请致电：

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

程曦 0755-83471683 chengxi_yj@chinastock.com.cn

上海地区：何婷婷 021-20252612 hetingting@chinastock.com.cn

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

北京地区：唐嫚玲 010-80927722 tangmanling_bj@chinastock.com.cn