

2022年 中国钙钛矿电池行业概览：获九部门 “点名”认可，有望成为下一代光伏技 术新路线

2022 China Perovskite Battery Industry
2022年の中国ペロブスカイト電池産業の概要
(摘要版)

报告标签：钙钛矿、光伏、储能、碳中和
主笔人：鲍金玲

报告提供的任何内容（包括但不限于数据、文字、图表、图像等）均系头豹研究院独有的高度机密性文件（在报告中另行标明出处者除外）。未经头豹研究院事先书面许可，任何人不得以任何方式擅自复制、再造、传播、出版、引用、改编、汇编本报告内容，若有违反上述约定的行为发生，头豹研究院保留采取法律措施、追究相关人员责任的权利。头豹研究院开展的所有商业活动均使用“头豹研究院”或“头豹”的商号、商标，头豹研究院无任何前述名称之外的其他分支机构，也未授权或聘用其他任何第三方代表头豹研究院开展商业活动。

报告要点速览

钙钛矿的命名来自于俄罗斯矿物学家Perovski的名字，1839年，德国科学家Gustav Rose在俄国考察中在乌拉尔山脉发现元素组成为 CaTiO_3 矿物，为纪念俄国矿物学家Lev Alekseyevich von Perovski，Gustav Rose将该矿物命名为“Perovskite”。钙钛矿最初是单质钛酸钙（ CaTiO_3 ）这种矿物，后来则将结构为 ABX_3 以及与之相似的晶体统称为钙钛矿物质，所以钙钛矿太阳能电池中既没有钙也没有钛。在钙钛矿八面体结构中，A属于较大的阳离子，B属于较小的阳离子，X是阴离子，每个A离子都被B和X离子一起构成的八面体包围。由于钙钛矿光吸收系数高、载流子迁移率大、合成办法简单等优点，钙钛矿材料被认为是下一代最具前景的光电材料之一。本文聚焦于中国钙钛矿电池发展，将解答以下几个问题：（1）钙钛矿电池的核心亮点是什么？（2）哪些因素制约了钙钛矿电池的发展？（3）钙钛矿电池的产业链覆盖了哪些行业？

观点提炼

➤ 钙钛矿电池的核心亮点是什么？

- 钙钛矿电池极限转换效率优势突出，远高于晶硅、HJT、TOPCon，且其能带间隙可调节，因此可进一步优化性能和拓展应用场景，此外，其有望将弱光充分利用起来进行发电。
- 钙钛矿电池的制程耗时仅需45分钟，且仅在单一工厂即可完成组件，且钙钛矿电池产能投资额仅为晶硅的一半，此外钙钛矿原材料对杂质不敏感，容易获得，用量少，成本优势明显。

➤ 哪些因素制约了钙钛矿电池的发展？

- 钙钛矿电池具备更高的转换率和更低的成本，因此被寄予厚望，但也存在稳定性差、大面积制备较难以及环境污染等问题，钙钛矿电池还需要时间将各种问题有效解决，加快产业进度。

➤ 钙钛矿电池的产业链覆盖了哪些行业？

- 钙钛矿太阳能电池制备工序较简单，产业链较短，上游主要是钙钛矿原材料和制造设备；中游以钙钛矿电池制造商为主，钙钛矿电池仍处于试产筹划阶段；下游以光伏和电动车应用为主。

钙钛矿电池全球政策梳理：各国纷纷促进钙钛矿发展

钙钛矿电池是第三代非硅薄膜电池的代表，高转换效率、低成本的优势突出，各国纷纷出台政策促进钙钛矿电池发展，中国政府仅在2022年下半年就已发布三项有关政策，足见其重要性

中国、美国、日本、韩国关于促进钙钛矿技术发展的相关政策、措施，2020-2022年

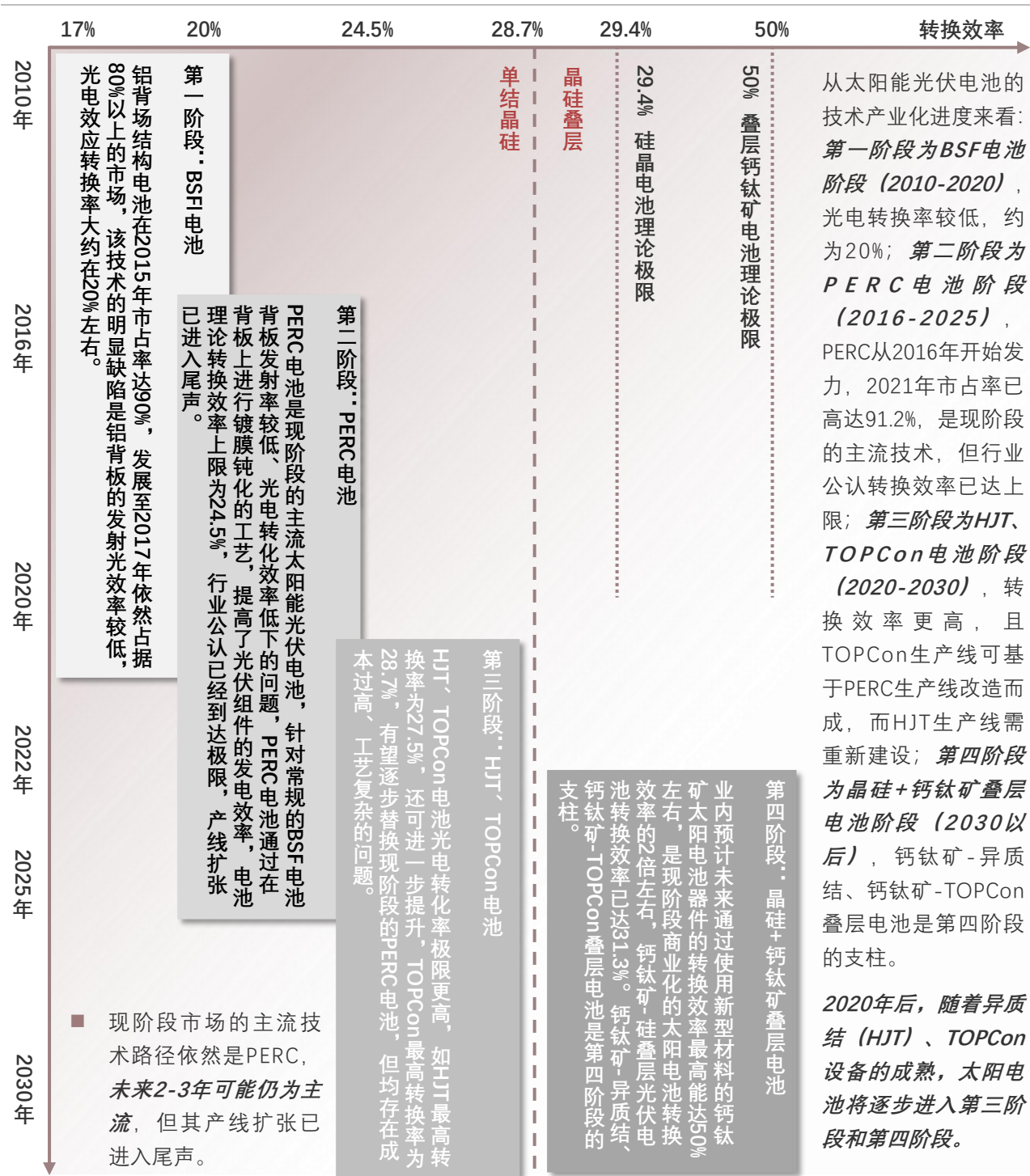
	时间	政策/会议	颁布单位	主要内容
中国	2022-08-29	《加快电力装备绿色低碳创新发展行动计划》	工信部、财政部、商务部等五部门联合印发	发挥重大工程牵引带动作用，鼓励具备基础和条件的地区，积极推进电力装备重点领域技术和产品推广应用。其中，太阳能装备方面，推动TOPCon、HJT、IBC等晶体硅太阳能电池技术和钙钛矿、叠层电池组件技术产业化，开展新型高效低成本光伏电池技术研究和应用，开展智能光伏试点示范和行业应用。
	2022-08-18	《科技支撑碳达峰碳中和实施方案（2022—2030年）》	科技部、发改委、工信部等九部门联合印发	提出到2025年实现重点行业和领域低碳关键核心技术的重大突破；到2030年，进一步研究突破一批碳中和前沿和颠覆性技术。研发高效硅基光伏电池、高效稳定钙钛矿电池等技术，研发碳纤维风机叶片、超大型海上风电机组整机设计制造与安装试验技术、抗台风型海上漂浮式风电机组、漂浮式光伏系统。研发高可靠性、低成本太阳能热发电与热电联产技术，突破高温吸热传热储热关键材料与装备。研发具有高安全性的多用途小型模块化反应堆和超高温气冷堆等技术。开展地热发电、海洋能发电与生物质发电技术研发。
	2022-06-01	《“十四五”可再生能源发展规划》	发改委、国家能源局、财政部等九部门联合印发	加强前瞻性研究，加快可再生能源前沿性、颠覆性开发利用技术攻关。重点开展超大型海上风电机组颜值、高海拔大功率风电机组关键技术研究，开展光伏发电户外实证示范，掌握钙钛矿等新一代高效低成本光伏电池制备及产业化生产技术，突破适用于可再生能源灵活制氢的电解水制氢设备关键技术，研发储备钠离子电池、液态金属电池、固态锂离子电池、金属空气电池、锂硫电池等高能密度储能技术。
	2022-04-02	《“十四五”能源领域科技创新规划》	国家能源局科学技术部	推动钙钛矿光伏电池进行示范试验研究。研制基于溶液法与物理法的钙钛矿电池量产工艺制程设备，开发高可靠性组件级联与封装技术，研发大面积、高效率、高稳定性、环境友好型的钙钛矿电池；开展晶体硅/钙钛矿、钙钛矿/钙钛矿等高效叠层电池制备及产业化生产技术研究。
美国	2022-07-14	拜登-哈里斯政府政策扶持钙钛矿	美国能源部	美国能源部 (DOE) 太阳能技术办公室 (SETO) 宣布了 2022 财年光伏研究与开发 (PVRD) 的资助机会，将为降低成本和供应链漏洞、进一步开发耐用的项目提供2900万美元的资金和可回收太阳能技术，并将钙钛矿光伏 (PV) 技术推向商业化。在2,900万美元中，1,000万美元将由拜登总统的两党基础设施法资助，以增加太阳能技术的再利用和回收。
日本	2021-05-26	《全球变暖对策推进法》	日本国会参议院	提出到2050年实现碳中和，到2050年将温室气体总排放量减少到零。通过开发下一代太阳能电池（钙钛矿太阳能电池）的基础技术，以及为实现产品规模化的各种制造工艺（涂层工艺、电极形成和密封工艺）技术的研发，该项目的目标是实现到2030年，与传统硅太阳能电池相同的电费为14日元/kWh 或更低。
韩国	2020-09-12	针对本国国内太阳能组件行业的新路线图	韩国贸易、工业和能源部	该路线图计划大力投资于高效、昂贵的产品，例如基于串联太阳能电池的面板。根据该文件，韩国国内太阳能制造商和研究机构期望基于硅和钙钛矿的串联太阳能电池技术将成为下一代光伏产品最有希望的候选者。未来五年，约有1,900亿韩元（1.597亿美元）的公共投资将用于串联光伏技术的研究，希望到2023年达到26%的效率，到2030年达到35%的效率。

来源：头豹研究院

太阳能光伏电池技术产业化进程

从太阳能光伏电池技术产业化进度看，现阶段的主流技术路径依然是PERC，未来2-3年可能仍为主流，随着HJT、TOPCon设备的成熟，太阳能电池将逐渐步入第三阶段和第四阶段

太阳能光伏电池技术产业化进度，2010-2030年



来源：头豹研究院

钙钛矿电池核心亮点：性能优势突出

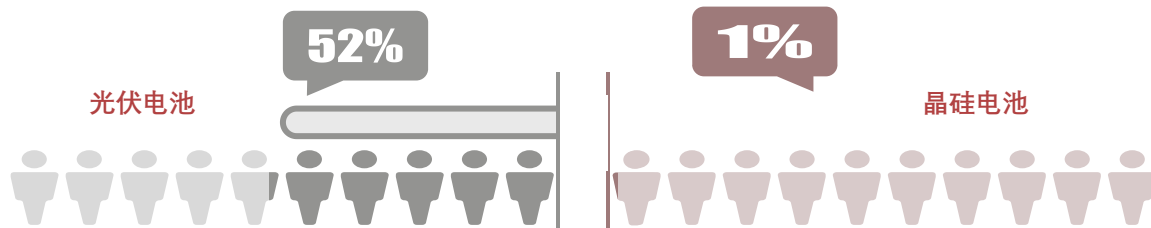
钙钛矿电池极限转换效率优势突出，远高于晶硅、HJT、TOPCon，且其能带间隙可调节，因此可进一步优化性能和拓展应用场景，此外，其有望将弱光充分利用起来进行发电

不同电池结构类型太阳能电池理论极限转换效率对比



- **钙钛矿电池极限转换效率优势突出。**对于晶硅太阳能电池来说，其理论极限转换效率为**29.4%**，普通单晶硅电池在理想状态下转换效率极限为**24.5%**，HJT电池理论极限转换效率为**27.5%**，TOPCon电池理论极限转换效率为**28.7%**。但相比之下，钙钛矿单层电池理论效率极限可达**31%**，晶硅/钙钛矿双节叠层效率可达**35%**，三节层电池理论极限则可跃升至**45%**，且如果在钙钛矿中掺杂新型材料，其转换效率最高可达**50%**。钙钛矿转换效率更高的原因是作为吸收层的钙钛矿禁带宽度为1.5eV左右，吸收波长范围更窄，但吸收系数很大。

光伏电池和晶硅电池在弱光下的发电率对比



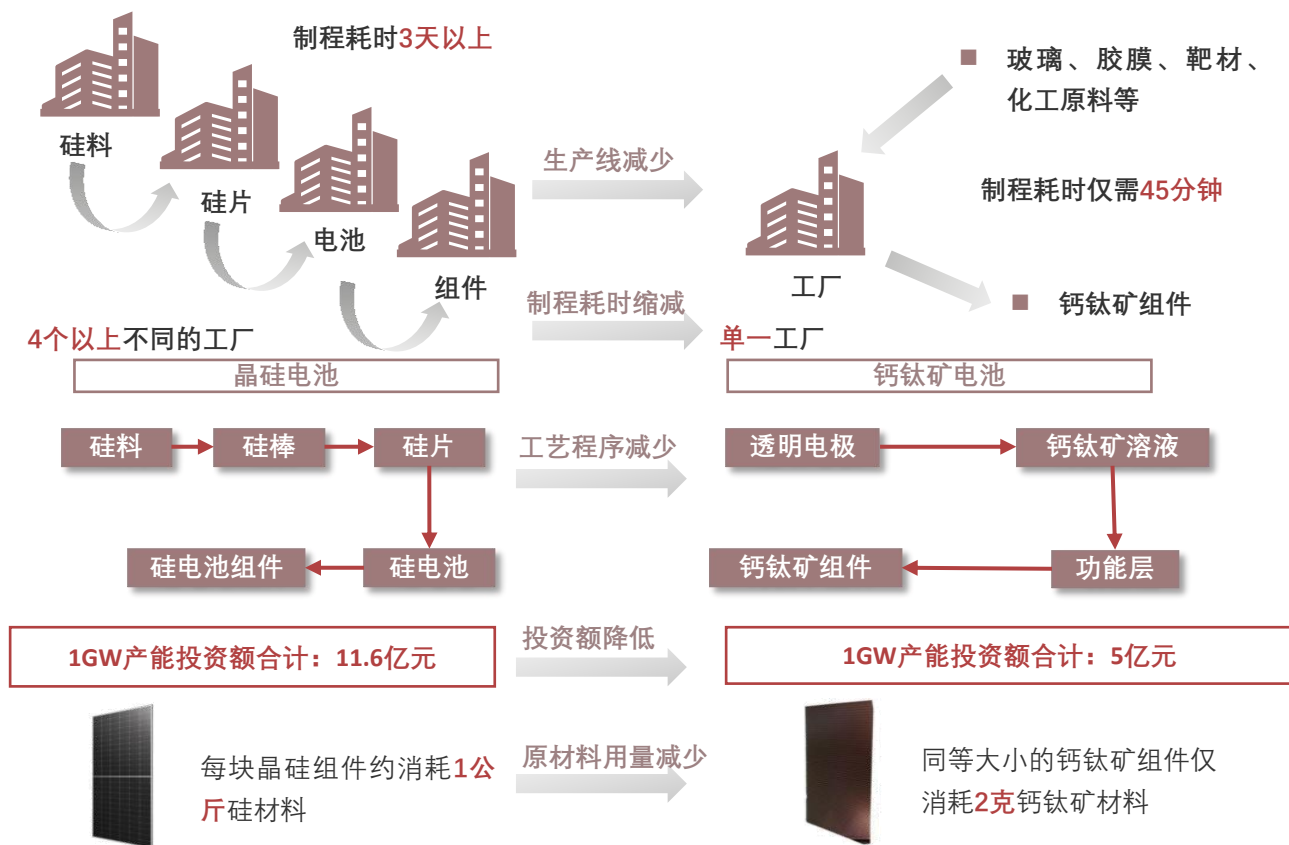
- **钙钛矿电池的弱光性能优势突出。**理论研究表明，光伏电池在弱光下的发电效率与能带间隙有关，在接近2eV带隙时，光伏电池在弱光下的发电效率高达52%，而钙钛矿材料带隙可调、光吸收系数较高，且对杂质不敏感，其在弱光下仍具有突出的光电转换效率，据了解，钙钛矿光伏电池在200Lux的弱光下仍可输出**25%以上**的光电转换效率。相比而言，晶硅的带隙约为1.1eV，离2eV相差甚远，弱光下发电效率极低。钙钛矿优异的弱光性能，**意味着其有望将室内照明的弱光和室外的弱光利用起来进行发电**，这也是钙钛矿光伏与传统硅基光伏一个显著区别。
- **钙钛矿材料能带间隙可调节，较为灵活。**晶硅太阳能电池只有单一的带隙，因此其性能的优化空间和应用场景都十分受限。而钙钛矿材料可以通过调节组分，**使能带间隙在1.4-2.3eV之间调节**，进而衍生出更多的应用。如：将钙钛矿间隙调整至2eV左右，可有效利用弱光进行发电；而将钙钛矿薄膜做成不同颜色或者半透明状态，则可用在质轻的柔性基底实现建筑光伏一体化，即BIPV或BAPV；也可以通过调节间隙将钙钛矿制作成叠层电池，从而使不同波长的光能转化为电能，进一步提高光电转换效率。

来源：头豹研究院

钙钛矿电池核心亮点：成本优势突出

钙钛矿电池的制程耗时仅需45分钟，且仅在单一工厂即可完成组件，且钙钛矿电池产能投资额仅为晶硅的一半，此外钙钛矿原材料对杂质不敏感，容易获得，用量少，成本优势明显

晶硅电池和钙钛矿电池的对比



- 钙钛矿太阳能电池的制程耗时明显减少，一体化工厂大幅降低生产成本。晶硅电池需要至少在四个不同的工厂分别加工硅料、硅片、电池、组件，单位制程至少需要3天以上，同时还需要大量的人力、运输成本等。根据协鑫纳米的数据，钙钛矿太阳能电池的生产流程较为简单，仅需45分钟就可将玻璃、胶膜、靶材、化工原料等在一个工厂内加工成组件，极大地缩短了制程耗时，简化了流程，价值高度集中。
- 钙钛矿电池产能投资额仅为晶硅产能投资额的一半，成本进一步降低。协鑫光电总经理进一步指出，晶硅1GW的产能（包含硅料、硅片、电池、组件）投资额在11.6亿元左右，而协鑫纳米钙钛矿的第一条100MW的设备产线投资在1亿元左右，1GW产能投资额仅为5亿元，是晶硅产能投资的一半，且未来在形成规模量产后，产能投资额将进一步降低。
- 从原材料角度分析，钙钛矿原材料对杂质不敏感且容易获得，用量也大幅减少。晶硅类太阳能电池对硅料纯度要求需达99.9999%，而钙钛矿材料对杂质不敏感，95%纯度以上的钙钛矿即可满足生产使用需求，且原材料为基础化工材料，不含稀有元素，容易获得，因此，钙钛矿电池不存在原材料瓶颈。

来源：协鑫光电、头豹研究院

钙钛矿电池的制约因素

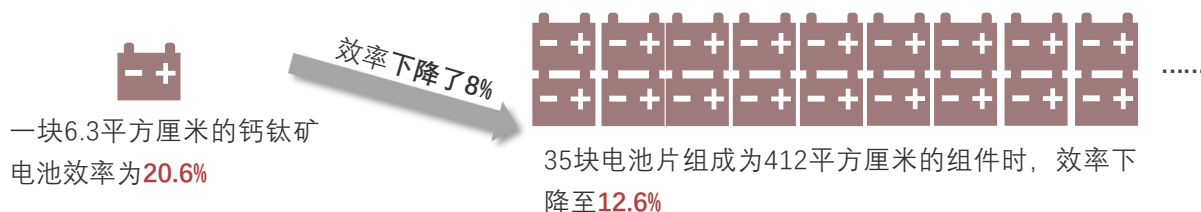
钙钛矿电池具备更高的转换率和更低的成本，因此被寄予厚望，但也存在稳定性差、大面积制备较难以及环境污染等问题，钙钛矿电池还需要时间将各种问题有效解决，加快产业进度

太阳能电池三角模型

完整版登录www.leadleo.com，搜索《2022年中国钙钛矿电池行业概览：获九部门“点名”认可，有望成为下一代光伏技术新路线》

- 钙钛矿电池凭借高转换率和较低成本的优势在商业化应用方面被寄予厚望，但依然有部分因素阻碍其发展，制约整体产业化进度，只有逐步突破制约因素，钙钛矿电池才能实现高质量的发展。
- 稳定性是制约钙钛矿电池发展的主要问题之一。从三角模型可以看出，钙钛矿电池在效率和成本上都领先晶硅电池发展，但钙钛矿的稳定性差，即寿命短，现阶段钙钛矿太阳能电池的T80寿命约为4,000小时，而晶硅电池则有25年以上的寿命，二者差距较大，寿命短使得钙钛矿电池难以进一步发展。钙钛矿电池不稳定的原因主要包括吸湿性、热不稳定性、离子迁移、紫外线、器件测试过程中的光照等。
- 钙钛矿电池面临着大面积制备较难的困境。尽管钙钛矿电池在实验室中获得了较高的光电转换效率，但实际生产工艺中难以达到实验中的标准，因此会受到更多因素的影响，且实验室中制备的钙钛矿电池器件面积都比较小，市场应用则需要面积更大的器件。而大面积器件薄膜的覆盖率、均匀性难以把控，且电阻也会增加，进而增加电池的串联电阻，导致性能下降。

大面积模块的效率远低于小面积，钙钛矿电池面临大面积制备的困境



- 环保问题阻碍钙钛矿电池发展的另一个因素。钙钛矿电池的毒性主要来自内部的铅元素，铅元素一旦泄露会产生严重的环境污染问题，因此国际上很多国家和地区都将铅元素列为禁止使用的材料。研究人员尝试过使用锡来替代铅，但电池的性能也下降了。但相较于晶硅行业用铅量（不能超过**0.1%**）来说，钙钛矿电池用铅量实际更低，不足**0.01%**。

来源：头豹研究院

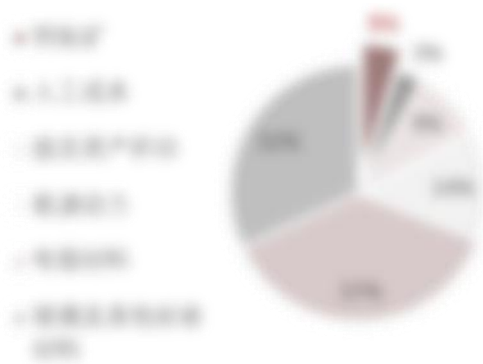
钙钛矿电池产业链全景图

钙钛矿太阳能电池制备工序较简单，产业链较短，上游主要是钙钛矿原材料和制造设备；中游以钙钛矿电池制造商为主，钙钛矿电池仍处于试产筹划阶段；下游以光伏和电动车应用为主

钙钛矿太阳能电池产业链全景图

产业链上游：原材料和设备

钙钛矿组件制造成本结构，2022年



钙钛矿设备

- 根据协鑫光电公布的数据，在钙钛矿单片组件成本结构中，钙钛矿占比仅为5%，用量少且不稀缺。钙钛矿电池制备过程相对较简单，现阶段处于设备工艺验证阶段，本土企业纷纷布局设备端以抢占先机。

产业链中游：钙钛矿电池

完整版登录www.leadleo.com，搜索《2022年中国钙钛矿电池行业概览：获九部门“点名”认可，有望成为下一代光伏技术新路线》

产业链下游：应用场景

光伏产业

单位：亿元

新能源汽车

单位：%

来源：头豹研究院

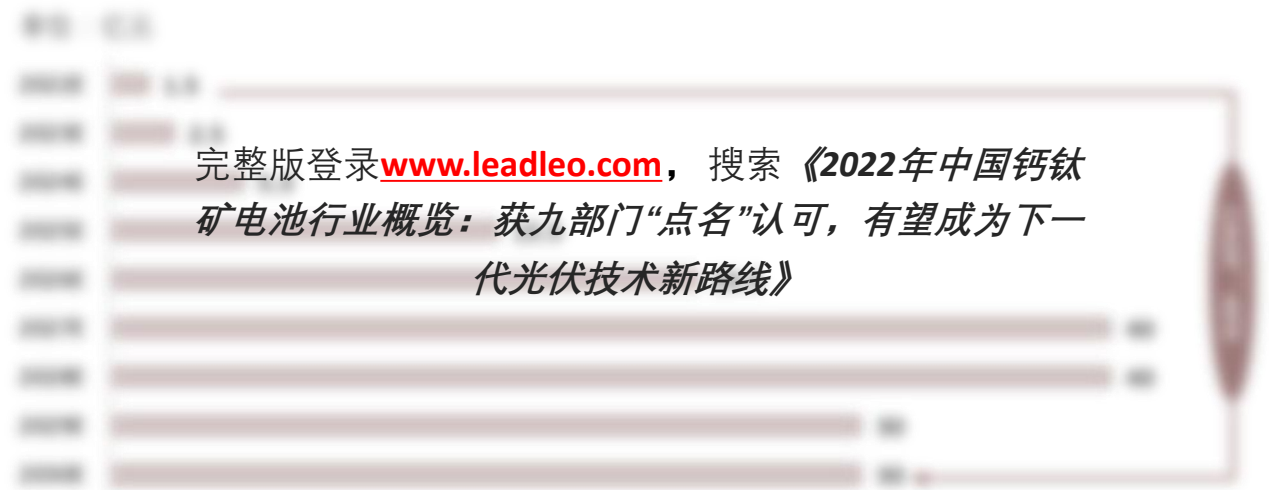
钙钛矿电池市场规模测算

钙钛矿太阳能电池具备高转换效率、低成本、工序简单等优势，且国家政策持续推动其产业化进度，各资本纷纷涌入推动其商业化，预计2022年钙钛矿太阳能电池设备市场规模为 **1.1** 亿元

已公开钙钛矿产能规划企业产能，2022E-2030E

企业名称	2022E	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
协鑫光电	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
隆基绿能	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
通威股份	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
晶科能源	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
阳光电源	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
宁德时代	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
比亚迪	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
亿纬锂能	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
蜂巢能源	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
国轩高科	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
中创新航	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
蜂巢能源	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
其他企业	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
合计	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1

钙钛矿电池设备市场规模测算，2022E-2030E



完整版登录www.leadleo.com，搜索《2022年中国钙钛矿电池行业概览：获九部门“点名”认可，有望成为下一代光伏技术新路线》

- 钙钛矿太阳能尚未实现量产，因此本文将现阶段已经公布其钙钛矿组件产能规划的企业进行汇总，综合其规划产能，并根据其产能规划计划将规划产能分摊至每一年，从而估算出每一年的钙钛矿太阳能规划产能。钙钛矿电池产业化进度加快，相关国产设备将率先受益，根据协鑫光电的数据，协鑫纳米钙钛矿的第一条100MW的设备产线投资在**1亿元**左右，1GW产能投资额仅为**5亿元**。因此，头豹研究院估算2022年中国钙钛矿太阳能电池设备市场规模为 **1.1** 亿元，预计2030年市场规模为 **1.1** 亿元。

来源：头豹研究院



若您期待尽快看到下篇报告或对下篇报告的内容有独到见解，头豹欢迎您加入到此篇报告的研究中。相关咨询，欢迎联系头豹研究院工业行业研究团队
邮箱：sharlin.chen@leadleo.com

完整版研究报告阅读渠道：

- 登录www.leadleo.com，搜索《2022年中国钙钛矿电池行业概览：获九部门“点名”认可，有望成为下一代光伏技术新路线》

了解其他智能网联汽车系列课题，登陆头豹研究院官网搜索查阅：

- 2022年中国自动驾驶场景投资价值分析系列研究白皮书
- 2021年中国自动驾驶芯片行业概览：中国企业竞争力几何
- 2022年自动驾驶场景投资价值分析系列研究报告（八）：自动驾驶场景投资价值综合分析
- 2021年中国自动驾驶细分赛道前景展望分析报告

头豹研究院简介

- ◆ 头豹是中国领先的原创行企研究内容平台和新型企业服务提供商。围绕“协助企业加速资本价值的挖掘、提升、传播”这一核心目标，头豹打造了一系列产品及解决方案，包括：**报告/数据库服务、行企研报定制服务、微估值及微尽调自动化产品、财务顾问服务、PR及IR服务**，以及其他以企业为基础，利用大数据、区块链和人工智能等技术，围绕产业焦点、热点问题，基于丰富案例和海量数据，通过开放合作的增长咨询服务等
- ◆ 头豹致力于以优质商业资源共享研究平台，汇集各界智慧，推动产业健康、有序、可持续发展



备注：数据截止2022.6

四大核心服务

企业服务

为企业提供**定制化报告服务、管理咨询、战略调整**等服务

行业排名、展会宣传

行业峰会策划、**奖项评选、行业白皮书**等服务

云研究院服务

提供**行业分析师外派驻场服务**，平台数据库、报告库及内部研究团队提供技术支持服务

园区规划、产业规划

地方**产业规划、园区企业孵化**服务

报告阅读渠道

头豹官网 —— www.leadleo.com 阅读更多报告

头豹APP/小程序 —— 搜索“头豹”手机可便捷阅读研报

头豹交流群 —— 可添加企业微信13080197867，身份认证后邀您进群

详情咨询



客服电话

400-072-5588



上海

王先生：13611634866

李女士：13061967127



深圳

李先生：13080197867

李女士：18049912451



南京

杨先生：13120628075

唐先生：18014813521