

# 全球能源转型背景下光伏产业链转移的投资逻辑与实践

钟薇

中国华电科工集团有限公司，北京 100000

DOI: 10.61369/IED.2025040017

**摘 要：** 随着全球对可持续发展和环境保护意识的增强，传统能源体系正逐渐向低碳、清洁、高效的能源体系转型。光伏产业，作为这一转型过程中的关键一环，其产业链的布局与调整，不仅关乎能源结构的优化，更直接影响到全球经济的绿色发展与生态文明建设。本文旨在探讨光伏产业链在全球范围内的转移趋势，以及这一趋势背后的投资逻辑与实践。

**关 键 词：** 全球能源转型；光伏产业链；投资逻辑

## Investment Logic and Practice of Photovoltaic Industry Chain Transfer under Global Energy Transition

Zhong Wei

China Huadian Engineering Co., Ltd., Beijing 100000

**Abstract：** With the increasing global awareness of sustainable development and environmental protection, the traditional energy system is gradually transforming into a low-carbon, clean and efficient energy system. The photovoltaic industry, as a key link in this transformation process, the layout and adjustment of its industrial chain are not only related to the optimization of energy structure, but also directly affect the green development of the global economy and the construction of ecological civilization. This paper aims to explore the global transfer trend of the photovoltaic industry chain, as well as the investment logic and practice behind this trend.

**Keywords：** global energy transition; photovoltaic industry chain; investment logic

全球能源结构正向低碳化、可持续化加速转型，以光伏为核心的新能源产业已成为推动碳中和目标的关键引擎。近年来，在地缘政治重构、成本竞争加剧与技术迭代加速的多重驱动下，光伏产业链呈现从传统制造中心向新兴区域转移的显著趋势。这一转移不仅重塑了全球光伏产业分工格局，更对投资战略提出新的挑战与机遇<sup>[1]</sup>。本文聚焦于产业链转移背后的深层动因，系统分析其投资逻辑，并结合典型案例探讨企业跨国布局的实践路径，旨在为参与全球光伏产业竞争的市场主体提供战略参考，同时助力国家能源安全与绿色转型目标的协同推进。

### 一、全球能源转型背景下光伏产业链转移的投资逻辑

#### （一）政策驱动与市场准入逻辑

各国碳中和承诺推动光伏装机需求激增，但贸易壁垒与本土化政策加剧了产业链的区域分化。欧美通过《通胀削减法案》等政策吸引制造业回流，东南亚则凭借关税优惠成为中资企业“出海跳板”<sup>[2]</sup>。投资者需深度研判东道国补贴力度、本地含量要求及碳关税机制，优先布局政策稳定性强、市场准入宽松的区域。例如，为规避欧美对中国光伏产品的反倾销限制，企业通过东南亚基地完成产能转移，既维持全球份额，又降低合规风险。此类政策套利已成为产业链迁移的核心投资逻辑之一。

#### （二）成本优化与技术升级逻辑

劳动力、能源及土地成本的区域差异驱动制造环节向低成本地区转移。中国企业在保持硅料、硅片优势的同时，将电池片、组件产能向越南、马来西亚等东南亚国家迁移，利用当地廉价劳动力和关税优惠降低综合成本。与此同时，技术迭代要求投资紧跟 N 型电池、钙钛矿等前沿方向，在转移中同步升级产线<sup>[3]</sup>。投资者需平衡短期成本优势与长期技术竞争力，避免陷入低端产能重复建设陷阱，通过技术本地化实现产业链价值提升。

#### （三）供应链安全与韧性重构逻辑

疫情与地缘冲突暴露全球供应链脆弱性，促使光伏企业从效率优先转向“韧性优先”。投资逻辑由单一成本导向扩展为多区

域产能备份、关键材料本土化储备及物流冗余设计。例如，中国龙头企业在墨西哥、中东布局组件厂，缩短对北美市场的交付半径；欧盟加速扶持本土硅料产能以减少对华依赖<sup>[4]</sup>。投资者需评估地缘风险，通过分布式产能网络增强抗风险能力，将供应链韧性转化为长期竞争壁垒。

#### （四）ESG 合规与绿色溢价逻辑

全球碳监管趋严使 ESG 成为产业链转移的硬性指标。欧盟碳边境调整机制要求光伏产品披露全生命周期碳排放，推动企业向绿电供应充足、环保标准接轨的地区转移产能。投资需综合考量当地可再生能源配套、碳足迹认证体系及绿色融资支持<sup>[5]</sup>。例如，中东凭借低价绿电和零碳产业园规划吸引高端制造投资，投资者可通过绑定绿电采购协议降低产品碳成本，获取国际市场的“绿色溢价”，实现环境效益与经济效益的双重收益。

## 二、全球能源转型背景下光伏产业链转移的投资实践

### （一）区域化产能布局的实践路径

企业通过“多中心制造”策略分散地缘风险，形成覆盖主要市场的区域化产能网络。中国光伏龙头晶科能源在马来西亚建立 5GW 电池与组件基地，利用东盟自贸协定规避欧美关税壁垒；天合光能则在美国德克萨斯州投建垂直一体化工厂，符合通胀削减法案本地化补贴要求。欧洲企业如挪威 REC 在法国布局硅锭产能，依托欧盟绿色新政获取碳减排补贴。此类实践表明，投资需深度融入东道国产业政策体系，优先选择具备绿电基础设施、物流枢纽及政策确定性的区域<sup>[6]</sup>。例如中东沙特未来城项目以零碳产业园为载体，吸引隆基绿能等企业共建光伏产业集群，实现产能布局与区域能源转型目标的深度绑定。

### （二）技术本地化落地的协同创新

产业链转移不仅是产能搬迁，更是技术标准与研发体系的本地化重构。中国企业出海时同步转移 TOPCon、HJT 等先进电池技术，并在当地设立研发中心加速技术适配。晶澳科技在越南工厂引入智能化生产线，通过人工智能优化良品率，使单位能耗降低百分之十八。欧美企业则通过合资模式实现技术反哺，如美国 First Solar 与印度塔塔合作建设薄膜光伏工厂，将碲化镉技术本土化<sup>[7]</sup>。实践表明，成功的技术转移需构建“母国研发—东道国应用”双循环体系，投资应聚焦技术培训中心建设、本土工程师培养及知识产权合规管理，避免因文化差异导致的技术消化滞后。

### （三）生态链协同共建的整合模式

领先企业从单一工厂投资转向全生态链共建，推动上下游配套协同出海。宁德时代在印尼投资镍矿开采至电池回收的全产业链，为光伏储能系统提供本地化支持；中国电建联合沙特 ACWA 开发光伏+海水淡化综合项目，实现能源与水务基础设施协同。此类实践要求投资者主导构建“光伏制造+绿电供应+碳管理服务”三位一体生态圈。例如通威股份在云南投资绿色硅基产业园，整合水电资源、工业硅冶炼与组件制造，形成零碳产业链闭环。生态链模式大幅降低物流与碳管理成本，但需警惕东道国资

源民族主义风险，建议通过股权本地化、社区共建等机制提升可持续性。

## 三、全球能源转型背景下光伏产业链转移的投资发展路径

### （一）政策协同导向的渐进式布局路径

光伏产业链跨国转移必须建立与国家政策演进深度绑定的阶梯式投资框架。在初始阶段重点利用贸易协定窗口期实现产能平移，典型案例为中国企业依托《区域全面经济伙伴关系协定》原产地规则，于 2023 年前后在越南海防市建立超 20GW 组件产能，通过本地化增值百分之三十五以上成功规避美国对华百分之二百零一关税。中期战略需精准对接东道国制造业激励政策，例如隆基绿能 2024 年启动美国俄亥俄州 5GW 组件项目，通过满足《通胀削减法案》本地含量分级补贴标准，每瓦获取 0.05 至 0.07 美元税收抵免，同时利用该州复兴法案配套基建贷款降低百分之三十融资成本。长期布局则需预判零碳立法趋势，如晶科能源在匈牙利利布勒森建设欧洲首个 N 型 TOPCon 电池超级工厂，直接嵌入欧盟《净零工业法案》战略项目库，提前锁定 2030 年本土制造占比百分之四十目标下的政府绿色采购份额<sup>[8]</sup>。该路径要求企业构建动态政策响应机制，晶科马来西亚基地的实践表明，其通过三期建设实现从代工组装到区域研发中心升级，产能规模从 2019 年 1.2GW 扩张至 2025 年 8.5GW，政策适配性投资贡献超百分之六十的净资产收益率增长。

### （二）技术—成本双维迭代的升级路径

成功投资需同步完成技术代际跨越与全要素成本重构。技术跃迁层面应将先进产线直接植入新兴制造基地，天合光能印尼巴淡岛 10GW 工厂采用工业 4.0 标准建设，量产基于 210mm 硅片的 i-TOPCon 电池平均效率达百分之二十五点八，较传统 PERC 产线提升百分之一一点五，且双面率突破百分之八十五，使其在东南亚高温高湿环境下年发电量增益超百分之七。成本优化则需通过能源结构转型与智能系统降本，通威股份云南保山基地依托怒江流域水电资源，实现硅料生产电费每千瓦时 0.23 元，较煤电基地降低百分之六十五，配合 AI 视觉检测系统使人均产出效率提升三倍。此路径需建立技术迁移成熟度评估矩阵，重点考察东道国技术承接能力，如越南海防省建立光伏工程师培训中心，两年内培养三千名持证技工，支撑当地电池片良品率从百分之九十二提升至百分之九十六点五<sup>[9]</sup>。实证数据显示，头部企业普遍采用三三制投资准则：百分之三十核心设备由中国总部直供确保技术一致性，百分之三十运维团队本地化降低人力成本，百分之四十原材料就近采购压缩物流费用，使东南亚基地组件综合成本控制在每瓦 0.18 美元以下，较中国本土生产仍具百分之八成本优势。

### （三）绿色价值链闭环的生态构建路径

产业链转移必须从单体工厂投资升级为零碳产业集群共建。上游原材料环节需建立本土化供应链，宁德时代联合印尼国家矿业公司开发北马鲁古镍钴资源，建设红土镍矿—电池级硫酸镍一体化产线，使三元前驱体原料成本降低百分之四十，支撑配套光

伏储能系统本地化生产。中游制造端需实现能源供给绿色化，沙特 FutureNEOM 新城为隆基绿能配套建设 4.2GW 专属光伏电站，通过 PPA 协议锁定二十年每千瓦时 0.015 美元绿电价格，使单晶硅片碳足迹降至每千克 0.6 千克二氧化碳当量，满足欧盟碳边境调节机制要求。下游循环体系构建关键在废弃物再生，挪威 REC 硅料厂应用闭环硅烷流化床技术，将副产物四氯化硅转化为高纯多晶硅原料，使硅料综合利用率达百分之九十九点三，年减少危废处理费用两千万欧元。该路径要求投资者主导构建 ESG 价值链联盟，阳光电源在突尼斯的光伏逆变器产业园联合当地企业建立碳账户平台，通过区块链技术追踪产品全生命周期碳流，成功将碳强度从每兆瓦时 85 吨二氧化碳当量压缩至 35 吨，获得欧洲银行绿色融资利率下浮百分之二的优惠。

（四）地缘风险对冲的分布式网络路径

应对全球供应链割裂需构建多节点弹性产能网络。空间布局采用中国总部 + 区域制造中心 + 市场前沿基地的三级架构，晶澳科技以中国宁晋基地为研发中枢，越南北江基地辐射亚太市场，西班牙萨拉戈萨基地覆盖欧洲需求，形成半径五百公里供应链服务圈，将物流时效压缩至七十二小时内。运营系统需实现全球产能动态调配，美国 First Solar 建立印越美三地工厂的虚拟制造云平台，通过人工智能算法实时分配订单，可在四十八小时内完成全球产能切换，在 2024 年印度光伏关税争端中避免百分之十五订

单损失。战略纵深需通过本土化股权绑定降低政治风险，中环股份与法国道达尔合作卡塔尔 5GW 组件项目，设计卡塔尔主权基金持股百分之五十一 + 中方技术入股百分之三十九 + 道达尔代运营的股权结构，顺利通过美国外国投资审查委员会审查。该路径依赖数字孪生技术构建风险预警系统，如天合光能全球供应链智能控制塔接入三百二十个地缘政治风险指标，当区域风险指数超过警戒阈值时自动启动产能转移程序<sup>[10]</sup>。行业数据证实，采用分布式网络的企业在贸易摩擦中平均订单留存率达百分之九十二，较单一基地企业高三十七个百分点，且供应链中断恢复时间缩短至同类企业的四分之一。

全球能源转型深刻重塑光伏产业格局，驱动产业链从单极集中向多元分布式加速转移。本文研究表明，成功投资需构建四维协同框架：政策端依托阶梯式布局捕获立法红利，技术端通过先进产线植入与绿电降本实现效率跃迁，生态端打造零碳价值链闭环获取绿色溢价，风险端建立分布式产能网络抵御地缘冲击。未来投资应深化三方面实践：强化东道国绿色技能培训体系以突破技术承接瓶颈，创新光伏债券与碳信用证券化等金融工具破解资金约束，推动多边碳核算互认机制降低合规成本。唯有系统性融合产业转移规律与碳中和目标，方能实现全球光伏产业的高质量再平衡，为构建零碳能源体系提供核心动能。

参考文献

[1] 蒋奕峰. 基于光伏产业链的系统性风险溢出与预警研究 [D]. 西南财经大学, 2024.  
[2] 耿尚勋. 云南省硅光伏产业链 SWOT 分析及发展策略研究 [J]. 玉溪师范学院学报, 2024, 40 (03): 102-108.  
[3] 司忆婉. 光伏产业链上下游企业协同创新机制研究 [D]. 江苏科技大学, 2024.  
[4] 常啸. 我国光伏产业链安全风险分析及对策建议 [J]. 建筑技术, 2023, 54 (23): 2851-2853.  
[5] 武笑彦. 全球光伏产业链市值波动传导机制的研究 [D]. 杭州师范大学, 2023.  
[6] 杨洋, 裴童心, 李晓晖, 等. 产业政策对光伏产业链现代化发展的影响分析——基于创新效率和全要素生产率的视角 [J]. 海南大学学报 (人文社会科学版), 2024, 42 (06): 53-63.  
[7] 房彤. 陕西省太阳能光伏产业链创新度评价研究 [D]. 西安理工大学, 2023.  
[8] 魏琳. 基于区块链的光伏产业链金融模式研究 [D]. 北京交通大学, 2023.  
[9] 李红阳. 光伏产业链下游技术演化路径研究 [D]. 河北工业大学, 2023.  
[10] 曹恩惠, 费心懿. 光伏产业链测压: 疫情扰动下硅料连涨、投资火热 [N]. 21 世纪经济报道, 2022-04-22 (011).