

doi: 10.20237/j.issn.1007-7545.2025.06.003

中国光伏产业政策、市场趋势及发展对策建议

谢宇斌, 牟思宇, 王绛

(国务院国资委研究中心, 北京 100053)

摘要: 在全球能源转型加速推进的背景下, 传统化石能源引发的环境负外部性问题日益凸显, 推动可再生能源发展已成为全球共识。中国光伏产业经过十余年发展, 已在技术研发、市场规模、出口体量等维度确立全球引领地位, 但当前正经历从高速增长向波动调整的结构转变。通过梳理我国光伏产业政策演进路径, 结合市场供需格局与技术发展现状, 系统分析产业面临的四大挑战: 产能过剩引发低价竞争、技术迭代导致资产减值风险、地缘政治加剧海外市场拓展困境, 以及消纳并网存在体制机制障碍。对此, 针对性提出四方面对策建议: 优化产业结构化解过剩产能、强化技术创新投入降低迭代风险、实施多元化战略拓展国际市场、完善电力系统提升消纳能力。

关键词: 中国光伏产业; 产业政策; 产业现状; 市场趋势; 对策建议

中图分类号: TB34 **文献标志码:** A **文章编号:** 1007-7545(2025)06-0023-12

China's Photovoltaic Industry Policy, Market Trends, and Development Strategies and Suggestions

XIE Yubin, MOU Siyu, WANG Jiang

(Research Centre of State-owned Assets Supervision and Administration Commission of the State Council, Beijing 100053, China)

Abstract: The Chinese photovoltaic (PV) industry has emerged as a global leader in renewable energy over the past decade, driven by significant technological advancements and supportive government policies. However, the industry now faces several critical challenges, including overcapacity, rapid technological iteration, geopolitical tensions, and institutional barriers to grid integration. This study provides a comprehensive analysis of the policy trajectory, market dynamics, and technological advancements in China's PV industry, aiming to offer actionable recommendations for sustainable development. The policy evolution of China's PV industry can be divided into three distinct phases: the subsidy-driven period (2009–2018), the adjustment and transformation period (2019–2020), and the market-led period (2021–present). During the subsidy-driven phase, policies such as the “Golden Sun” program and feed-in tariffs significantly stimulate market growth and technological commercialization. However, this phase also leads to issues such as subsidy arrears and overcapacity. The adjustment and transformation period sees policy shifts aimed at addressing these challenges through market-oriented mechanisms, including competitive bidding for project approvals and the gradual reduction of subsidies. The current market-led phase is characterized by policies that promote large-scale distributed PV development, green certificate trading, and the construction of large-scale renewable energy bases, all of which are designed to enhance market competitiveness and sustainability. The analysis reveals several key findings. Despite significant achievements in technological innovation, market size,

收稿日期: 2025-03-21

作者简介: 谢宇斌(1992—), 男, 硕士研究生, 助理研究员

通信作者: 牟思宇(1994—), 女, 博士研究生, 高级经济师

王绛(1967—), 男, 硕士研究生, 正高级经济师

and export volume, the PV industry is currently undergoing a structural transition from rapid expansion to periodic adjustments. Overcapacity has led to intense price competition and market instability, while rapid technological iterations have caused asset impairment risks. Geopolitical tensions and trade barriers, such as tariffs and technical standards, have impeded overseas market expansion. Furthermore, institutional barriers in grid integration and consumption mechanisms pose significant challenges for accommodating the intermittent nature of PV power and integrating distributed PV systems into the existing grid infrastructure. To address these challenges and ensure the industry's sustainable development, a multifaceted approach is necessary. First, optimizing the industrial structure to address overcapacity involves raising industry entry barriers, encouraging technological upgrades, and promoting market-oriented resource allocation. Second, enhancing R & D investment to mitigate technological iteration risks is essential. This includes establishing collaborative innovation chains involving academia, industry, and government to accelerate the commercialization of new technologies and improve the industry's overall technological competitiveness. Third, implementing diversified strategies to expand global markets requires Chinese PV companies to focus on emerging markets, adopt localization strategies, and strengthen international cooperation to navigate trade barriers and geopolitical tensions. Finally, improving power systems to enhance grid integration capacity necessitates the development of advanced grid technologies, flexible market mechanisms, and supportive policies that facilitate the large-scale integration of PV power into the existing grid infrastructure. The research concludes that the sustainable development of China's PV industry hinges on the effective implementation of these policy recommendations. By addressing overcapacity, technological risks, international market challenges, and grid integration issues, China's PV industry can transition from a scale-driven model to one characterized by high-quality, sustainable growth. This transition will not only strengthen China's position as a global leader in renewable energy but also contribute significantly to the global energy transition and the fight against climate change. Future research should focus on the continuous monitoring of policy impacts, technological advancements, and market dynamics to ensure the industry's long-term competitiveness and sustainability. In addition to these findings, the study highlights the importance of continuous policy adaptation and market-oriented reforms in driving the PV industry's evolution. The need for innovation in technology, market strategies, and policy frameworks is underscored to ensure the industry's long-term competitiveness and sustainability. The research also emphasizes the role of collaborative efforts between academia, industry, and government in accelerating the commercialization of new technologies and improving the industry's overall technological competitiveness. The study provides valuable insights into the challenges and opportunities facing China's PV industry and offers actionable recommendations for policymakers, industry stakeholders, and researchers.

Key words: China's photovoltaic industry; industrial policy; current state of industry; market trends; policy recommendations

在全球能源转型持续推进的大背景下,化石能源大规模应用引发的环境问题日益严峻,发展可再生能源已成为世界各国的普遍共识。光伏产业在我国构建新型能源体系、实现清洁绿色发展的进程中扮演着重要角色。近年来我国光伏产业成果显著,在能源转型进程中占据重要地位。回顾过去几十年,中国光伏产业实现了从无到有、从小到大、从弱到强的跨越式发展。如今,我国已成为全球最大的光伏制造国和应用市场,主要产品产量稳居世界第一,产业链各环节技术和生产效率均达到国际领先水平。光伏产业的快速发展优化了国内能源供应结构,有力推动了可

持续发展,还为全球能源绿色转型贡献了中国力量。深入研究中国光伏产业政策、市场趋势及发展对策,有助于学者和企业界精准把握政策导向,为企业制定战略规划以及政府完善政策体系提供依据。

1 光伏产业政策:动态调控下的阶段适配与结构升级

1.1 政策演进历程:从补贴驱动到市场自驱的阶段变迁

阶段一:补贴驱动期(2009—2018年)

2009年前后,中国光伏产业正处于从技术引进

向规模化生产的转型阶段,受限于生产工艺落后、技术转化效率低等问题,产业链整体生产成本较高,国内市场渗透率不足5%^[1],产业发展严重依赖政策外力支撑。为破解市场启动困境、加速技术商业化进程,财政部、科技部及国家能源局于2009年联合推出《关于加快推进太阳能光电建筑应用的实施意见》,通过“金太阳工程”对光伏建筑一体化项目提供最高50%的初装补贴;2011年国家发展改革委颁布《关于完善太阳能光伏发电上网电价政策的通知》,首次按光照资源区划定四类标杆电价(0.75~1.15元/kWh),以固定上网电价制度激发投资热情。

阶段二:调整转型期(2018—2020)

2018年前后,中国光伏产业发展陷入双重困局。一方面,存量项目补贴拖欠规模已超3 242亿元,约60%的已并网项目面临补贴延迟发放,企业应收账款周期普遍延长至18个月以上,中小企业现金流几近枯竭^[2];另一方面,尽管硅料、组件产能利用率不足50%,部分地方政府仍通过税收优惠、土地补贴等隐性手段变相支持低效产能续存,结构性过剩矛盾未根本缓解^[3]。在此背景下,中央政策目标从“规模扩张”转向“提质增效”,力图通过市场化机制化解补贴拖欠风险、重构产业竞争秩序。2018年5月,财政部、国家发展改革委、国家能源局联合发布《关于2018年光伏发电有关事项的通知》(“531新政”)^[4],紧急叫停普通地面电站国家补贴指标审批,将分布式光伏补贴标准下调0.05元/kWh,并首次明确“除光伏扶贫、户用光伏外,其余项目全部通过竞价配置新增规模”。2019年4月,国家发展改革委出台《关于完善光伏发电上网电价机制有关问题的通知》,确立三类资源区标杆电价(0.4、0.45、0.55元/kWh),要求新增光伏项目按“修正电价=申报电价-消纳成本”参与全国竞价排序,价低者优先获得开发权^[5]。

阶段三:市场化主导期(2021年至今)

经过2018—2020年的政策调整与产业重构,中国光伏产业初步完成技术升级与结构优化的战略转型^[6]。为深化市场化改革进程,中央多部门协同推出系列政策工具:国家发展改革委牵头实施整县推进分布式光伏开发战略,构建“央企+地方政府+用户侧”三维联动模式,通过规模化开发显著降低非技术成本,推动分布式光伏从零散安装向县域统筹转型^[7];财政部联合国家能源局建立绿证交易与可再生能源配额制协同机制,形成“证电分离”的市场化消纳体系,使清洁能源的环境价值首次实现资产化流

转,为企业开辟补贴政策退坡后的新收益路径^[8];国家发展改革委同步启动风光大基地规划,以沙漠戈壁荒漠地区为重点,开创性提出“集中式外送基地+分布式就地消纳”的立体开发架构,有效破解土地资源约束与电网消纳瓶颈^[9]。这三重政策突破与前期技术积累形成共振效应,推动产业从“政策驱动”向“市场自驱”的实质性跨越。

总体来看,中国光伏产业政策演进历经“补贴驱动—调整转型—市场自驱”的三重跃迁,这一政策演进轨迹既体现了“规模扩张—质量提升—系统优化”的产业成长逻辑,也折射出中国新能源治理从行政推动向市场配置转型的深层范式变革,为后续构建新型电力系统提供了重要政策实践基础。

1.2 现行政策体系:多维政策工具组合的治理框架

当前,中国光伏产业已进入“规模优势巩固期”与“技术迭代攻坚期”叠加的新常态。一方面,中国光伏制造环节全球市场份额超70%,多晶硅、硅片、电池片及组件四大主链产能占比分别达85%、97%、88%与81%,成本优势显著^[10];另一方面,结构性矛盾日益凸显,P型PERC电池的产能利用率持续低于60%,西北地区弃光率仍高于5%,多重挑战对产业可持续发展构成系统性威胁^[11]。在此背景下,政策目标从“规模扩张”转向“质量效能提升”。

1) 财政政策

产业发展初期,初装补贴虽快速扩张市场规模,但导致低效产能泛滥与3 000亿元补贴拖欠风险,财政部、国家发展改革委、国家能源局于2020年联合出台《关于促进非水可再生能源发电健康发展的若干意见》,推动补贴模式由初装补贴转向发电量奖励,至2023年分布式光伏补贴降至0.03元/kWh(降幅93%),通过“总量控制+逐年退坡”倒逼企业从争补贴转向提效率^[12]。针对技术迭代压力,财政部与税务总局基于2021年修订的《企业所得税法实施条例》,对高新技术光伏企业实施15%优惠税率,并允许关键设备投资按150%加速折旧,有效缓解头部企业研发占比超5%的成本压力^[13]。为应对钙钛矿等颠覆性技术长周期研发风险,工信部与财政部于2023年设立规模达120亿元的国家级光伏技术创新基金,重点支持TOPCon量产工艺优化与钙钛矿中试验证,已推动钙钛矿实验室效率突破28%并建成3条百兆瓦级中试线^[14]。这一系列工具组合形成“退坡减压—激励增效—攻坚筑基”的复合调控网络,系统诠释了“有效市场”与“有为政府”的动态平衡逻辑。

2) 市场机制

电力市场化改革滞后,导致光伏电力长期面临“保量不保价”困境。西北地区曾出现超10%弃光率,其环境溢价长期未纳入交易体系。通过建立全国统一绿电交易平台,首次将光伏发电环境价值量化为0.08元/kWh交易溢价,推动江苏、广东等试点省份项目内部收益率提升1.5个百分点,实现“电—碳”双重价值转型^[15]。针对光伏时段性与电网负荷错配问题,国家发展改革委于2022年出台《关于加快推进电力现货市场建设的指导意见》,在浙江、山西等14省区启动现货市场连续结算试运行,通过4:1峰谷价差形成分时电价机制^[16]。2023年浙江试点区域工商业储能装机同比增长240%,午间弃光率从12%降至4%,验证了价格信号对源网荷储协同的调节作用。同时,生态环境部2023年发布《全国碳排放权交易市场扩容实施方案》,明确2025年将光伏CCER项目纳入碳市场,按每兆瓦时光伏发电量核证0.8 t二氧化碳减排量,通过市场机制贯通能源转型与气候治理,为全球新能源制度创新提供中国方案^[17]。这种制度设计彰显了中央通过市场机制贯通“能源转型—气候治理—生态保护”的政策意图,为全球新能源制度创新贡献中国范式。

3) 技术创新

在技术创新层面,现行光伏产业政策以突破技术代际壁垒、构建自主标准体系为核心目标,形成“研发扶持—专利布局—标准输出”的立体攻关框架。针对N型TOPCon、HJT等高效电池技术迭代关键期的高研发投入和中试风险,工信部于2022年发布《光伏制造行业规范条件(升级版)》,设立专项补贴对量产效率突破25%的项目最高资助2亿元,并与财政部联合将资金拨付与专利产出、设备国产化率挂钩^[18]。该政策直接推动晶科能源建成全球首条35 GW TOPCon量产线(效率25.8%),使N型技术渗透率从15%跃升至40%。同期,国家知识产权局2021年启动光伏专利导航工程,构建覆盖56个技术分支的全球专利池,通过交叉许可机制降低维权成本,至2023年中国光伏专利授权量达4.8万件(占全球65%),核心领域占比超80%,助力企业在欧美“337调查”中胜诉率提升至72%^[19]。为破除国际标准技术壁垒,国家能源局联合市场监管总局于2020年实施“标准国际化跃升工程”,主导修订IEC 61215标准新增12项中国特色指标,使双面组件出口认证成本下降30%,欧洲市占率提升至65%^[20]。三大政策协同作用下,

2023年中国光伏技术出口许可收入突破80亿美元,自主创新生态成为全球规则变革的核心驱动力。

4) 产业规制

光伏产业规制政策以“技术准入升级、用地结构优化、碳排放双控”为治理核心,形成监管闭环。在产能治理方面,工信部2024年修订《光伏制造行业规范条件》,将新建项目电池量产效率下限设定为25.5%(对应N型技术基准),要求P型PERC扩产项目能效较国标提升15%,同步实施备案冻结与信贷约束,使低效产能立项同比减少67%^[21]。针对耕地“非粮化”问题,自然资源部联合农业农村部于2023年印发《关于严格管控光伏复合项目用地的通知》,划定“三区四线”空间管制要求,通过卫星遥感监测累计清退违规项目2.4 GW^[22]。在碳减排领域,生态环境部2023年发布《多晶硅行业清洁生产评价指标体系》,设定单位产品综合能耗 ≤ 6 tce/kt的强制标准,对超标企业实施阶梯电价与排污权核减,推动头部企业能耗降至5.5 tce/kt,年减排二氧化碳超18 000 kt^[23]。该规制体系通过技术门槛过滤、空间布局优化、生产过程碳约束的协同实施,推动光伏产业向技术密集型、土地集约型、气候友好型深度转型。三大规制工具形成了全过程管控闭环,这标志着光伏产业治理从规模优先转向“技术先进性、生态兼容性、发展可持续性”三位一体的新型范式。

2 光伏产业现状:规模优势、技术突破与集群效应共同构建全球领先地位

2.1 发展现状:规模、技术与集群化三重优势凸显

当前,中国光伏产业已发展成为全球光伏领域的中流砥柱,在产业规模与集群化发展等方面形成显著竞争优势。根据工信部公开数据,2024年,我国多晶硅产量超182万t,硅片产量达753 GW,电池片产量达654 GW,组件产量达588 GW,各环节产量增幅明显,有效满足了全球光伏市场需求(表1)。市场集中度方面,2023年全球光伏组件产能前十企业均为中国本土企业,合计占据全球约70%市场份额(表2),凸显中国企业在全球供应链中的绝对主导地位。从产业格局上看,集群化发展特征突出。江苏、浙江、安徽、山东等省份依托既有产业基础与政策引导,形成具有全球竞争力的光伏产业集群。其中,江苏省凭借长江下游港口物流优势,构建起涵盖硅料

表1 近十年我国光伏产业链主要环节产量情况

Table 1 Production status of key segments in China's PV industry chain over the past decade

年份	多晶硅/kt	硅片/GW	电池片/GW	组件/GW
2015	165	48	41	45
2016	194	63	49	53
2017	242	87	68	76
2018	259	109.2	87.2	85.7
2019	342	134.6	108.6	98.6
2020	396	161	135	124.6
2021	505	227	198	182
2022	827	357	318	288.7
2023	1 430	622	545	499
2024	1 820	753	654	588

数据来源:中国光伏行业协会(CPIA)、国家统计局公开报告、工信部及企业年报。

表2 2023年全球光伏组件产能排名前十企业

Table 2 2023 Global photovoltaic module shipment rankings of top 10 enterprises

2023 出货排名	企业	2023年组件出货量/GW	2024年组件出货量预估/GW
1	晶科能源	78.52	92
2	隆基绿能	67.52	76~80
3	天合光能	65.21	70
4	晶澳科技	57.094	77~78
5	通威股份	31.11	46~48
6	阿特斯	30.7	31
7	正泰新能	>28	40.2
8	东方日升	18.99	>25
9	一道新能	18~20	约20
10	协鑫集成	16.42	25.3

数据来源:2023年数据源自各企业年报或公开数据;2024年出货数据尚未公示,取自上市公司公告或光伏资讯(PV-info)团队调研,供参考。

提纯、硅片切割、电池制造、组件封装的完整产业体系,组件产能占全国比重超45%^[24],成为全国最重要的光伏制造基地。

2.2 供需格局:补贴政策退坡与产能扩张双向挤压

当前中国光伏产业供需格局呈现“产能持续扩张”与“需求增速趋缓”并存的非对称特征。从供给端来看,在政策激励与技术迭代的双重驱动下,全产业链产能不断扩张。2024年多晶硅、硅片、电池片及组件产量分别达182万t、753GW、654GW与588GW,近五年年均增速超35%^[25]。然而,产能增速远超过市场需求增长,2023年全球光伏新增装机约350GW,而中国光伏制造业产能突破了600GW,产能利用率从2020年的85%降至2024年的62%^[26]。在需求端,国内市场在“双碳”目标的推动下,2024年1—9月光伏新增装机同比增长48.3%,分布式光伏占比提升至65%。海外市场虽也保持增长,但欧美地区的

“双反”关税、碳足迹认证等贸易壁垒导致中国组件出口受阻,增速从2022年的56%回落至2024年的22%^[27]。

与此同时,补贴政策退坡进一步加剧市场调节压力,2023年地面电站补贴取消后,企业投标电价较基准电价下浮超15%,部分项目内部收益率跌破6%的行业警戒线^[28]。但产能扩张惯性仍在延续,2024年头部企业规划新增N型产能超200GW,技术替代周期缩短至18个月,行业面临“旧产能未出清、新产能已过剩”的风险。

2.3 发展趋势:技术演进驱动下的效率突破、成本优化与跨领域系统集成

当前光伏技术迭代呈现效率突破、降本加速与系统融合三重特征。在电池技术领域,基于N型硅片的TOPCon电池通过隧穿氧化层钝化接触结构,将量产平均效率提升至25.5%,较传统PERC电池高1.5个百分点^[29]。背接触(BC)电池通过全背面电极设计消除正面栅线遮光损失,实验室效率突破27%,隆基绿能HBC技术实现27.09%的转换效率,为规模化应用奠定了坚实基础。在成本优化方面, TOPCon非硅成本已降至0.18元/W,较2022年下降28%,硅片薄片化(厚度从160μm减至110μm)与银浆耗量降低(单片用量<12mg)推动全产业链降本。设备国产化率提升至95%,使得1GW TOPCon产线投资降至1.2亿元,较进口设备时代下降60%,驱动光伏电价进入0.2元/kWh时代^[30]。

技术突破正推动光伏从单一发电设备向能源系统核心节点升级。通过“光伏+储能”智能调控系统,华为数字能源实现光储充一体化电站效率提升15%;虚拟电厂技术聚合分布式光伏参与电网调峰,2023年国家电投江苏试点项目调节能力达2GW^[31]。产业边界加速拓展,通威股份等企业依托高效组件技术布局氢能电解槽装备,阳光电源开发光储氢协同控制系统,推动新能源全链条价值重塑^[32]。2024年光伏在综合能源服务市场的渗透率预计达35%,产业竞争范式从“制造能力”向“系统解决方案能力”跃迁^[33]。

3 产业发展挑战:面临内外多重困境

3.1 产能困局:供需失衡引致价格竞争激化

近年来,中国光伏产业产能呈现迅猛扩张态势。在市场需求增长以及政策支持的双重推动下,企业积极加大投资力度,促使多晶硅、硅片、电池片、组件等产品产量同比实现大幅增长。然而,市场需求的

增长相对稳定,这使得产能过剩问题逐渐凸显。在供需失衡的行业格局下,光伏产品市场的价格竞争异常激烈。企业为争夺市场份额纷纷采取降价策略,直接导致行业平均利润下滑。多晶硅料、硅片、电池、组件价格均出现大幅下跌(图1~4),企业利润空间受到严重挤压。以2024年上半年为例,由于光伏产品价格降幅远超产量增幅,光伏制造端产值显著回落。

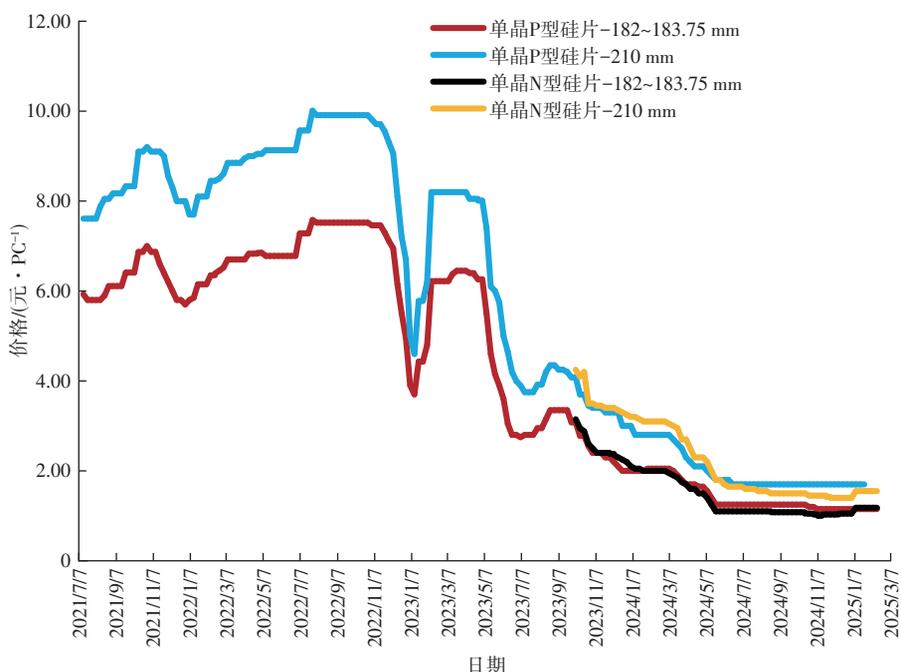
除影响经济效益外,激烈的价格竞争还引发一系列负面影响。部分企业受短期利益驱动,为降低成本不惜采用不良手段,忽视产品质量,这严重损害了行业声誉,对行业可持续发展构成威胁。同时,价格竞争导致企业资金链紧张,中小企业更是面临破产倒闭风险,进而造成行业资源浪费,加剧了市场的不稳定性。



数据来源: PV InfoLink(<https://www.infoLink-group.com/index/cn/>)。

图1 近年来硅料价格走势

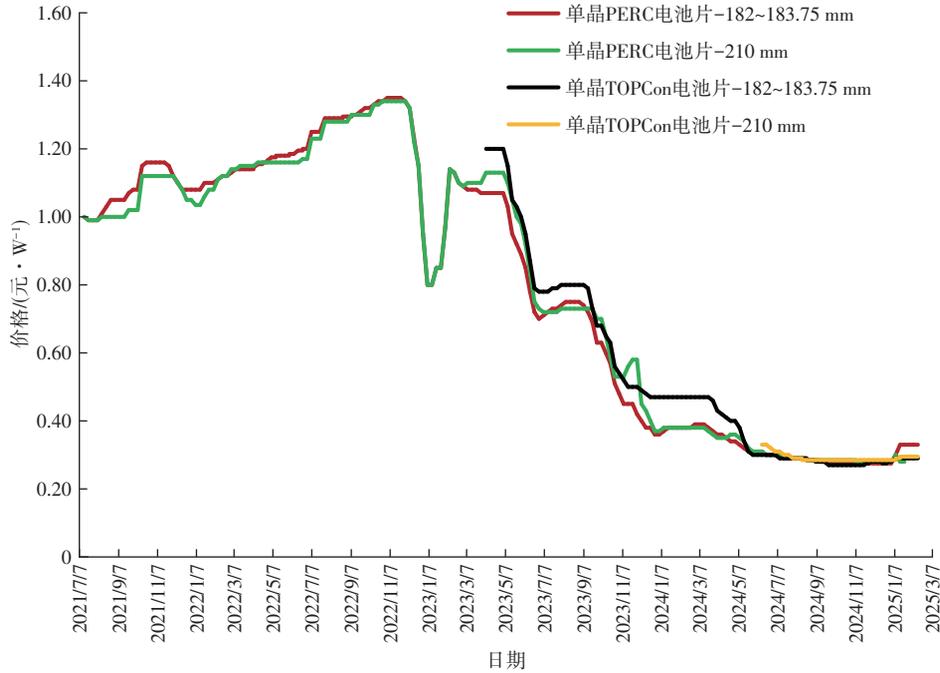
Fig. 1 Trend chart of polysilicon prices in recent years



数据来源: PV InfoLink(<https://www.infoLink-group.com/index/cn/>)。

图2 近年来硅片价格走势

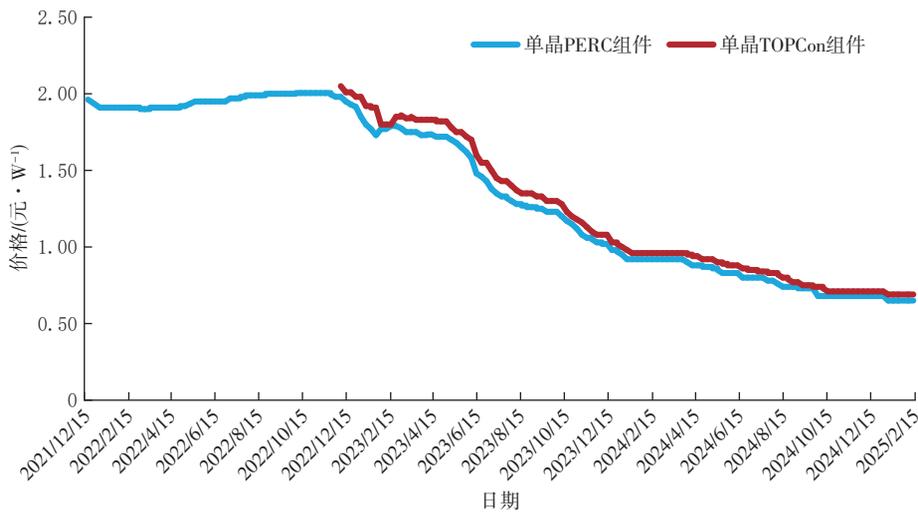
Fig. 2 Trend chart of silicon wafer prices



数据来源: PV InfoLink(<https://www.infolink-group.com/index/cn/>)。

图3 近年来电池片价格走势

Fig. 3 Trend chart of solar cell prices in recent years



数据来源: PV InfoLink(<https://www.infolink-group.com/index/cn/>)。

图4 近年来组件价格趋势图

Fig. 4 Trend chart of photovoltaic module prices in recent years

3.2 技术风险: 技术快速迭代触发资产减值

光伏产业技术迭代速度极为迅猛,在短短数年间完成了从传统P型电池向N型电池的技术跃迁。这一巨大变革既为产业发展开辟了新路径,也给企业带来资产减值等一系列挑战。从技术演进路径来看,N型电池技术凭借高转换效率和出色的稳定性,逐步确立了市场主体地位,而P型PERC电池因转换效率逼近理论极限,市场份额持续遭到挤压,正逐步退出

主流应用市场^[34]。这种技术替代效应直接导致企业前期针对P型电池技术投入的大量资金及设备出现贬值,需通过资产减值处理调整账面价值,进而对企业财务健康度产生显著影响。技术快速迭代还极大增加了企业的投资风险。为维持市场竞争力,企业需持续投入巨资进行技术研发与设备升级,但技术从实验室研发到商业化应用充满不确定性,一旦研发失败或市场推广受阻,企业将遭受严重的资产损失。

此外,企业技术转型可能面临大规模资本支出、研发专业人才不足、市场接受存在时滞等阻碍,部分中小企业因无法承受转型成本而面临市场出清风险。

3.3 贸易挑战:国际贸易壁垒升级制约海外市场扩张

随着产业竞争格局的深度调整,我国光伏产业在海外拓展过程中遭遇的贸易保护主义措施呈现多元化、常态化趋势。美国自2011年对中国输美光伏产品发起首轮“双反”调查以来,持续通过关税工具构建市场准入屏障,如2022年启动对东南亚光伏产品的“反规避”调查,2024年9月将中国光伏组件关税从25%提高到50%,直接削弱国产光伏产品在北美市场的价格竞争力。欧盟作为全球重要光伏市场,其“双反”措施经过多次延期,配合碳关税机制的渐进实施,给中国光伏企业在欧洲发展带来巨大压力^[35]。印度自2022年4月起对进口光伏组件和电池分别征收40%和25%的基本关税,使中国光伏产品在南亚市场失去价格优势。除关税壁垒,非关税壁垒呈现技术性贸易措施升级态势。韩国等通过碳足迹认证体系构建新型贸易屏障,要求进口光伏产品提供产业链全生命周期碳排放数据;德国等则实施差异化技术标准,在并网性能、安全认证等方面设置高于国际标准的准入门槛,增加中国光伏产品进入难度^[36]。

中国光伏企业在海外拓展中还面临制度性差异与文化适应性障碍等多重挑战。在制度层面,各国可再生能源政策存在显著差异,补贴政策退坡机制、土地审批流程、环保合规要求等制度变量增加了投资决策的不确定性。文化差异导致的商业习惯冲突更为隐性,均对企业本地化运营能力提出更高要求。

3.4 并网瓶颈:消纳瓶颈与电网运行失稳制约光伏高效利用

中国光伏产业高速发展背景下,电力系统消纳能力与并网接入技术瓶颈日益凸显,成为制约产业可持续发展的关键因素。一方面,光伏发电的波动性和间歇性对电力系统消纳能力提出严峻挑战。首先,光伏发电受光照条件制约,具有明显的昼夜和季节性波动特征,高峰时段发电量易超出电网消纳能力,导致“弃光”现象频发;低谷时段则难以满足电力需求,威胁系统运行稳定性。其次,区域性结构矛盾突出,西北地区虽光照资源丰富,但受本地消纳能力不足、跨区输电通道建设滞后等限制,大量光伏电力无法有效输送至负荷中心,造成资源浪费。此外,现行电力

市场机制缺乏灵活的价格信号与需求侧响应激励机制,难以引导用户用电行为与光伏发电特性匹配,进一步加剧了消纳难题。另一方面,分布式光伏大规模接入对电网运行模式造成冲击。技术层面,高渗透率场景下光伏发电过剩易引发功率倒送与过电压问题,低渗透率场景可能导致低电压并影响供电质量。规划层面,现有电网架构与新能源大规模接入需求存在适应性矛盾,需统筹技术可行性、经济性和管理协调性等多维度因素,但当前技术标准体系和协同规划机制尚未完善。设备层面,分布式光伏设备质量参差不齐,部分低性能设备加剧并网调试难度,增加系统运行风险。

4 产业发展建议:推进系统优化与多维突破

4.1 优化产业结构:全链协同治理,构建低效产能出清机制

政府部门应通过完善产业政策与提高行业准入门槛实现结构性调整。在新建项目审批环节,需建立多维评估体系,重点考察企业技术水平、环保达标率、资源利用效率等关键指标,强调要求新建光伏制造项目采用国际先进生产工艺,确保能耗与污染物排放达到行业领先水平,从源头上遏制低水平重复建设。

行业协会应发挥平台枢纽作用。构建动态信息监测系统,定期发布产能利用率、市场需求指数及价格波动趋势等关键数据,为投资决策提供数据支撑。组织制定行业自律公约,规范企业扩产行为,建立产能预警机制。探索产能优化合作模式,引导过剩产能企业通过技术授权、设备共享等市场化方式实现资源再配置。

光伏企业需建立科学决策体系,强化市场预判与风险评估能力。通过整合大数据分析市场调研,精准把握供需变化趋势,规避非理性投资风险。重点推进产品结构升级,加大高端、差异化产品研发投入,如开发适配分布式场景的高效轻质光伏组件等创新产品,通过提升产品附加值突破同质化竞争困局。

4.2 加大创新投入:构建研发-转化-保护协同的技术跃迁体系

企业需建立研发投入持续增长机制,将技术创新纳入战略优先级。通过设立专业化研发机构、组建专业人才团队,形成稳定的研发保障体系。其中,头部企业应强化前沿技术攻关,中小企业可聚焦分布

式系统集成、光储融合等细分领域,构建差异化技术优势。

探索建立“基础研究-技术转化-成果应用”的协同创新链条。高校与科研机构应重点突破新型电池材料、光电转换效率等基础理论;企业主导工艺优化、产品开发等应用研究。通过共建联合实验室、产业创新联盟等载体,加速实验室成果向商业化产品的转化进程,提升技术创新效能。

政府应进一步完善创新政策支撑体系。通过设立光伏技术国家重大专项、实施研发费用加计扣除等政策,降低企业创新成本。健全知识产权保护体系,强化专利侵权执法力度,建立技术成果市场化交易平台。优化创新评价机制,将技术转化率、专利质量等指标纳入政策考核体系,形成良性创新生态。

4.3 突破贸易壁垒:推进标准对接与跨域协同,拓展多元海外市场

国际贸易壁垒对中国光伏产业的全球化布局构成了显著挑战。一方面,企业要强化合规与技术竞争力。深入研究目标市场的贸易规则、技术标准及知识产权框架,构建覆盖全流程的质量控制与知识产权管理体系。通过加大核心专利布局与技术创新投入,确保产品性能对标国际前沿水平,以技术壁垒突破传统价格竞争模式。另一方面,企业要实施差异化市场渗透战略。在巩固欧美成熟市场优势的基础上,重点开拓“一带一路”沿线国家及新兴经济体。针对区域特性(如东南亚屋顶光伏需求),可研发适配性产品(如高效轻薄组件),并通过本地化生产(合资建厂)、技术合作等模式降低贸易敏感性。例如,在东南亚市场建立区域制造中心,既可规避关税壁垒,又能通过技术溢出效应强化属地合作关系。

此外,政府与行业协会应充分发挥服务与协调职能。政府需通过多边协商推动国际标准互认,主动构建包容性贸易规则体系,特别是在碳足迹认证、绿色关税等新兴领域争取话语权。行业协会应建立动态监测机制,及时发布国别贸易风险图谱,组织反倾销应诉、合规管理专项培训,并制定海外经营自律公约来规范企业竞争行为,避免同质化竞争损害行业整体利益。

4.4 完善消纳体系:推进源网荷储协同规划,利用智能调度驱动强化系统韧性

为保障中国光伏产业的持续发展,完善消纳并网体系是关键。电网企业应着力加强基础设施建设,

重点推进特高压输电通道建设,解决新能源富集地区消纳难题;推进配电网改造升级,提高智能化水平,增强分布式光伏接入能力;优化调度运行机制,利用大数据和人工智能技术实现新能源功率精准预测,提升电网运行效率。

政府部门应完善配套支撑,包括健全反映电力供需关系的电价机制,强化调峰调频经济鼓励;加强新能源开发与电网建设的规划统筹;通过财政补贴支持配套电网工程,并引导绿色金融产品创新。

发电企业需通过技术创新研发高效光伏组件和智能运维系统,提升发电效率与经济性;积极参与电力市场交易,探索分布式光伏和光伏+储能等新型商业模式。用户侧应倡导绿色电力消费理念,推广绿电认购机制;实施需求侧响应策略,通过分时电价等市场化手段引导用户参与电网调峰,形成新能源消纳的终端驱动力。促进新能源消纳。通过政府、企业、用户等多方协同,完善消纳并网体系,构建清洁低碳、安全高效的能源体系,保障中国光伏产业持续健康发展。

5 结论与展望

本研究系统梳理了中国光伏产业的政策演变与市场发展脉络。分析表明,产业政策在不同发展阶段发挥了关键作用:起步阶段通过培育扶持奠定基础,快速成长期借助补贴引导扩大规模,成熟期则通过市场机制优化推动高质量发展,形成了政策驱动产业升级的典型路径。当前中国光伏产业呈现“大而不强”的特征,虽然全球市场份额领先且技术持续突破,但产能过剩引发的价格竞争严重压缩企业利润空间,同时面临技术迭代风险、国际贸易壁垒和消纳并网等系统性挑战。针对这些问题,建议从四个维度构建解决方案:通过产能预警机制优化产业结构、依托产学研协同创新突破技术瓶颈、采取标准对接与市场多元化策略应对国际贸易摩擦,以及建设智能协同的新型电力系统提升消纳能力。

值得关注的是,在全球清洁能源需求增长和“双碳”目标推动下,钙钛矿电池等新技术商业化进程加速,“光伏+储能”融合模式不断拓展应用场景,这些趋势为产业转型提供了新机遇。尽管当前挑战重重,但通过政策引导、技术创新与市场机制的协同推进,中国光伏产业有望实现从规模扩张向质量效益的战略转型,为全球能源变革贡献中国智慧。

参考文献

- [1] 孔凡太,戴松元.我国太阳能光伏产业现状及未来展望[J].中国工程科学,2016,18(4):51-54.
KONG F T, DAI S Y. Current status and future outlook of China's solar photovoltaic industry[J]. Chinese Journal of Engineering Science, 2016, 18(4): 51-54.
- [2] 王茂福,管竹笋.观念叠加对企业创新绩效的影响:基于中国光伏产业的实证研究[J].软科学,2024,38(3):1-7.
WANG M F, GUAN Z S. The impact of conceptual overlapping on corporate innovation performance: an empirical study based on China's photovoltaic industry[J]. Soft Science, 2024, 38(3): 1-7.
- [3] 何文韬,肖兴志.进入波动、产业震荡与企业生存:中国光伏产业动态演进研究[J].管理世界,2018,34(1):114-126.
HE W T, XIAO X Z. Entry fluctuation, industrial turbulence, and corporate survival: a dynamic evolutionary study of China's photovoltaic industry[J]. Management World, 2018, 34(1): 114-126.
- [4] 国家发展改革委,财政部,国家能源局.关于2018年光伏发电有关事项的通知:发改能源[2018]823号[EB/OL]. [2025-03-20].https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2018-12/31/content_5433580.htm.
National Development and Reform Commission, Ministry of Finance, National Energy Administration. Notice on issues concerning photovoltaic power generation in 2018: Fagai Nengyuan[2018] No. 823 [EB/OL]. [2025-03-20]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2018-12/31/content_5433580.htm.
- [5] 国家发展改革委.关于完善光伏发电上网电价机制有关问题的通知:发改价格[2019]761号[EB/OL]. [2025-03-20].
https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/tz/201904/t20190430_962433.html.
National Development and Reform Commission. Notice on issues concerning the improvement of on-grid tariff mechanism for photovoltaic power generation: Fagai Jiage[2019] No. 761 [EB/OL]. [2025-03-20]. https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/tz/201904/t20190430_962433.html.
- [6] 袁玲雅,张滢.中国光伏产业发展及其资源环境影响[J].化工学报,2024,75(增刊1):14-24.
YUAN L Y, ZHANG Y. Development of China's photovoltaic industry and its resource and environmental impacts[J]. CIESC Journal, 2024, 75(Suppl.1): 14-24.
- [7] 丁嘉铖,孔德明,肖宸瑄,等.产业链视角下全球光伏产业贸易格局演变特征研究[J].世界地理研究,2024,33(7):1-17.
DING J C, KONG D M, XIAO C X, et al. A study on the evolutionary characteristics of the global photovoltaic industry trade pattern from the perspective of the industrial chain[J]. World Regional Studies, 2024, 33(7): 1-17.
- [8] 孙丽洁.双碳目标下绿色电力交易协同管理研究[D].北京:华北电力大学(北京),2023.
SUN L J. Research on collaborative management of green power trading under the dual-carbon goals[D]. Beijing: North China Electric Power University (Beijing), 2023.
- [9] 李凯,康世崑,闫方,等.基于风光火储的多能互补新能源基地规划分析[J].山东电力技术,2020,47(10):17-21,35.
LI K, KANG S W, YAN F, et al. Planning analysis of multi-energy complementary renewable energy bases based on wind, solar, thermal, and energy storage[J]. Shandong Electric Power Technology, 2020, 47(10): 17-21, 35.
- [10] 李慧明,李晓宇.国际绿色竞争加剧背景下中国光伏产业发展面临的国际挑战及应对策略[J].中国石油大学学报(社会科学版),2024,40(6):57-68.
LI H M, LI X Y. International challenges and coping strategies for China's photovoltaic industry development under the background of intensified international green competition[J]. Journal of China University of Petroleum (Social Sciences Edition), 2024, 40(6): 57-68.
- [11] 凌晨.西北多地弃光率下降区域储能项目落地迎来高峰期[N].21世纪经济报道,2022-12-07(9).
LING C. The desertion rate of photovoltaic power in northwest China declines, and regional energy storage projects enter a peak period of implementation[N]. 21st Century Economic Report, 2022-12-07(9).
- [12] 财政部,国家发展改革委,国家能源局.关于促进非水可再生能源发电健康发展的若干意见:财建[2020]4号[EB/OL]. [2025-03-20].
https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-02/03/content_5474144.htm.
Ministry of Finance, National Development and Reform Commission, National Energy Administration. Opinions on promoting the healthy development of non-water renewable energy power generation: Cai Jian[2020] No. 4 [EB/OL]. [2025-03-20]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-02/03/content_5474144.htm.
- [13] 王艺明,马晴晴.财政补贴对战略性新兴产业的资源配置效应:以光伏产业为例[J].经济管理,2024,46(3):64-85.
WANG Y M, MA Q Q. The resource allocation effect of fiscal subsidies on strategic emerging industries: a case study of the photovoltaic industry[J]. Economic Management Journal, 2024, 46(3): 64-85.

- [14] 宋伟玲,肖汝莉.中国光伏产业政策工具演化路径及其启示[J].情报杂志,2022,41(1):177-184.
SONG W L, XIAO R L. The evolutionary path of policy instruments for China's photovoltaic industry and its implications[J]. Journal of Information, 2022, 41(1): 177-184.
- [15] 郭本海,李军强,张笑腾.政策协同对政策效力的影响:基于227项中国光伏产业政策的实证研究[J].科学学研究,2018,36(5):790-799.
GUO B H, LI J Q, ZHANG X T. The impact of policy synergy on policy effectiveness: an empirical study based on 227 photovoltaic policies in China[J]. Research on Science and Technology, 2018, 36(5): 790-799.
- [16] 国家发展改革委,国家能源局.关于加快建设全国统一电力市场体系的指导意见:发改体改[2022]118号EB/OL.[2025-03-20]. https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/tz/202201/t20220128_1313653.html.
National Development and Reform Commission, National Energy Administration. Guiding opinions on accelerating the construction of a national unified electricity market system: Fagai Tigai [2022] No.118 [EB/OL]. [2025-03-20]. https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/tz/202201/t20220128_1313653.html.
- [17] 李纪珍,刘子譞.光伏企业何以在补贴退坡中实现“逆势研发”?[J].中国软科学,2023(10):34-43.
LI J Z, LIU Z Y. How do photovoltaic companies achieve "countercyclical R & D" amid subsidy reductions? [J]. China Soft Science, 2023(10): 34-43.
- [18] 王宏伟,朱雪婷,殷晨曦.中国光伏产业发展及电价补贴政策影响研究[J].数量经济技术经济研究,2022,39(7):90-112.
WANG H W, ZHU X T, YIN C X. Research on the development of China's photovoltaic industry and the impact of electricity price subsidy policies[J]. Quantitative & Technical Economics, 2022, 39(7): 90-112.
- [19] 苗渝舒.国际贸易视角下的中国新能源产业发展策略探讨[J].太阳能学报,2023,44(4):549-549.
MIAO Y S. A discussion on the development strategies of China's new energy industry from the perspective of international trade[J]. Acta Energetica Solaris Sinica, 2023, 44(4): 549-549.
- [20] 赵青松,王萌杰.中国光伏产品出口面临的挑战及应对措施研究[J].对外经贸实务,2023(8):28-33.
ZHAO Q S, WANG M J. Research on the challenges and coping strategies for China's photovoltaic product exports [J]. Foreign Economic and Trade Practice, 2023(8): 28-33.
- [21] 工业和信息化部.光伏制造行业规范条件(2024年本)[S/OL].[2025-3-20]. https://www.miit.gov.cn/xxgk/jd/sjjd/t20241125_1971068.html.
Ministry of Industry and Information Technology. Standards for the photovoltaic manufacturing industry (2024 Edition) [S/OL]. [2025-3-20]. https://www.miit.gov.cn/xxgk/jd/sjjd/t20241125_1971068.html.
- [22] 田云泽.光伏发电项目推进集约用地[N].安徽经济报,2024-07-16(2).
TIAN Y Z. Promoting intensive land use in photovoltaic power generation projects[N]. Anhui Economic Daily, 2024-07-16(2).
- [23] 沈兴林,徐晶,闫启明,等.考虑碳减排效益的光伏电站经济性建模及评估[J].重庆电力高等专科学校学报,2024,29(6):31-35.
SHEN X L, XU J, YAN Q M, et al. Economic modeling and evaluation of photovoltaic power stations considering carbon emission reduction benefits[J]. Journal of Chongqing Electric Power College, 2024, 29(6): 31-35.
- [24] 孙文健.江苏分布式光伏消纳现状及趋势[J].能源,2024(11):53-57.
SUN W J. Current status and trends of distributed photovoltaic power consumption in Jiangsu[J]. Energy, 2024(11): 53-57.
- [25] 王海波,张春强,林虹,等.2024年中国电池行业运行情况[J].电池,2025,55(1):11-18.
WANG H B, ZHANG C Q, LIN H, et al. Operation of China's battery industry in 2024 [J]. Battery, 2025, 55(1): 11-18.
- [26] 齐玮,黎俊宏,李启昊.全球光伏产业链贸易网络演化特征及影响因素[J].工业技术经济,2025,44(2):150-160.
QI W, LI J H, LI Q H. Evolutionary characteristics and influencing factors of the global photovoltaic industry chain trade network [J]. Journal of Industrial Technology Economics, 2025, 44(2): 150-160.
- [27] 吴梦宸.行业变革先锋:光伏产业展望新动向[J].商业观察,2025,11(1):9-12.
WU M C. Pioneers of industry transformation: new trends in the outlook for the photovoltaic industry[J]. Business Observation, 2025, 11(1): 9-12.
- [28] 方丹,陆巧雯,陈彬,等.补贴退坡政策与战略性新兴产业产能过剩:来自光伏上市公司的证据[J/OL].中国管理科学:1-20 [2025-03-20]. <https://doi.org/10.16381/j.cnki.issn1003-207x.2023.2013>.
FANG D, LU Q W, CHEN B, et al. Subsidy phase-out policies and overcapacity in strategic emerging industries: evidence from PV listed companies[J/OL]. Chinese

- Journal of Management Science: 1-20 [2025-03-20].
<https://doi.org/10.16381/j.cnki.issn1003-207x.2023.2013>.
- [29] 周塘华, 谢婉丽, 易辉, 等. TOPCon太阳电池LPCVD技术路线下的EL黑边、黑角改善研究[J]. 太阳能, 2025(1): 70-78.
ZHOU T H, XIE W L, YI H, et al. Improvement of EL black edges and corners in TOPCon solar cells using the LPCVD technology route [J]. Solar Energy, 2025(1): 70-78.
- [30] 黄琪伟, 谭小春, 夏正月, 等. 背接触光伏组件用有机硅绝缘胶的研究与应用[J]. 太阳能, 2024(10): 77-84.
HUANG Q W, TAN X C, XIA Z Y, et al. Research and application of silicone insulating adhesive for back-contact photovoltaic modules[J]. Solar Energy, 2024(10): 77-84.
- [31] 吴玫蓉, 李旭涛, 白杨, 等. 虚拟电厂资源聚合运行边界评估方法[J]. 电力需求侧管理, 2025, 27(2): 1-7.
WU M R, LI X T, BAI Y, et al. Assessment method for the operational boundary of virtual power plant resource aggregation[J]. Power Demand Side Management, 2025, 27(2): 1-7.
- [32] 吴树畅, 王以凡, 孙妍. 通威股份数字化转型路径与绩效[J]. 财务管理研究, 2025(1): 75-80.
WU S C, WANG Y F, SUN Y. Digital transformation path and performance of Tongwei Shares [J]. Research on Financial Management, 2025(1): 75-80.
- [33] 刘军会, 龚健, 佟炳坤, 等. 基于分布式储能与光伏的虚拟电厂与配电网协同优化方法[J/OL]. 中国电力: 1-9 [2025-03-20]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3265.TM.20250226.0812.004.html>.
LIU J H, GONG J, TONG B S, et al. Collaborative optimization method for virtual power plants and distribution networks based on distributed energy storage and PV[J/OL]. Electric Power: 1-9 [2025-03-20]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3265.TM.20250226.0812.004.html>.
- [34] 郭远帆, 高鹏, 郭永刚, 等. 不同N型电池组件发电能力对比研究[J]. 材料导报, 2023, 37(增刊2): 27-30.
GUO Y F, GAO P, GUO Y G, et al. Comparative study on the power generation capacity of different N-type battery modules[J]. Materials Review, 2023, 37(Suppl.2): 27-30.
- [35] 马飒, 汤晨思. 国际贸易壁垒全新趋势下中国出口面临的挑战与应对[J]. 对外经贸实务, 2025, 43(1): 32-39, 59.
MA S, TANG C S. Challenges and coping strategies for China's exports under the new trends of international trade barriers [J]. Foreign Economic and Trade Practice, 2025, 43(1): 32-39, 59.
- [36] 钟洪麟, 李丁丁, 刘茜, 等. 全球退役光伏组件回收研究热点、演化趋势与未来展望[J/OL]. 生态学报, 2025, 45(9): 1-29 [2025-03-20]. <https://doi.org/10.20103/j.stxb.202410232588>.
ZHONG H L, LI D D, LIU Q, et al. Research hotspots, evolutionary trends, and future prospects of global end-of-life photovoltaic module recycling[J/OL]. Acta Ecologica Sinica, 2025, 45(9): 1-29 [2025-03-20]. <https://doi.org/10.20103/j.stxb.202410232588>.