



西安交通大学学报(社会科学版)

Journal of Xi'an Jiaotong University(Social Sciences)

ISSN 1008-245X,CN 61-1329/C

## 《西安交通大学学报(社会科学版)》网络首发论文

题目：中国光伏产业发展与“一带一路”新机遇 ——基于新结构经济学视角的解析  
作者：于佳，王勇  
收稿日期：2020-04-15  
网络首发日期：2020-06-15  
引用格式：于佳，王勇. 中国光伏产业发展与“一带一路”新机遇 ——基于新结构经济学视角的解析. 西安交通大学学报(社会科学版).  
<https://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1329.C.20200615.0904.002.html>



**网络首发：**在编辑部工作流程中，稿件从录用到出版要经历录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿等阶段。录用定稿指内容已经确定，且通过同行评议、主编终审同意刊用的稿件。排版定稿指录用定稿按照期刊特定版式（包括网络呈现版式）排版后的稿件，可暂不确定出版年、卷、期和页码。整期汇编定稿指出版年、卷、期、页码均已确定的印刷或数字出版的整期汇编稿件。录用定稿网络首发稿件内容必须符合《出版管理条例》和《期刊出版管理规定》的有关规定；学术研究成果具有创新性、科学性和先进性，符合编辑部对刊文的录用要求，不存在学术不端行为及其他侵权行为；稿件内容应基本符合国家有关书刊编辑、出版的技术标准，正确使用和统一规范语言文字、符号、数字、外文字母、法定计量单位及地图标注等。为确保录用定稿网络首发的严肃性，录用定稿一经发布，不得修改论文题目、作者、机构名称和学术内容，只可基于编辑规范进行少量文字的修改。

**出版确认：**纸质期刊编辑部通过与《中国学术期刊（光盘版）》电子杂志社有限公司签约，在《中国学术期刊（网络版）》出版传播平台上创办与纸质期刊内容一致的网络版，以单篇或整期出版形式，在印刷出版之前刊发论文的录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿。因为《中国学术期刊（网络版）》是国家新闻出版广电总局批准的网络连续型出版物（ISSN 2096-4188，CN 11-6037/Z），所以签约期刊的网络版上网络首发论文视为正式出版。

# 中国光伏产业发展与“一带一路”新机遇

## ——基于新结构经济学视角的解析

于佳, 王勇

(北京大学 新结构经济学研究院, 北京 100871)

**[摘要]**作为清洁能源的太阳能光伏在世界能源结构中的地位日渐重要。中国的光伏产业在过去 20 年发展迅猛, 已成为主导国际市场的领先型产业。本文运用新结构经济学原理与方法对中国光伏产业的发展过程分阶段、分产业链环节进行梳理总结, 重点就该产业在各不同发展阶段面临的核心挑战、相关产业政策的得失、政府与市场的互动进行剖析。分析表明, 中国光伏产业的发展印证了新结构经济学的基本理论, 即产业发展要获得成功, 必须发挥禀赋比较优势, 既需要“有效的市场”, 又需要“有为的政府”, 同时还需要尽力避免政府的“乱为”与“不作为”。展望未来, 中国光伏产业亟需抓住“一带一路”的历史机遇“走出去”, 向“一带一路”不同层次的国家进行梯级转移, 既有利于自身的升级转型发展, 也有利于这些国家更好的工业化和可持续增长。

**[关键词]**光伏产业; 新结构经济学; 产业政策; 比较优势; 一带一路; 产业升级

**[中图分类号]** F061.3; F062.1; F062.9

**[文献标识码]** A

## 一、研究背景

### (一) 光伏产业概况

实现绿色可持续发展不仅是中国经济发展的核心目标, 也是世界经济与社会发展的大势所趋。然而, 在能源领域, 2018 年中国的化石能源依旧占一次能源消费的 88%, 碳排放占到全球的 28%, 是导致城乡空气污染的主要因素。在此宏观背景下, 可再生能源的发展成为中国能源革命的核心内容。中国幅员辽阔, 在各类可再生能源中, 太阳能资源具有得天独厚的发展条件, 太阳能光伏作为一种清洁的可再生能源, 在能源结构中也占据着日益重要的位置。

光伏产业具有良好的发展前景。表 1 显示, 2018 年, 光伏在全球发电量的比例虽然只有 2.2%, 但是发展势头迅猛, 比 2010 年增长了将近 10 倍; 在经合组织 (OECD) 国家发电量所占比例提高了 10 倍, 在全球可再生资源中所占比例提高了 10 倍; 在中国的发电量比重为 2.5%, 是 2011 年的 25 倍。事实上, 2010—2018 年全球范围内光伏发电量年均增长率高达 42.8%, 远超其他能源的增长。根据英国石油集团 (BP) 公司发布的《2018 年国际能源展望》, 随着光伏的经济竞争性进一步提高, 预计在 2018—2040 年间, 光伏发电量将以平均每年超过 10% 的速率递增, 到 2040 年将占全球发电总量的 12%。

**[收稿日期]** 2020-04-15

**[作者简介]** 于佳 (1980—), 女, 北京大学新结构经济学研究院国际发展合作部主任, 研究员, 法国国家科学院国际发展研究中心发展经济学博士; 王勇 (1978—), 男, 北京大学新结构经济学研究院学术副院长, 博士生导师, 芝加哥大学经济学博士。

表 1 2010—2018 年全球太阳能光伏发电量及其比例

发电量/比例	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
全球光伏发电量(亿千瓦时)	338	652	1 009	1 390	1 977	2 600	3 282	4 426	5 846
光伏占全球可再生能源发电量比例(%)	0.8	1.5	2.1	2.8	3.7	4.7	5.6	7.1	8.7
光伏占全球总发电量比例(%)	0.2	0.3	0.4	0.6	0.8	1.1	1.3	1.7	2.2
光伏占经合组织国家发电量比例(%)	0.3	0.6	0.8	1.1	1.5	1.8	2.1	2.6	3.0
光伏占中国发电量的比例(%)	0.0	0.1	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.7	2.5

资料来源：英国石油公司（BP）发布的《2019 年世界能源统计年鉴》。

光伏产业链包括硅料、铸锭（拉棒）、切片、电池片、电池组件、应用系统等 6 个环节。一般来说，上游为硅料相关的环节；中游为电池片、电池组件环节；下游为应用系统环节（光伏发电）。中国的光伏产业开端是产业链的中游，即电池片、电池组件环节的生产，起步于 20 世纪 80 年代中后期。中国政府曾引进了 7 条国外光伏电池生产线与关键设备，但是到 2002 年，这 7 家企业大多破产、停产或重组，当时，中国的光伏产业主要是少数几家国有企业生产，市场很小。而国外光伏企业，特别是来自美欧日的跨国公司则具有很强的实力，占据了当时的主要国际市场<sup>[1]</sup>。21 世纪初，中国民营太阳能光伏企业在进入该产业时，不仅面临诸如技术门槛高、原材料国内供应严重不足、国内市场规模小等挑战，而且在国企主导的国内光伏产业市场上，民营企业还面临额外的体制短板。

从 2002 年开始，民营光伏企业在短时间内迅速发展壮大，使得中国在该产业链的上游、中游与下游都迅速成为全球光伏产业最重要的参与者之一。到 2017 年，光伏产业链各环节中国的生产规模全球占比均超过 50%，成为我国为数不多的可同步参与国际竞争的世界领先产业之一（见表 2）。光伏产业在提供清洁能源供应的同时，也创造了可观的经济价值和就业岗位。根据可再生能源署统计，2017 年全球光伏产业链就业人数达 336.5 万人，其中中国光伏行业就业人数 221.6 万人，占 65.9%<sup>①</sup>。

表 2 2017 年中国光伏产业链产量占全球比例

产业链	中国产量	全球产量	中国占比(%)
多晶硅(万吨)	24.2	44.2	54.8
硅片(吉瓦)	91.7	105	87.2
电池片(吉瓦)	72	104.3	69.0
光伏组件(吉瓦)	75	105.5	71.1
光伏市场(吉瓦)	53	102	51.9

资料来源：中国光伏行业协会。

然而，中国的光伏产业在发展过程中并非一帆风顺，特别是在 2012 年 9 月，欧盟启动对从中国进口的太阳能电池板的反倾销和反补贴调查，涉及金额高达 210 亿欧元，被称为欧盟历史上涉案金额最大的“双反”案件。2011—2013 年，在国际金融危机的持续冲击下，光伏市场需求低迷，中国光伏产业曾一度连续八个季度全行业亏损。当时全球最大的光伏制造商，同时也是中国光伏产业标杆性企业的尚德公司也濒临倒闭被迫重组。在此之前的 2009 年，中国政府推出“金太阳示范工程”，投入约 100 亿元财政资金，补贴加快光伏发电的产业化和规模化发展。有不少分析人士认为，中国的光伏产业之所以在 2011—2013 年经历“滑铁卢”，主要原因正是这个导致产能严重过剩的产业政策，致使在中国关于产业政策的讨论中，光伏产业经常被作为错误产业政策的典型案例<sup>[2]</sup>，也经常被用作批评新结构经济学“有为政府”主张的证据<sup>[3]</sup>。

那么，中国的光伏产业何以从 20 世纪 80 年代几乎一片空白发展成如今世界领先的产业？这个过程中，市场与政府各自发挥了什么作用？政府主要的相关政策中究竟哪些是“乱为”，哪些是“不作为”，

① 数据来源于国际可再生能源署发布的《Renewable Energy and Jobs, Annual Review 2018》。

哪些是“有为”？该产业目前面临的重要挑战是什么以及应该如何应对？本文将从新结构经济学的视角对这些问题进行分析。

## （二）新结构经济学发展脉络

新结构经济学是运用现代经济学分析的方法，分析经济结构的决定因素、内生变化及其对经济发展和运行的影响的学说，被国际学术界认为是继“结构主义”“新自由主义”之后的第三代发展经济学理论。第一代发展经济学理论（结构主义）注意到发展中国家与发达国家在产业结构上的差距，强调发展中国家的“市场失灵”，主张由政府进行“大推动”，以最短的时间建立起与发达国家一模一样的产业，所以政策上采取“重工业优先发展”战略、“进口替代”的保护性贸易政策等等。然而亚非拉等发展中国家的实践证明这套理论是失败的，原因在于其没有充分认识到最优的产业结构是内生于经济体的要素禀赋结构，而不是外生的，不能轻视“有效市场”的作用。第二代发展经济学理论（新自由主义）注意到发展中国家与发达国家在制度与政策上存在很多不同，认为这些差异全部都是发展中国家的“扭曲”，强调发展中国家的“政府失灵”，认为政府越小越好，干预越少越好，认为发展中国家应该以最快的速度建立与发达国家一样的政治与经济制度，具体的政策主张包括以“私有化”“市场化”“稳定化”为主要口号的“华盛顿共识”与激进制度改革的“休克疗法”。然而东欧诸国的实践也证明这套理论并没有带来预期的良好效果，同时它无法解释为什么中国采取双轨制渐进改革的路径却能够在过去40年时间实现高速的经济增长。该理论的错误之处在于把最优的制度与政策当成是外生于经济发展阶段的，没有分析清楚各种“扭曲”背后的内生机制就主张强力去除“扭曲”，轻视了“有为政府”的作用<sup>[4-5]</sup>。新结构经济学是在总结中国本土的经济发展与改革实践，同时结合其他发展中国家的经验教训所提炼出来的崭新的经济学理论，不同于以发达国家制度与结构作为潜在前提背景的主流经济学说，它主张发展中国家要根据自己有什么（即禀赋结构）出发分析如何通过“有效市场”与“有为政府”的双重作用，充分发挥比较优势，实现经济的发展与制度的演变。与此相对照，前两代发展经济学理论由于都是以发达国家作为参照系，所以是从“发达国家有什么和自己缺什么”的角度去思考发展中国家的经济发展和政策制定，因此容易出现“技术赶超”或者“制度赶超”等照猫画虎、欲速不达的战略错误<sup>[6-7]</sup>。

在产业分析层面，新结构经济学主张从一个经济体的要素禀赋结构出发来分析产业的发展，强调禀赋推动的产业升级转型机制<sup>[8-9]</sup>，并且将发展中国家的产业根据其与国际前沿的技术差距及其所承担的功能分成五种类型，即追赶型、领先型、转进型、换道超车型以及战略型。对不同类型的产业，政府因势利导的作用与所应采取的产业政策也不相同。新结构经济学认为，要素禀赋结构决定一个产业是否具有潜在比较优势，而要把产业的潜在比较优势转化为该产业中企业的竞争优势，则需要有为的政府提供必要的硬件设施和制度安排以降低相关交易费用。“市场有效以政府有为为前提，政府有为以市场有效为依归”，这是新结构经济学在分析产业发展与产业政策时对“市场”与“政府”边界如何划分的基本原则<sup>[2, 10]</sup>。

在梳理了新结构经济学的发展脉络及基本原则后，本文将从光伏产业链的各环节入手，结合新结构经济学理论对中国光伏产业的发展过程进行梳理，对相关的产业政策做出定性分析，同时结合“一带一

路”倡议，分析相关国家的禀赋结构与产业发展需要，评估中国光伏产业走出去的可行性及可盈利性，并提出具体的政策建议。

## 二、中国光伏产业的发展

从发展历程来看，中国光伏产业首先从产业链的中游起步并取得国际领先地位，产业链的上游也在数年内实现了赶超世界水平；而下游的光伏市场应用也实现了从完全依赖国外市场到以国内市场为主的转变。

### （一）产业链中游（电池片与电池组件）：中国光伏产业的发端

回溯中国企业在光伏产业链中游的发展历程，可以用“天时、地利、人和”来概括。首先，从国际层面的“天时”来看，进入 21 世纪后，欧盟国家特别是德国的光伏政策为起步中的中国光伏制造业提供了巨大的出口市场机遇。欧盟是世界上光伏发电量最大的地区，以德国为例，该国在 2000 年颁布实施了可再生能源法案(EEG)，明确规定了可再生能源发电的固定上网电价制度(Feed-in-Tariff, FiTs)，成为德国光伏飞速发展的原动力。2001 年底德国光伏装机容量为 114 兆瓦，仅仅 4 年之后到 2004 年底猛增 10 倍，累计装机容量达到 1 105 兆瓦。此后，德国的光伏市场继续快速增长，2012 年底累计光伏装机达到 34.1 吉瓦，是 2004 年的 30 倍，堪称国际上的光伏大跃进。

其次，从国内层面的“地利”来看，中国的电池和组件产业在国际上具有明显的竞争力。从理论上讲，产品在国际市场竞争中的位置，典型的评价方法是利用进出口数据计算“显示性比较优势”(Revealed Comparative Advantage, RCA) 指数<sup>①</sup>。根据联合国《国际贸易统计年鉴》中的数据计算，中国光伏制造业在 2007—2011 年间的 RCA 指数一直大于 1 且呈上升趋势，说明中国光伏制造业在国际市场中有明显的比较优势，且优势在不断增强。有学者通过中国主要光伏企业年报中的数据计算得到 2010 年的生产率水平，发现中国光伏企业的平均劳动生产率约为 14 万美元/人，而欧美同类企业的平均劳动生产率约为 57 万美元/人，中国光伏企业的劳动生产率水平只有国外企业的 25%。虽然中国企业劳动生产率很低，但是除以平均工资率后，其指标却高于外国企业一倍，这说明中国光伏企业具有明显的劳动力成本优势，这一优势弥补了直接劳动生产率的不足，提高了中国光伏产品的国际竞争力<sup>[11]</sup>。

第三，从企业落地的“人和”来看，初创时期的中国光伏制造业得到了地方政府的大力支持。例如一度是全球最大电池、组件制造商的尚德公司创造了“无锡模式”。2001 年 1 月多晶硅薄膜太阳能电池研究学者施正荣提出的光伏制造项目得到了无锡市政府的支持，成立了尚德公司。该公司注册资本为 800 万美元，施正荣占 25% 的股份（其中技术股占 20%，折合 160 万美元；现金股 5%，折合 40 万美元），其余股份由无锡市政府协调其他国有股东参股，在土地和税收政策上予以全面倾斜。无锡市政府还为尚德公司担保获得优惠贷款约 1 亿元人民币，并争取了国家、省、市三级的项目，累计支持资金在 3 700 万元人民币左右。2002 年尚德公司投产运行中国第一条多晶硅太阳能电池生产线，2005 年尚德在美国纽交所上市之前无锡国有股东退出公司，尚德成为中国大陆首家登陆纽交所的民营企业，也是当时中国最大的光伏企业。

<sup>①</sup> 国家在某产业贸易方面的比较优势，可以用该产业占该国总出口的份额与世界贸易中该产业占总贸易额的份额之比显示出来，若  $RCA < 1$ ，则该国在该产业上处于比较劣势；若  $RCA > 1$ ，则该国在该产业上处于比较优势，取值越大比较优势就越大。

2006—2007年，又陆续共有10家中国光伏企业在海外上市，其中8家公司在美国上市，市值达到200亿美元，主要集中在产业链中游，即电池片、电池组件环节。根据中国光伏产业协会的统计，2005年中国光伏组件产量仅为0.2吉瓦，到2010年突破10吉瓦，而在2018年更是达到85.7吉瓦，13年间平均年增长率超过59%（见图1）。根据集邦新能源网（Energy Trend）的统计，2018年全球十大光伏组件生产商中，中国企业占了九席<sup>①</sup>。

尽管中国光伏行业在21世纪的第一个10年有上述“天时、地利、人和”三重优势，得到了快速发展，但是也面临着“两头在外”的潜在危机，90%的原料和90%的产品都严重依赖国外市场。这种“在外”的市场格局导致中国光伏产业发展严重依赖国际市场，一旦市场出现大的波动，就会影响整个产业链的发展。

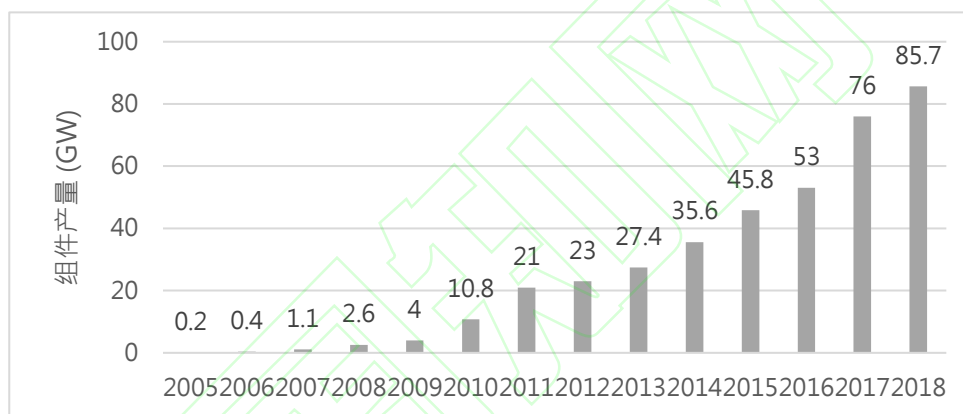


图1 2005—2018年中国光伏组件产量（吉瓦）

资料来源：中国光伏行业协会。

## （二）产业链上游（多晶硅与硅片）：逐步赶超世界先进水平

光伏产业链最上游是太阳能级多晶硅制造，这个环节技术门槛较高，核心技术长期掌握在美、德、日、韩等外国企业手中。在中国光伏产业发展初期，多晶硅原材料生产技术落后且产量供应不足，多依赖国外进口（主要来源于韩国、德国、美国）。国内多晶硅原材料生产产量严重不足，如2006年全国需求量5000吨，实际产量不足300吨，仅够30兆瓦电池的生产。当时在世界范围内由于产能和短期供给量有限，2005年每公斤多晶硅的价格达到50美元，2006年底超过100美元，2007年底则超过了300美元，到了2008年8月，多晶硅价格达到顶点，每千克的市场现货价最高曾达到480美元。“拥硅者为王”成为当时光伏界的信条。

受多晶硅材料供不应求和价格高涨的影响，2008年起中国许多企业积极投资多晶硅材料生产。通过自主研发、系统集成创新等方式，在短短的3~5年内基本掌握了高纯多晶硅材料的生产技术，全国范围内多晶硅企业的投资高达1400亿元人民币，使中国多晶硅产业规模迅速扩大。2008年中国企业多晶硅产能为1.531万吨，到2012年迅速增至20.09万吨。随着中国产能的扩大，2011年起全球市场

<sup>①</sup> 2018年全球光伏组件十大厂商中的中国企业是：晶科电力（第1名）、天合光能（第2名）、晶澳（第3名）、隆基乐叶（第4名）、阿特斯（第5名）、东方日升（第7名）、协鑫集成（第8名）、英利（第9名）、尚德（第10名）；唯一进入10强的国外企业是韩国的韩华（第6名）。

多晶硅价格一路下滑，当年多晶硅均价 60 美元/千克，最低跌至 20 美元/千克。在当时，20 美元/千克的价格约为国际厂家的成本价，而中国新建厂家的成本价约高出 1 倍（40 美元/千克）。2011 年中国仅有一家多晶硅企业的成本能够与市场价大致持平，其余绝大多数的多晶硅企业每吨都要亏 10 万元人民币以上，部分每吨甚至要亏 20 多万元。因此，90%以上的国内多晶硅企业停产，2012 年中国进口了超过 7.6 万吨多晶硅，而国内产量还不到 3 万吨。

由此可见，2008 年前后中国多晶硅企业产能的迅速扩大崛起是由于多晶硅价格的暴涨，而 2011 年前后所遇到的挫折则是因为多晶硅价格的暴跌，企业投资带有一定的盲目性，完全随着市场而跌宕起伏。针对市场乱象，2011 年 12 月工信部发布《多晶硅行业准入标准》，对多晶硅生产的选址、能耗、环保、规模做出了明确规定和限制，即要求新建太阳能级多晶硅项目每期规模大于 3 000 吨/年，并公布了符合《多晶硅行业准入条件》的 20 家规模企业名单，在市场和政府双推动下，对国内多晶硅行业进行了整合。此外，2012 年 7 月，中国主要多晶硅企业向中国商务部起诉韩、美两国对中国实行多晶硅倾销，商务部裁定自 2014 年 1 月对原产于美国和韩国的进口太阳能级多晶硅征收反倾销税，这也对中国多晶硅企业起到了一定的保护作用。

经过市场的严峻考验，中国多晶硅企业逐步确立了在国际市场上的主导地位。到 2018 年，中国多晶硅产量超过 25 万吨，是 2008 年的 58 倍（图 2）。2018 年中国硅片产量 109.2 吉瓦，全球十大硅片生产企业全部是中国企业（包括一家中国台湾企业）<sup>①</sup>，是光伏产业链中中国企业优势最高的环节。整体而言，中国在光伏行业的上游环节已经居于世界领先水平。

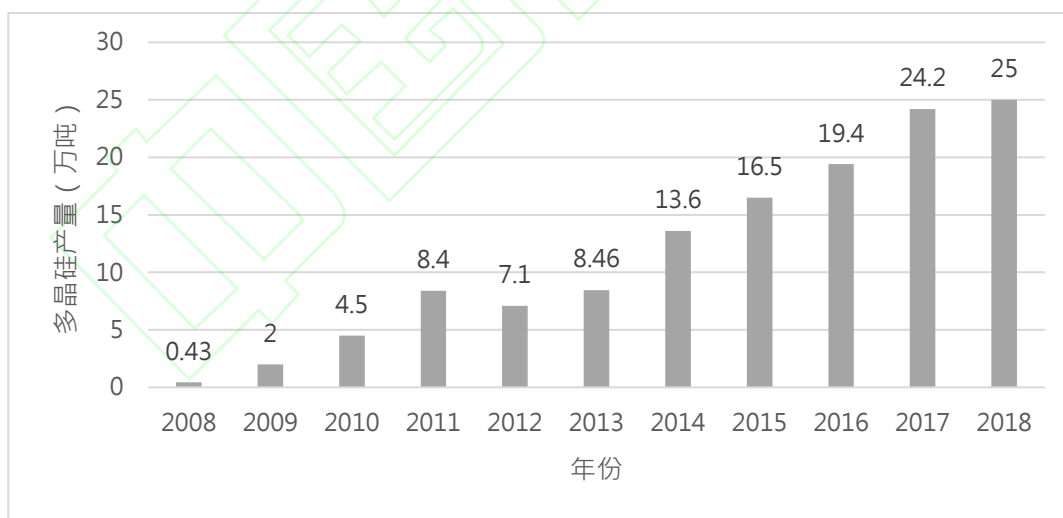


图 2 2008—2018 年中国与世界太阳能级晶硅产量（万吨）

资料来源：中国光伏行业协会。

### （三）产业链下游（光伏发电）：从出口导向到内需为主

2010 年之前中国光伏电池和组件产品严重依赖欧美市场，由此导致美、欧、印度对中国光伏产业的“双反”（反倾销、反补贴）。同时，在国际市场上，由于欧洲国家的光伏应用补贴规模远超规划，用电消费者特别是居民负担日渐沉重，加之光伏成本的下降，欧洲国家纷纷降低了补贴的力度。德国从

<sup>①</sup> 全球十大硅片生产企业：协鑫、隆基、中环、晶科、赛维、旭阳雷迪、绿能科技、英利、昱辉、晶澳。

2013 年开始严格控制光伏建设规模，2015—2017 年间平均每年新增光伏装机规模约 1.5 吉瓦，仅为高峰期的 1/5。在国际光伏市场开始萎缩的情况下，2011 年中国政府适时推出“光伏上网标杆电价”，推动中国国内光伏市场高速发展。中国光伏的内需逐步成为市场主导，2013 年新增光伏装机达 12.43 吉瓦，比上一年增长 11 倍；到 2017 年中国光伏装机量 53 吉瓦，超过德国 20 年来光伏装机量的总和，占全球的 54.1%；2018 年 6 月起中国降低了补贴力度（“531 新政”），2018 年全年光伏新增装机 43 吉瓦，比 2017 年下降 18%。总体而言，到 2018 年中国新增光伏装机连续 6 年世界第一，累计装机超过 174 吉瓦，连续 4 年世界第一（图 3）。

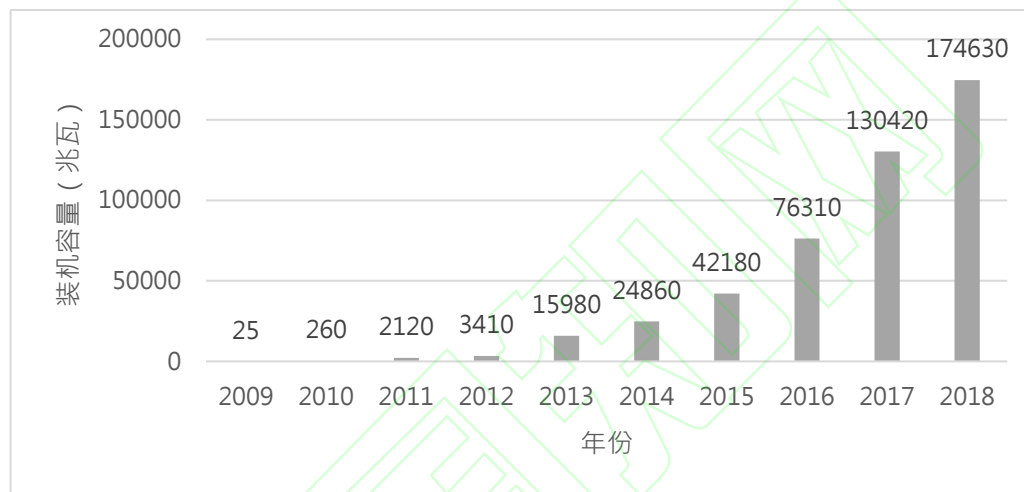


图 3 2009—2018 年中国光伏累计装机容量（吉瓦）

资料来源：中国电力企业联合会。

### 三、光伏的产业政策与未来发展的挑战

#### （一）地方政府与中央政府的产业政策

中国的光伏产业是在市场和政府双重引导的机制下发展起来的。从市场的角度看，下游光伏产品的需求经历了主要依靠国际市场到国内外市场并举的过程；从政府引导的角度看，中上游的光伏制造业经历了地方政府大力推动以及中央政府逐步规范的过程。

2005 年前后，以德国为代表的欧洲各国为光伏发电提供优厚补贴使得光伏市场迅速扩大，仅德国一个国家对太阳能电池及组件产品的需求就超过了世界产能的一倍。在这样的背景下，国内民营光伏企业应运而生，并得到了全国各地地方政府的大力推动。对地方政府而言，培育和引入龙头企业可为地方创造可观的 GDP 和利税；对企业而言，有了地方政府的支持，可以获得廉价的资源，特别是土地与融资。这一时期，地方政府通过协助筹集资金、提供土地支持、用电支持、税收优惠等方式给光伏产业发展提供了大力支持。

以“无锡模式”为例，无锡市政府支持下的尚德公司成长为全国乃至全球的龙头企业，并带动无锡周边形成中国最大的光伏产业基地，出现了一大批光伏组件生产企业，包括浚鑫、海润、尚品等。2011 年，无锡的太阳能电池产量占江苏产量的 52%，占全国产量的 28%，占全球产量的 16%，外销率达到 95%，形成了“世界光伏看中国，中国光伏看江苏，江苏光伏看无锡”的行业格局<sup>[12]</sup>。其创造的“无锡模式”



在很长一段时间内也被各地纷纷效仿。江西赛维公司 2005 年创立时得到新余市政府的担保，获得了 2 亿元资金，并获得政府特批土地，其建设中涉及到农田、拆迁、补偿、安置、环保等事宜，均由新余市政府协调处理。新余市赣西供电公司专门为赛维建设了变电站，保障其 24 小时供电安全，并且每年都给予上亿元的电费补贴。在地方政府的大力推动下，光伏产业发展迅猛，产能迅速扩张。全国 31 个省（区、市）先后都把光伏产业列为优先扶持发展的新兴产业，全国 600 个城市中约有 300 个城市发展光伏产业。

2007 年开始的全球金融危机导致国际市场疲软，欧洲国家补贴逐步降低和欧美的“双反”调查导致国外市场需求进一步萎缩，光伏行业出现亏损，光伏企业纷纷停产，许多濒临破产。2011 年，中国光伏企业有 262 家，2012 年降至 112 家，超过一半的企业退出了光伏行业。最具标志性的龙头企业无锡尚德、江西赛维也陷入困境，2013—2015 年间先后破产重组。此外，不少地方政府盲目鼓励光伏产业，在发展上缺乏明确的引导和规划，加之市场信息不完备，投资者对“朝阳产业”一哄而上，以致行业内出现严重的过度竞争以及重复建设问题，导致“潮涌现象”与产能过剩<sup>[3]</sup>。出现问题后，地方政府之间也缺乏协调，陷入囚徒困境，亟需中央政府以“有为”的政策予以矫正。在这种背景下，中央政府分别在 2012 和 2013 年连续发布“国五条”和“国六条”，加快产业结构调整和技术进步，加上利用市场“倒逼机制”，鼓励企业兼并重组，淘汰落后产能，严格控制新增的仅单纯扩大产能的多晶硅、光伏电池及组件项目。这两项政策都强调开拓国内下游市场、抑制上游产能，提升下游市场配套服务以及提供资金支持等。不同之处在于，“国五条”偏重鼓励产业整合和兼并重组，规模较大的企业受益较大，支持政策也不具体，多为纲要性意见，政策相对模糊；“国六条”则更加具体，从“国五条”的“加强光伏发电规划与配套电网规划的协调”变为“电网企业要保证配套电网与光伏发电项目同步建设投产，优先安排光伏发电计划，全额收购所发电量”，这极大缓解了下游发电企业产能难以消纳的顾虑。从“国五条”的“对分布式光伏发电实行按照电量补贴的政策，完善中央财政资金支持光伏发展的机制”变为“扩大可再生能源基金规模，保障对分布式光伏发电按电量补贴的资金及时发放到位”，精确针对补贴不到位的问题根源；“国六条”还进一步提出了金融扶持和研发支持，更加聚焦中国融资难、融资贵和技术落后的问题。

## （二）“金太阳”示范工程的得失

2009 年，作为应对 2008 年国际金融危机举措的一部分，中国政府推出“金太阳”示范工程，采取财政补助加快国内光伏发电的产业化和规模化发展。这一政策重点支持大型工矿、商业企业、工业园区以及公益性事业单位，利用现有条件建设用户侧并网光伏发电项目、偏僻无电区光伏发电项目及大型并网光伏发电项目，当年并网光伏发电项目按系统总投资的 50% 给予补助，偏远无电地区的独立光伏发电系统按系统总投资的 70% 给予补助。如果以投资成本每瓦 29 元估算，国家为此投入约 100 亿元财政资金，被舆论称为中国光伏产业有史以来最强的产业支持政策。

从产业政策的实施方式来看，“金太阳”示范工程属于事前补贴，即以电站建设完成时间为考核标准，给予一次性补贴。这一政策对光伏早期国内终端市场规模化发展起到了重要作用，如图 3 所示，2010 年新增装机 235 兆瓦，累计装机 260 兆瓦；而 2011 年新增装机达到 1.86 吉瓦，累计装机达到 2.12 吉瓦。该产业政策的实施，逐步改变了中国光伏产业过去技术、市场、原材料“三头在外”的被动的产

业格局。然而，在这一产业政策的执行过程中也出现了不少问题。譬如，某些企业采取“低购高报”的办法，提高系统总造价，借此骗取财政补贴；还有的企业使用不符合补贴质量要求的光伏产品，甚至国外退货的废次产品，成为光伏“豆腐渣工程”。一方面，政策的相关执行部门对这些骗补等企业寻租行为甄别不力、惩罚不足，体现为政府的“不作为”；另一方面，不少地方政府一哄而上，盲目跟风在当地推进光伏产业，使得不具备自生能力的光伏企业通过补贴进入该产业，导致资源错配，体现为政府的“乱为”。2013年3月财政部决定“金太阳”示范工程不再进行新增申请审批，标志着金太阳示范工程的落幕。

### （三）“上网标杆电价”推动光伏持续发展

2011年中国政府推出“光伏上网标杆电价”，即光伏发电项目所发电量按国家核定的上网电价收购。上网标杆电价属于“事后补贴”，以并网发电的实现为补贴开始的时间，可持续20年。当时光伏上网标杆电价达到1.15元/千瓦时（表3），是火电上网电价的3倍以上，所以对于投资者极具吸引力。

2012年9月，欧盟启动对从中国进口的太阳能电池板的反倾销和反补贴调查，涉及金额高达210亿欧元，是欧盟历史上涉案金额最大的“双反”案件。2011—2013年，在国际金融危机的持续冲击下，光伏市场需求低迷，中国光伏产业曾经一度连续八个季度全行业亏损，当时全球最大的光伏制造商尚德公司濒临倒闭被迫重组。在这种情况下，2012年12月中国政府出台政策措施支持光伏产业，包括加快产业结构调整和技术进步，利用市场“倒逼机制”鼓励企业兼并重组，淘汰落后产能，提高技术和装备水平；积极开拓国内光伏应用市场，着力推进分布式光伏发电，鼓励单位、社区和家庭安装、使用光伏发电系统，有序推进光伏电站建设。

2013年，中国政府对于标杆电价的结构进行了调整，根据各地太阳能资源条件和建设成本，将全国分为三类太阳能资源区，分别执行每千瓦时0.9元、0.95元、1元的光伏电站标杆上网电价。对分布式光伏发电项目，按照发电量进行补贴，补贴标准为每千瓦时0.42元。此后随着光伏成本下降，标杆电价也在逐年下降。2018年6月1日以后投运的光伏电站，一类、二类、三类资源区标杆电价降低为每千瓦时0.50元、0.60元和0.70元；分布式光伏发电全电量补贴标准降低为每千瓦时0.37元。此外，对于光伏发电产品增值税即征即退50%的政策，2017年政府决定将其有效期从2018年12月31日延长到2020年12月31日，这为光伏发电走向平价上网、脱离补贴提供了更长的过渡转型期。

表3 2011—2018年中国光伏发电上网电价补贴调整

时间	地面光伏电站上网标杆电价（元/千瓦时）			分布式光伏度电补贴（元/千瓦时）
	III类资源区	II类资源区	I类资源区	
2011年		1.15		无
2012年1月-2013年8月		1.00		无
2013年9月-2015年12月	1.00	0.95	0.90	0.42
2016年	0.98	0.88	0.80	0.42
2017年	0.85	0.75	0.65	0.42
2018年1-5月	0.75	0.65	0.55	0.37
2018年6月至今	0.70	0.60	0.50	0.37

资料来源：国家能源局。

光伏标杆电价的实质是通过大力鼓励可再生能源发展的能源政策开拓国内光伏市场，既是能源转型和减少温室气体排放、空气污染物的需要，也是支持中国光伏制造业的产业政策。

除了上网标杆电价以外，中国政府还出台了一系列政策措施规范光伏市场的持续发展，其中包括制定光伏制造业规范条件以加强产业管理、促进产业规范化；通过招标建设光伏发电领跑基地，试点最新

技术并降低成本，推进无补贴平价上网；以可再生能源配额制，激励和惩戒并举，推动光伏发电市场化交易等。

#### （四）中国光伏产业发展的总体评价

回顾中国光伏产业近 20 年来的发展历程，从产业链中游入手，在上游迅速赶超发达国家，同时在下游光伏发电侧实现从单纯出口转为内需为主的市场转型，是能源政策与产业政策的成功结合，也是新结构经济学所阐释的“有效市场”与“有为政府”的典型实践。笔者从应用市场、产业政策、产业链特征三个维度将中国光伏产业发展不同阶段的特点进行了归纳<sup>①</sup>，从表 4 可以看出，中国光伏行业在能源供应、产业发展、经济效益、社会效益以及生态环保等方面都取得了重要成绩。

表 4 中国光伏产业发展的三个阶段及其特征

阶段	应用市场	产业政策	光伏产业链
第一阶段 (2000-2012)	主要集中在欧洲等发达国家	地方政府税收、土地、融资优惠鼓励光伏产业 + 中央政府“金太阳”工程	中游（电池、组件）+上游（多晶硅、硅片）
第二阶段 (2013-2018)	发达传统市场+中国市场	光伏标杆电价+地方电价补贴	中游（电池、组件）+上游（多晶硅、硅片）+下游（光伏电站）
第三阶段 (2019-今)	发达传统市场+中国市场+“一带一路”发展中国家	市场在产业发展中起决定性作用，政府应该在产业走出去方面发挥“因势利导”作用	部分电池、组件产能向“一带一路”国家转移（“工业园区+屋顶光伏”）

在能源供应方面，根据中国电力企业联合会统计，2018 年中国光伏累计装机 174.63 吉瓦，占全国发电装机（1 899.67 吉瓦）的 9.2%。2018 年发电量 1 775 亿千瓦时，占全国发电量（69 940 亿千瓦时）的 2.5%，比 2011 年光伏发电量（6 亿千瓦时）增长 296 倍。

在产业发展方面，截至 2017 年底，光伏产业上中下游的相关规模化企业超过 2 000 家，就业人数超过 200 万人；分布式光伏尤其是户用屋顶光伏的发展，拉动全国 1 万多家小微企业成为户用光伏经销商，为乡村提供数十万个就业岗位。光伏产品出口到 200 多个国家和地区，累计创汇 1 300 亿美元。光伏组件产能前 20 名的企业皆为民营企业，光伏发电装机容量前 20 名的企业中也有 12 家民营企业。

在经济效益方面，按保守估计，光伏行业 2017 年产值超过 4 000 亿元，上缴的税收高达 1 708 亿元；2017 年行业发电量为 1 166 亿度，所需的补贴大约为 600 亿元。由此可见，光伏行业上缴的税收远高于行业所需补贴。

在社会效益方面，2013—2015 年光伏为 154.5 万边远地区无电人口供电，为国家在 2015 年实现 100%人口通电做出了重要贡献。截至 2017 年，共有 25 个省、940 个县开展光伏扶贫项目，帮扶 3 万个贫困村，164.6 万户贫困户脱贫。

在生态环保方面，到 2017 年中国光伏累计发电 2 565 亿千瓦时，相当于减少煤炭消耗 8 000 万吨标准煤，累计减少温室气体排放 2.1 亿吨。上述数据均来源于中国光伏行业协会。

综合上述分析可以看出，中国光伏产业在过去 20 年的发展虽然经历挫折但总体上是成功的。主要原因是该产业顺应中国在各个不同发展阶段的禀赋比较优势，在政府能源政策与产业政策的因势利导作用之下，迅速转化成企业的竞争优势，在市场竞争中不断壮大，从国内走向国际，涌现出引领国际市场的“领先型”大企业，整个产业也从新结构经济学五大类产业中的“追赶型”升级为“领先型”，这是“有效市场”与“有为政府”共同发挥作用的结果。而 2009—2013 年中国光伏产业遭遇严重挫折，除了有国际市场疲软的外部原因之外，的确还有政府“乱为”及“不作为”的原因，需要引以为鉴<sup>[11]</sup>。

#### （五）中国光伏产业当前面临的主要挑战

<sup>①</sup> 其中对于光伏产业 2019 年至今第三阶段的发展将在后文做重点阐述。

中国在整个太阳能光伏电池产业链中，多晶硅、电池制造在目前已经从追赶型转变为领先型的产业；而组件制造部分劳动密集，随着中国劳动力成本的不断提高，已经慢慢成为转进型产业。近年来，发达国家的光伏企业纷纷倒闭，而中国光伏企业在国际竞争中取得了明显优势，多晶硅、硅片、电池片、电池组件等几大生产环节产量领跑全球，但是也面临着诸多困难和巨大挑战。

首先是产能过剩。表现为产业链各环节利用率普遍都不高。从表 5 可以看出，光伏产业上游部分产能过剩问题要比中游更加严重，中国的多晶硅产能已经超过全球的需求。近年来，中国多晶硅产能逐步向电价较低的西部集中，据中国光伏行业协会的统计数据，2018 年西部地区多晶硅产量在总产量中的占比由 2017 年的 41% 提升至 50% 以上。受工艺所限，中国多晶硅企业的生产成本长期高于国外企业，所以多晶硅产能的相当部分并不是有效产能，能否释放则取决于市场价格。在多晶硅价格低迷（约 20 美元/千克）的情况下，中国很多多晶硅企业依然处于亏损状态，这导致了中国的多晶硅市场在“产能过剩”的同时，又是世界上最大的多晶硅进口国的矛盾现象。但是随着 2018 年西部地区先进工艺提升以及低电价新产能的投入，中国多晶硅企业已经可以和国外企业竞争，预计中国多晶硅进口在 2019 年以后将大幅度下降，而占现有产能将近一半的落后工艺产能将面临淘汰。

表 5 2018 年中国光伏产业的产能利用率

产业链	产能水平*	2018 年产量**	利用率 (%)
多晶硅 (万吨)	69	25	36
硅片 (吉瓦)	218	109.2	50
电池 (吉瓦)	113	87.2	77
组件 (吉瓦)	151	85.7	57

资料来源：\*来源于 Energy Trend；\*\*来源于中国光伏行业协会。

其次是补贴拖欠。随着光伏市场规模快速扩大和可再生能源附加费用征收不足，2018 年光伏补贴资金缺口累计达 600 亿元人民币，多数光伏发电项目难以及时获得补贴，这增加了企业全产业链的资金成本。特别是光伏产业中以民营企业居多，且业务单一，市场波动易导致经营亏损。根据光伏上市企业发布的 2018 年业绩快报，在 30 家主要光伏企业中，有 9 家公司在 2018 年出现亏损，累计亏损额超过 75 亿元。这说明中国光伏企业的自生能力依然不足，主要靠市场规模和超速发展盈利。随着补贴力度的下降，部分不具备竞争优势的光伏制造企业将面临经营困境。

如果说 2011—2013 年间中国光伏产业应对严峻困难靠的是“有为政府”的政策利好措施，通过扩大国内市场走出了危机，那么针对 2019 年以后光伏产业面临的困难与挑战，中国光伏制造业走出去成为一个必然选项，解决的关键办法应该是发挥“有效市场”的作用来协助光伏制造业走出去，原因有三。一是欧美国家对中国出口的光伏产品实施“双反”的威胁无时不在，如果中国光伏企业在海外建立制造基地，则可规避贸易壁垒。二是中国光伏企业在海外投资建设光伏电站时，一些国家要求必须使用当地企业生产的光伏产品，以此作为获得光伏电站投资建设优惠政策条件的前提。所以，如果中国企业直接在当地投资生产光伏产品，不仅可以有助于获得当地的政策优惠，而且也有助于解决中国光伏产业中上游环节产能过剩的问题。三是海外投资优惠政策和低成本吸引光伏企业“走出去”。例如，中国光伏企业在越南的综合人力成本仅为中国的 50%，在泰国的综合人力成本为中国的 80%<sup>[14]</sup>，光伏产业在中国已经逐渐失去生产的比较优势，成为转进型的产业。

中国光伏行业协会发布的数据显示，中国光伏企业近年来加快了走出去的步伐，图 4 展示了中国光伏企业在海外投资的产能。截止 2018 年，中国企业通过投资、合资、收购兼并等方式在世界 20 多个国

家建立生产基地，主要集中在越南、泰国、马来西亚等国。中国光伏制造企业在海外的电池片有效产能达 12.2 吉瓦，组件有效产能达 18.8 吉瓦，分别相当于国内电池及组件产能的 10.8%和 12.5%。此外，中国光伏企业“走出去”的产业链环节也在不断拓展。在发展初期，海外投资多为成本和技术门槛较低的组件制造厂。但 2015 年下半年以来，随着中国海外组件厂运转逐渐步入正轨，企业投资重点开始向上游硅片、电池片等环节延伸，逐渐形成本地配套产业链。

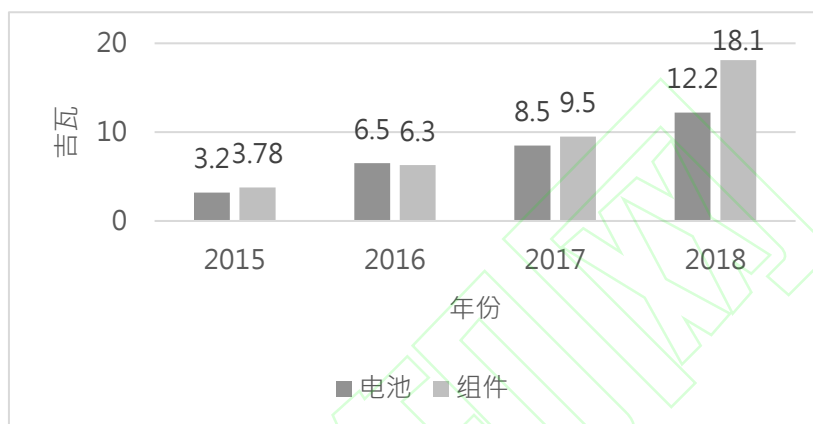


图 4 中国光伏企业在海外投资的产能

总体而言，从中国光伏产业发展转型升级的自身需要来看，无论是从技术、经济、政治还是战略的角度，都支持该产业已经到了如何更好地转移出去的发展阶段。从技术的角度来看，中国转移部分电池和组件制造产能只占中国全部产能的 25%以下，可以更集中在高端、高附加值的先进硅料、电池技术的开发方面；从经济的角度来看，光伏产业链走出去可以降低生产成本，在扩大海外市场的同时规避贸易壁垒，有利于促进本国的产业升级<sup>[15]</sup>；从政治的角度看，光伏作为可再生能源仅限于当地使用，避免了中国到海外“获取资源”的不实舆论；从战略的角度看，中国光伏走出去是实施“一带一路”倡议的切实举措，将有望与高铁一样成为中国在海外亮眼的名片。

#### 四、中国光伏产业向“一带一路”国家梯度转移的前景

根据国际能源署的统计，到 2016 年全球还有 10.6 亿无电人口（见表 6），特别是“一带一路”沿线的发展中国家普遍存在电力供应不足的问题。然而，这些国家的日照资源却非常丰富，十分需要且适合发展光伏产业。2017 年 5 月，国家发改委、能源局发布“推动丝绸之路经济带和 21 世纪海上丝绸之路能源合作愿景与行动”，鼓励中国企业以直接投资、收购并购、政府与社会资本合作（PPP）等多种方式深化能源投资合作。这对处于转进型的中国光伏产业来说，“一带一路”倡议正是推动产业转型升级、促进产业迈向全球价值链中高端的机遇。

表 6 2016 年发展中国家无电人口数据

地区	无电人口 (亿人)	无电人口比例 (%)
非洲	5.88	48
亚洲发展中国家	4.39	11
中南美洲	0.17	3
中东	0.17	7
全球发展中国家	10.60	14

资料来源：国际能源署发布的《世界能源展望 2017》。

### （一）“一带一路”国家光伏发展的潜力分析

根据国际能源署的估算，发展中国家太阳能光伏装机增长潜力巨大。表 7 显示，预计亚太地区（主要是除中国、日本以外的“一带一路”沿线国家）2017—2030 年光伏累计装机净增 294 吉瓦，2030—2040 年再增 332 吉瓦，是最具光伏发展潜力的地区；预测非洲 2017—2030 年光伏累计装机净增 54 吉瓦，2030—2040 年再增 81 吉瓦。中东（2017—2030 年、2030—2040 年新增装机分别为 28 吉瓦、62 吉瓦）、中南美地区（2017—2030 年、2030—2040 年新增装机分别为 25 吉瓦、25 吉瓦）是光伏发展的第三梯队，而中亚和俄罗斯地区由于光照资源较弱等资源禀赋原因，光伏发展潜力比较有限（2017—2040 年仅增 4 吉瓦）。上述亚太、非洲、中东、中南美洲等国家在 2017—2040 年期间累计光伏装机预期可达 902 吉瓦，相当于每年新增光伏装机 34 吉瓦。如果这些国家所需光伏组件不再从中国进口，那么中国转移到海外的产能需要达到 34 吉瓦，只占中国现有产能（151 吉瓦）的 22.5%，是可以实现的目标。

表 7 亚太、非洲、中南美洲发展中国家的光伏装机需求潜力（单位：吉瓦）

地区	2017 年（实际）	2030 年（预测）	2040 年（预测）
亚太地区（不包括中国和日本）	39	333	665
非洲	3	57	138
中东	1	29	91
中亚及俄罗斯	0	3	4
中南美洲	5	30	55
世界	398	1589	2540

数据来源：国际能源署发布的《世界能源展望 2018》。

### （二）中国光伏产业链在“一带一路”国家的梯级转移

新结构经济学强调经济发展是一个产业、技术、基础设施、制度结构不断内生变迁与升级的过程。在产业升级过程中，发展中国家具有后来者优势，对于资本密集度从小到大的所有产业，都有世界产业链中的成熟产业和技术可供选择。当一个国家在经济发展过程中顺着产业阶梯拾级而上时，该国生产的规模效应也在扩大，反过来也要求基础设施（如电力供应、交通运输、通讯、仓储等硬件基础设施以及金融服务、政策配套等软件基础设施）的相应提高与改善。以撒哈拉以南非洲地区为例，这些地区普遍在水、电、通信、道路以及航空等方面有明显的劣势，频繁的缺水停电直接导致了企业的生产效率低下，也是影响外来投资的主要瓶颈之一。

从中国的发展实践可以看出，光伏作为电力供应的来源（光伏产业链的最下游），本身就是基础设施的一部分。在光照和土地资源比较充裕的地区，大型地面光伏电站可以与国家电网并网，实现跨越式发展，成为主力电源之一；而在“一带一路”沿线发展中国家的边远地区，小型分布式光伏可以为无电人口提供有效的解决方案。以中国的光伏应用经验来看，大约 500 美元的投资可以解决一个边远山区（指大电网无法延伸到的山区）一户居民的通电，仅是电网投资成本的 25%。然而，目前大部分发展中国家没有光伏制造业，光伏的应用完全依靠进口，加上市场规模、融资成本等因素，在这些国家的光伏成本（以全生命周期的单位平均成本计算）要比成熟市场的国家高出 2~3 倍，制约了光伏在这些国家发展的发展潜力。

根据新结构经济学的分析原则，图 5 对“一带一路”国家以及其他发展中国家承接光伏产业链不同环节的能力做出评估，主要与它们的经济发展水平以及市场规模相匹配。

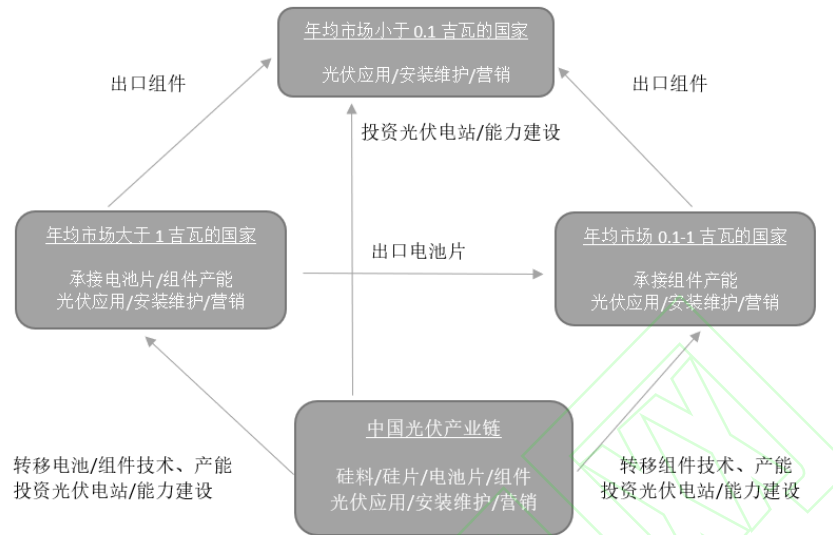


图 5 中国光伏产业链在“一带一路”国家的梯级转移远景评估

按照世界银行的分类，人均年收入在 1 026~3 995 美元之间的国家属于中低收入国家；3 996~12 375 美元之间的国家属于中高收入的国家。在中低收入国家当中，如果人口接近或超过一亿的规模（如印度、巴基斯坦、孟加拉国、印度尼西亚、菲律宾、埃及、尼日利亚、越南等国家），那么光伏市场就有可以超过吉瓦的规模。在中高收入国家，如果人口规模达到 5 000 万左右（例如阿尔及利亚、阿根廷、巴西、哈萨克斯坦、斯里兰卡、南非、泰国等），其光伏应用的市场也会达到吉瓦级别。这些国家具有相当的制造业基础，以及供应链、研发能力和人力资源，因此有条件承接光伏组件制造产业以及部分已经成熟的电池制造产业，其产能不仅可以满足自身的光伏需求（公共事业级大型地面光伏、分布式光伏），也可以向其它国家（包括欧美市场）出口光伏产品，这些国家是中国光伏产业转移时可以考虑的主要对象。

对其他中高、中低收入，但人口规模在几千万左右的国家来说（例如阿塞拜疆、乌兹别克斯坦、安哥拉、科特迪瓦等国），虽然有一定的工业基础和人力资源，但市场光伏市场在 100 兆瓦至 1 吉瓦之间，可以承接光伏组件的简单组装，在满足本国需求（地面光伏、屋顶光伏、农村微电网）的同时，有可能出口部分产品到其它国家特别是周边的小国。

对于低收入的中小国来说（特别是太平洋、印度洋岛屿国家），光伏市场规模较小（市场不足 100 兆瓦），也没有工业基础和人力资源，全部光伏产品依然需要进口，发电方式主要是分布式（如屋顶光伏、农村微电网），在这些国家主要发展配合光伏应用的安装、维护和服务业务。

本文认为，中国光伏产业走出去不仅针对一个国家和地区，而且要考虑发展中国家整体的市场规模、工业基础以及人力资源等，需要整体规划。值得注意的是，无论处于何种发展阶段，具有何种国内市场规模，一个国家都需要培育与本国光伏应用市场相关的规划、商务模式、营销、安装和维护的专业人才，这也将是中国“一带一路”技术服务和智力输出的重要内容。

### （三）以“工业园区+屋顶光伏”模式助力中国光伏走出去

在“一带一路”建设中，中国光伏产业走出去面临政治、技术、融资三个方面的主要困难和挑战。从政策角度看，欧美、中国等光伏市场的发展历程充分说明，光伏应用的起步阶段需要政府的政策支持，特别是光伏电站的用地、税收以及电价的补贴等。此外，出台的政策也需要切实落地和贯彻执行。但是，在许多“一带一路”沿线的发展中国家，政府对于光伏缺乏有效的政策支持，处于“不作为”状态，造成市场无效，难以形成规模化的光伏需求。从技术的角度看，光伏制造业落地需要一定的工业基础、供应链和技术力量，以及与其他制造业落地的相关配套，许多中小发展中国家目前尚没有相应的能力。从融资角度看，由于发展中国家光伏市场不成熟，工业基础较差，光伏制造、应用项目的融资成本偏高。中国光伏企业走出去，特别是民营企业融资问题一直是扩大投资的一个障碍。此外，由于“一带一路”国家普遍基础设施发展薄弱，投资风险高，导致企业在进行海外产能扩张时融资非常困难。

面对上述挑战，“一带一路”国家应该按照新结构经济学的理论，因势利导集中力量办大事，建立加工出口区、工业园区，创造局部有利的基础设施和营商环境招商引资。光伏产业可以在工业园区内发挥双重角色：第一，工业园区内可以兴建太阳能光伏微电网（辅以储能系统，可与大电网对接、互补），为园区提供廉价稳定的电力；第二，光伏产业本身（如组件制造）作为高新技术可以落户园区，起到第一波投资人（first movers）的作用，带动其他产业入园。在园区内，中国光伏企业可以与其他行业的投资者“抱团”出海，扮演各自产业在能力、技术、设备、服务以及上中下游配套的角色，并发挥各自的优势，为不同层次的投资目的地国提供完整的解决方案，在解决能源供给的同时创造承接制造业转移的机会，实现工业化和经济转型。以新结构经济学理念为指导，创造“工业园区+屋顶光伏”的模式，包含了产业升级、能源安全以及绿色可持续发展的元素，形成多赢局面。屋顶光伏属于分布式供电模式，辅以储能电池可以建设微电网为园区供电，特别适用于大电网供电不稳定或者成本过高的发展中国家。

在融资方面，“工业园区+屋顶光伏”的模式有望降低风险，争取到丝路基金、国家开发银行、进出口银行等金融机构的更多支持。同时，光伏作为绿色能源，中国投资者有可能获得国际金融机构（如世界银行、非洲发展银行、亚洲开发银行、亚洲基础设施投资银行、金砖新开发银行等）以及各类大型跨国公司绿色金融的支持，并与其他国家的投资者一同合作，扩大产品的出口市场。

总体而言，对于“一带一路”国家来说，承接部分中国光伏产业链转移具有多重意义。第一，从民生的角度来看，光伏是绿色能源，本地生产的设备将有效降低成本，为扩大应用解决无电人口通电问题提供切实的方案。第二，从产业的角度来看，光伏技术在这些国家属于高新技术，在为其他产业提供稳定和廉价电源的同时，还有助于这类新兴国家在电源方面实现跨越式发展。第三，“工业园区+屋顶光伏”模式有利于改善投资环境，降低运营和舆论风险，并且还可以为其他产业的升级转移创造条件。

## 五、结语

本文从新结构经济学的视角，对中国光伏产业近 20 年来发展的历史进行了梳理与解读。该产业作为清洁可再生能源，在中国能够从几乎一片空白的追赶型产业迅速发展为占全球产能一半以上的领先型产业，非常需要总结其发展成功的原因，与此同时，也非常需要检讨产业发展过程中若干次政策的失误与挫折的教训。本文的分析表明该产业的发展再一次印证了新结构经济学的基本理论，即产业发展要获得成功，必须发挥禀赋比较优势，既需要“有效的市场”，又需要“有为的政府”。同时还需要尽力



避免政府的“乱为”与“不作为”，使得相关的产业政策真正能够帮助降低交易费用，将产业的潜在比较优势转换成企业的竞争优势，发挥好政府因势利导的有为作用。

如今，随着中国劳动力成本的不断上涨、光伏成本的不断下降和国家补贴逐步退坡，光伏产业已经变成“转进型”产业，需要进行结构调整。本文的分析发现，光伏产业对“一带一路”沿线许多国家而言，不但非常符合其光照条件良好、劳动力成本低廉等禀赋比较优势，还可以帮助克服其能源基础设施不足的发展瓶颈，特别是“工业园区+屋顶光伏”的具体模式还将有助于降低光伏企业在海外的投资风险。因此，中国光伏产业链未来向“一带一路”不同层次的国家进行梯级转移，不仅有利于中国光伏产业自身发展，而且有利于更多发展中国家招商引资，弥补清洁能源基础设施的短板，促进这些国家更好的工业化和可持续增长。中国是全球贸易大国，其他发展中国家的工业化与经济增长也会通过一般均衡效应反过来进一步促进中国其他产品的对外出口。基于在技术、经济、政治、战略等各方面的积极意义，本文认为中国政府应继续发挥因势利导作用，积极协同“一带一路”国家，帮助中国光伏企业在相应国家落地，实现双赢，促成“人类命运共同体”的实现。

## 参 考 文 献

- [1]ZHANG W, WHITE S. Overcome the liability of newness: entrepreneurial action and the emergence of china's private solar photovoltaic firms[J]. Research Policy, 2016, 45(3):604-617.
- [2]林毅夫, 张军, 王勇, 等. 产业政策: 总结, 反思与展望[M]. 北京: 北京大学出版社, 2018:3-15.
- [3]王勇, 华秀萍. 详论新结构经济学中“有为政府”的内涵——兼对田国强教授批评的回复[J]. 经济评论, 2017(3): 17-30.
- [4]林毅夫. 新结构经济学——重构发展经济学的框架[J]. 经济学(季刊), 2011(1): 1-32.
- [5]王勇. 新结构经济学中的“有为政府”[J]. 经济资料译丛, 2016(2):1-4.
- [6]王勇. 新结构经济学思与辩[M]. 北京: 北京大学出版社, 2017:41-53.
- [7]赵秋运, 王勇. 新结构经济学的理论溯源与进展——庆祝林毅夫教授回国从教30周年[J]. 财经研究, 2018(9): 4-40.
- [8]JU J, LIN J Y, WANG Y. Endowment structures, industrial dynamics, and economic growth[J]. Journal of Monetary Economics, 2015, 76(C): 244 - 263.
- [9]LIN J Y, WANG Y. Remodeling structural change[M]. Oxford: Oxford University Press, 2019: 70-95.
- [10]王勇. 有效市场与有为政府: 新结构经济学视角下的产业政策[J]. 学习与探索, 2017(4): 100-104.
- [11]张凯竣, 雷家骥. 中国光伏制造业国际竞争力评价分析[J]. 科技促进发展, 2013(2): 62-68.
- [12]童昕, 王涛, 李沫. 无锡光伏产业链中的全球-本地联系[J]. 地理科学, 2017(12):1823-1830.
- [13]江华. 中国光伏再出海: 五大难题待解[J]. 中国经济报告, 2017(11):65-67.
- [14]林毅夫, 巫和懋, 邢亦青. “潮涌现象”与产能过剩的形成机制[J]. 经济研究, 2010(10): 4-19.
- [15]王勇. 产业动态, 国际贸易与经济增长[J]. 经济学(季刊), 2018(2): 753-780.

# **Development of the Photovoltaic Industry in China and New Opportunities from the One-Belt-One-Road Initiatives: Analysis from the Perspective of New Structural Economics**

YU Jia, WANG Yong

**Abstract** As a type of clean and renewable energy, the solar photovoltaic (PV) energy has become increasingly important in the global energy system. The PV industry in China has been making tremendous progress in the past two decades and has already become a leading industry in the global market. In this paper, we apply the principles and methodology of New Structural Economics (NSE) to the analysis of China's PV industry stage by stage and component by component along its value chain. Our focus is on the stage-dependent key challenges along the industrial development, evaluations of relevant industrial policies and analyses of the interaction between state and market. The analysis shows that the development of China's PV industry supports the basic theory of NSE, that is, to achieve success in industrial development, we must give full play to the comparative advantage of endowment, which requires not only an "effective market", but also a "facilitating government", and at the same time, we need to try our best to avoid the government's "disorderly action" and "Inaction". Looking to the future, it is in urgent need for China's PV industry to seize the historic opportunity of the "One-Belt-One-Road" initiative, achieving the gradient transfer among countries of different economic levels. Therefore, China's PV industry could upgrade and transform itself together with benefits brought to the involved countries for their industrialization and sustainable growth.

**Key words** Photovoltaic Industry, New Structural Economics, Industrial Policies, Comparative Advantage, One Belt and One Road, Industrial Upgrading