



论我国光伏产业的发展优势与劣势

赛迪智库集成电路研究所 ■ 江华

0 引言

过去 10 余年,我国的光伏产业规模快速扩张,商用技术屡破世界纪录,一举发展成为具有全产业链领先优势的科技产业。据麦肯锡咨询公司的一项研究显示,光伏产业是我国领先世界且具有极大竞争优势的产业之一。但与此同时,相对于先进国家,我国光伏产业在部分领域仍有不足,需要进一步找差距、补短板,继续巩固和提升我国光伏产业的国际领先地位。

1 我国光伏产业发展的优、劣势对比

1.1 优势

1.1.1 制造能力全球领先

1) 全球光伏制造业不断向我国转移,我国光伏产业链各环节的产业规模均占全球较高份额。2018 年,我国多晶硅、硅片、太阳电池、光伏组件的产量分别达到了 25.9 万 t、107.1 GW、85.0 GW 与 84.3 GW,在全球总产量的占比分别为 58.1%、93.1%、74.8% 与 72.8%。其中,截至 2018 年底,光伏组件产量已经连续 12 年位居全球第一,全球累计产量的 2/3 以上由我国供应。

2) 通过积极实施“走出去”战略,我国光伏企业在全中国范围内实现产能扩张。据 CPIA 统计,我国已有超过 20 家光伏企业通过合资、并购、

投资等方式在海外布局产能,主要集中在越南、泰国、马来西亚等国家。2018 年海外布局的太阳电池有效产能达到 12.2 GW,光伏组件有效产能达到 18.1 GW。

3) 企业规模和实力也位居全球前列。多晶硅、硅片、太阳电池、光伏组件 4 大产业链环节全球产量前 10 的企业中,我国(未包含中国台湾地区)分别占到 7 家、10 家、9 家和 7 家。

1.1.2 产业链配套完善程度全球领先

我国光伏产业不仅在主产业链环节上规模全球领先,而且已经形成了一套几乎包含所有光伏专用设备、光伏平衡部件和配套辅材辅料的完整产业配套环境。这是其他国家所不具备的,即使是目前光伏制造业发展势头较猛的东南亚地区也尚未形成完整的产业链供应体系。光伏设备方面,受益于我国良好的半导体产业发展基础,我国光伏设备企业从硅材料生产、硅片加工、太阳电池与光伏组件的生产,到相应的纯水制备、环保处理、净化工程的建设,以及与光伏产业链相应的检测设备、模拟器等,已经具备成套供应能力;部分产品,如湿法清洗设备、制绒机、扩散炉、管式 PECVD、印刷机、单晶炉、多晶铸锭炉、层压机、检测及自动化设备等,已有不同程度的出口。辅材辅料方面,我国太阳电池、光伏组件生产所需的大部分原

收稿日期: 2019-09-03

通信作者: 江华(1983—),男,硕士,主要从事光伏产业、政策及市场发展方面的研究。jianghua@ccidthinktank.com



辅材料,如 EVA 胶膜、背板、银铝浆料、光伏玻璃等已实现国产供应。在“走出去”战略的带动下,原辅材料产品走出国门供应我国光伏企业的海外制造基地,部分企业在海外建厂。

1.1.3 产业化技术水平全球领先

近几年来,我国太阳能电池量产效率以年均 0.4%~0.5% 的速度快速增长,产业化技术水平一直全球领先。我国高效 PERC 太阳能电池的量产化规模已位居全球首位,骨干企业量产 PERC 单晶太阳能电池的平均转换效率已突破 22.6%。结合大硅片、MBB、半片、叠片、双面等组件技术,大规模量产的光伏组件的最高功率已突破 400 W。大硅片、铸锭单晶等硅片技术,以及 TOPCon、HDT 等高效电池技术的产业化进程也在稳步推进。

研发方面,国内光伏企业创造世界纪录的频率不断加快。2019 年 1 月,汉能和隆基分别创造了 24.23% 的 SHJ 电池国内最高效率,以及 24.06% 的 PERC 单晶太阳能电池世界最高效率。5 月 27 日,天合光能创造了大面积 n 型 i-TOPCon 单晶太阳能电池效率达 24.58% 的世界纪录。5 月 28 日,阿特斯创造了大面积多晶硅太阳能电池效率达 22.28% 的世界纪录。

1.1.4 光伏制造成本全球领先

受益于完善的配套环境、相对低廉的要素成本,以及产业规模效应,我国光伏产品的制造成本一直处于全球最低水平。多晶硅料生产已步入规模经济效益阶段,在产的多晶硅企业规模普遍在万 t 以上,多晶硅生产平均综合能耗下降至 71 kWh/kg-Si,骨干企业甚至已低于 63 kWh/kg-Si,多晶硅的生产成本降至 41.4 元/kg。在生产工艺技术进步、生产布局优化及原辅材等各环节持续降本带动下,2018 年领先企业的 PERC 单晶光伏组件的成本降至约 1.44 元/W,较 2010 年的 12 元/W 下降了近 90%。

1.1.5 市场规模全球领先

自 2013 年国务院发布《关于促进光伏产业健康发展的若干意见》(国发[2013]24 号)以来,

在各部门政策的推动下,我国光伏市场规模快速扩大,当年即跃居全球首位。2018 年,我国光伏发电新增装机量达到 44.26 GW,虽然同比有所下滑,但已连续 6 年位居世界第一;累计装机量超过 174 GW,连续 4 年位居全球首位。2018 年,我国光伏发电新增装机量占 2018 年所有新增电力装机量的 36%,高于其他能源居于首位。

1.2 劣势

1.2.1 基础研究能力滞后

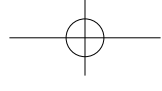
1) 原理性研究积累不足。目前我国大规模量产的晶硅电池技术,其结构原理来自海外高校科研院所;其他有望量产的高效电池技术,其电池结构的原创发明人也源自海外。这给我国光伏产业的国际化发展带来了知识产权纠纷风险。

2) 前沿性研究滞后。虽然我国在晶硅电池的研发上后来居上,不断创造世界纪录,但是在薄膜电池、量子点电池等前沿技术研发上储备不足,一旦出现产业化颠覆性技术,可能会给我国光伏产业带来沉重打击。

3) 缺乏国家级实验室。基本上每个光伏产业基础较好的国家均有其国家级的研发实验室,比如,德国有弗朗霍夫实验室、美国有 NREL 实验室、日本有 NEDO 等,他们均通过与企业联合研发、政府合同服务等方式开展共性关键技术研发,屡次创造了不同电池类型转换效率的世界纪录,并能通过产、学、研、用紧密结合的运营模式快速实现产业化。而我国国家级实验室均隶属于企业,未能发挥其共性技术研发服务行业的作用,高校科研院所的产、学、研、用结合能力也不足。

1.2.2 标准与检测认证能力不足

1) 标准滞后。虽然在数量上,我国光伏国标/行标相较国际通用的 IEC 标准更多,但很大一部分实施时间较早,技术指标落后,已经滞后于技术变革与进展较快的光伏产业的实际发展,并且部分标准缺失,尚未形成一套完善的标准体系。标准体系改革以来,各社会团体也在积



极开展光伏领域内的团体标准制定工作，但与 IEC、SEMI 等国际标准相比，存在标准质量不高、认可度低、行业影响力弱、企业应用积极性不高的问题。

2) 检测认证滞后。我国已经涌现了一批光伏领域内的检测认证机构，但与国外先进机构相比，仍存在检测能力不强、高素质检测人员缺乏、测试数据国际公信力有待提升的情况。由我国检测机构出具的电池转换效率数据尚不能得到国外权威机构的认可。相对于 TÜV、UL 等国际认证机构，国内光伏认证机构和品牌在国际市场的认可度不高，即使在国内，下游电站开发企业也往往采信国外认证机构的认证。

1.2.3 光伏发电成本相对较高

我国光伏产品生产成本较低，位于全球领先，但光伏电站的建设成本和度电成本却相对较高。2019 年，我国光伏发电补贴项目平均中标电价尚在 0.3 元 /kWh 以上，但全球光伏发电最低中标电价已低至 1.75 美分 /kWh，且已经有多地可以实现平价上网，甚至达到低价上网。这主要是由于我国光伏发电项目建设的非技术性成本较高造成的。

据统计，2018 年我国光伏电站建设的非技术性成本已占总投资成本的 20% 以上，并呈逐年上升态势。1) 土地成本方面，土地税费无统一标准，部分地方存在多收费、乱收费、随意变更的现象；即使有地方政府优惠承诺的“领跑者”项目，部分也面临较大的土地问题。2) 财务成本方面，国内光伏电站建设的贷款利率普遍比国外高 4~5 个百分点。3) 并网成本方面，本应由电网投建的接网工程往往由项目业主自行建设，电网企业受制于体制机制，很难回购代建资产。4) 补贴拖欠方面，目前光伏发电补贴拖欠金额已超过 600 亿元，企业年电费收入甚至无法偿还银行利息，遑论电站运维。

1.2.4 光伏发电利用水平仍然偏低

尽管我国年新增光伏装机量位居全球首位，

并且整体社会用电量巨大，但由于存在“弃光”“限电”等问题，导致光伏发电量占全部电力消费量的比例仍然偏低。2018 年，我国光伏发电量约为 1775 亿 kWh，约占全国全年总发电量的 2.5%。而在光伏发电发展历史较悠久的德国，其 2018 年全年光伏发电量为 45.7 TWh，占全部电力消费量的 8.5%。在光伏输出峰值阶段，德国电力的 40% 来自于光伏发电。

2 对策建议

2.1 加强顶层设计

依据能源转型目标与气候变化承诺目标，倒推以光伏为代表的可再生能源发展需求。统筹考虑所有电力企业、电网、配售电服务公司等利益相关方，协调工信部、财政部、发展和改革委员会、能源局、电网等部门，形成合力，研究制定以实现可再生能源发电为主导能源利用形式的电力体制机制，并加快落实。

2.2 推动产业创新发展

统筹现有资金渠道，支持关键技术研发，加快发展高效率、低成本的光伏发电新产品，突破高端装备和原辅材的技术瓶颈。加强基础性、前沿性、颠覆性技术布局，抢占产业发展的制高点。统筹政府资金及社会资本，依托国家重点实验室、国家工程中心等机构，推动建立服务行业的第三方国家级光伏共性关键技术研发服务机构，形成国际领先、面向全行业的综合性创新支撑平台。

2.3 强化标准、检测、认证体系建设

加大《太阳能光伏产业综合标准化技术体系》的宣贯和实施力度，充分发挥团体标准的作用，在政府项目和行业管理中引入团体标准，加强企业应用团体标准的积极性。加强检测认证机构能力建设，开展专业检测人员培养，强化诚信体系建设。协调政府出资的海外项目及含有国有资本建设的光伏发电项目采信国内检测结果及认证产品，以应用促发展。

(转第 76 页)

汽辅助热源自动启动。

2) 辅助热源停止控制: 在当前时段保持水位的情况下, 当热水供水温度达到设定温度时, 蒸汽辅助热源自动停止运行。



图2 高精度智能化控制柜的外观

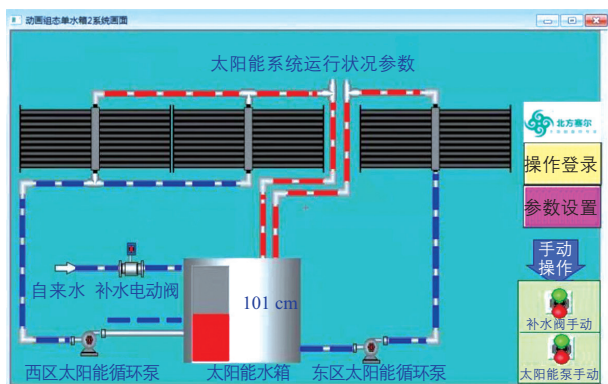


图3 高精度智能化控制柜的显示界面

2.3 系统特点

1) 通过高精度的水位控制, 保证按需补水, 而不是始终补满水, 从而保证每天尽量将水箱中经太阳能加热后的热水用完, 以保证最大化地利用太阳能。

2) 系统可实现辅助热源按需启动、按需加热, 用户需要用多少水, 辅助热源就加热多少水, 最大限度地节约辅助热源, 从而提高太阳能的利用率。

(接第17页)

2.4 降低电站项目的非技术性成本

1) 以支持可再生能源发展为原则, 按照已有政策征税范围下限规定光伏电站占用土地税收标准, 并对地方在光伏项目土地税收政策的前后一致性上进行监管。2) 落实电网并网设施建设责任, 对于企业代建的接入工程, 电网无法回购的,

3 建议

为了确保太阳能热水工程在实际使用中能够达到预期的设计效果, 建议将太阳能热水工程高精度智能化控制系统的控制与互联网技术相结合, 建立综合的能源计量和监测平台, 以便对太阳能热水工程的产热量、节能量、运行电量、辅助能源消耗量、用水量等数据进行长期的跟踪计量; 并以此数据为依据, 对系统的运行成本、节能效果、减排降耗、节约费用等方面进行综合评价, 从而可对系统控制参数进行进一步的修正和调整, 最终保证太阳能热水工程在实际使用过程中可以切实起到节能、减排、降耗的作用。



图4 能源计量监测平台 PC 端显示界面

4 结论

本文通过对南京市第一医院太阳能热水工程高精度智能化控制系统的分析, 说明了太阳能热水工程采用高精度智能化控制系统的重要性和必要性, 其能够实现稳定、安全、高效的控制目的, 从而达到了最优化的节能效果, 为今后太阳能热水工程中控制系统的设计及应用提供了参考。**太阳能**

可通过提高一定幅度收购电价的形式实现费用补偿。3) 切实督促地方政府落实《关于做好风电、光伏发电全额保障性收购管理工作的通知》(发改能源[2016]1150号)中有关光伏发电保障收购小时数的要求。4) 政府应给出解决补贴拖欠问题的明确时间截点。**太阳能**