

产业集聚视角下的北海市光伏产业发展路径研究

黄庆强 卢金燕

桂林电子科技大学北海校区，广西北海，536000；

摘要：石化能源等传统的不可再生资源的日渐枯竭以及世界“碳达峰、碳中和”的强烈诉求，太阳能等新能源的深度综合开发与利用日益受到世界各国的关注。中国政府在制定宏观产业政策以优化能源结构，积极扶持可再生能源，尤其是光伏新能源的发展。对北海而言，丰富的石英砂资源储量是大力发展光伏玻璃产业的一大优势。据统计，广西北海玻璃用石英砂资源丰富，现已发现矿产地10处，其中大型矿床1处，中型矿床2处，小型矿床5处，矿点2处，主要分布于北海海岸线及合浦县，已查明的石英砂矿储量有37893万吨。其中，已取得采矿权的6大高岭土矿探明高岭土矿储量折算高岭土尾矿总量约2.74亿吨；海砂石英砂约10.2亿吨，二氧化硅含量为98%；第四纪沉积砂目前设有探矿权3个，总面积58.94平方公里。本论文从经济学产业聚集的视角出发，结合地区的资源禀赋、提出北海发展光伏产业的路径与机理，为北海市打造以光伏产业为支柱的世界级新能源产业基地建言献策。

关键词：产业集聚；光伏产业；发展路径

DOI: 10.69979/3041-0673.25.11.016

1 理论背景

1.1 光伏产业

光伏产业，简称PV(photovoltaic)。光伏发电本质是依靠光生伏特效应，把光能转化成为电能。太阳能电池是能量转化实现的关键部件。光伏发电装置主要由经过串联与封装保护的太阳能电池组件与功率控制器件等组成。我国76%的国土光照充沛，光能资源分布较为均匀；与其它能源诸如水电、风能、核电相比，光伏发电不会产生任何污染排放或噪音，其技术应用广泛成熟，安全且可靠。除了能并网进行发电与离网应用，太阳能光伏开发了多形式储能技术，比如抽水、超导体、化学蓄电池、制氢等，光伏能加上储能技术基本可以保障中国将来的能源需求。随着石化等不可再生资源的日益枯竭及全球“碳达峰、碳中和”战略的深入实施，世界各国都在制定关于光伏产业发展的能源革命规划。光伏产业的核心材料是硅晶材料，其发掘、提纯、制作、深加工与应用开发形成产业的上、中、下游环节。

1.2 产业聚集

产业集聚一般是指某一个产业在特定的地域范围内高度聚集，该产业发展的各个要素在此区域范围内持续汇合的现象。即在某一地理区域范围之内，某类产品催生多个不同类型的企业，同时为这众多企业相配套的关联企业和衍生服务业深度融合有机地聚集到一起。多种要素集聚产生溢出效应，通过基础设施、机器设备、

信息技术、产业人才、宏观政策红利的共享，区域内企业的运营成本可以实现有效削减，从而提升各自的经济效益。受益于由此带来的规模经济效应，产业能提升自身的市场竞争力。此外，产业的示范效应能招揽更多的行业企业进入该产业集聚区域。

产业集聚的形成主要来源于指向性集聚和经济联系性集聚。指向性集聚，一般可以认为因为某区域独特资源禀赋得到充分引导，最终聚合构成的产业集群。通常这类聚集的特点是充足的廉价劳动力、原材料资源丰富、市场交易活跃而且还是交通枢纽节点。这些地域资源禀赋优势作为指挥棒，带动生产要素聚集于一区域由此产生产业集群。而经济联系性集聚主要着眼于强化区域之内企业间的经济联系，使企业的发展拥有良性的外部条件。经济联系性集聚有两种情况。首先，纵向型经济带动，即某企业的投入成为另外企业的产出。其次，横向型经济横向引起，依附于区域产业巨头产生的企业集群之间的关系。

2 “双碳”背景下光伏产业的发展前景

由于产业具备数十年的技术沉淀，加上全球碳中和呼声高涨，光伏发电由于其低价、清洁和安全的属性到了大力发发展。人们对产业发展的前景疑虑也得到了消除。

联合国相关贸易统计数据显示，2017年—2021年间，我国光伏产品出口由最初的766.9亿元增加到1838.5亿元，年平均增长率约20%。2021年我国光伏产品出口量占世界市场份额44.2%，14年持续占领全球光伏

产品出口国头把交椅。到2020年，虽有新冠肺炎疫情的负面影响，我国光伏产品出口仍逆势增长3.9%，其出口总额达1370亿元。2022年的头7个月，我国光伏产品出口额达1847.6亿元，其规模已然超过去年全年总出口额，增长率是100.3%。

2021年，国家发改委发布《关于2021年新能源上网电价政策有关事项的通知》，明确了风电、光伏发电等新能源上网电价政策，这标志着我国光伏产业迈入平价阶段，行业整体上实现了市场化发展，摆脱了对政策的依赖，取而代之的是技术影响的加强。当下，中国光伏发电的成本已低到每度电只需几分钱。

随着自身的技术进步，光伏发电还可以应用到其他产业场景，诸如光伏+土地修复、光伏+通信基站、光伏+旅游观光等等。因为光伏安全、清洁、低廉，所以它能保障经济社会健康、高效发展。此外光电平价上网增加人民收入、使能源行业多元化发展成为可能，这也让人们对于光伏产业的未来充满了期待。

3 国内光伏大省产业发展经验

在国家“双碳”目标的推动下，分布式光伏已成为能源转型的重要支柱。截至2024年底，我国分布式光伏累计装机达3.7亿千瓦，占全国发电总装机的11%。然而，受资源禀赋、政策导向及电网承载力等因素影响，各省份的发展路径呈现显著差异。

3.1 东部省份主要发展特点是工商业主导，技术创新驱动

典型代表有广东、江苏、浙江。东部地区经济发达、工业电价高，且屋顶资源丰富，工商业分布式光伏成为主流。广东省凭借珠三角密集的工业园区和年均2200-3000小时的日照资源，分布式光伏装机长期领跑全国。2024年，其工商业分布式新增装机占比超70%，度电成本降至0.3-0.4元，企业自用比例高达80%。未来，广东将重点推进“光伏+储能+智能电网”模式，通过市场化交易提升绿电收益。江苏与浙江两省依托成熟的产业链和政策支持，探索“整县推进”与“零碳园区”模式。江苏2024年分布式新增装机1797.4万千瓦，位居全国第一；浙江则通过“四可”（可观、可测、可调、可控）技术改造，实现分布式光伏与电网灵活互动。

3.2 中部省份主要特点是户用光伏下沉，乡村振兴赋能

中部地区光照条件适中，户用光伏市场从早期爆发式增长转向精细化运营。典型代表有河南、湖北。河南省2023年以744万千瓦新增装机居全国首位，户用光

伏占比超50%。通过“光伏贷”和“租赁屋顶”模式，河南将分布式光伏与乡村振兴结合，农户年收益可达3000-5000元。但部分地区因电网承载力不足暂缓备案，倒逼政策转向储能配套和电网升级。湖北省依托长江经济带区位优势，重点发展“农光互补”项目。宜昌秭归县利用荒坡建设村级光伏电站，年发电量超2600万千瓦时，收益用于村集体脱贫。

3.3 西部省份：光储融合，破解消纳难题

西部地区光照资源优越，但消纳能力较弱，需通过储能和跨省输电破解瓶颈。西部省份加速部署钠离子电池储能系统，度电成本较锂电低30%，且更适合高寒环境，为分布式光伏提供稳定调峰能力。典型代表有山西、云南和宁夏。山西省2024年分布式光伏装机突破1000万千瓦，年发电量增长49%。山西创新“光储直柔”模式，如在运城试点乡镇直流微电网，光伏电力直接供给充电桩和农户，余电集中上网，就地消纳率超90%。大同水泥厂利用厂房屋顶建设6兆瓦项目，年节约电费超千万元。云南年日照超3000小时，分布式光伏以“光储互补”为主，搭配小水电调峰。宁夏则依托特高压通道，将分布式绿电输送至东部，2024年跨省交易电量占比达30%。

4 北海市光伏产业高质量发展路径与策略

目前，在“双碳”目标的大背景下，大力发展战略性新兴产业，对优化能源结构、推动能源生产和消费升级、促进社会生态文明具有重要意义。要实现从小到大、从大到强的跃升，北海光伏产业的发展必须走出一条因地制宜特色发展、龙头带动集聚发展、智能制造绿色发展之路。

4.1 坚持规划引领导向，规范产业健康可持续发展

坚持依法依规、科学布局的原则，尽早修订能较好地体现集约、持续、全面系统发展的北海市光伏产业发展规划。强化宏观顶层设计，在充分考虑能耗、土地、水资源等环境承载能力的前提下，以规划引领光伏产业发展与经济社会的实际相协调，全盘统筹其规模与质量、结构与效益、近期举措与长远规划，努力实现经济效益、生态效益和社会效益相互统一。

4.2 加强基础设施建设，夯实光伏产业发展基石

首先，多渠道筹集基础设施建设资金，如利用国家开发银行发布的《实施绿色低碳金融战略支持碳达峰碳中和行动方案》与工业和信息化部与人民银行、银保监会、证监会联合发布《关于加强产融合作推动工业绿色

发展的指导意见》的平台和机制积极申报国家中长期贷款及融资支持。其次，积极谋划设立光伏园区开发债券和产业服务专项债、以完善园区基础设施配套和服务管理水平，吸引产业集聚。最后，探索政府主导+社会资本参与的基础设施共建共享共管合作模式，形成投资主体多元化、建设方式多样化、运营服务市场化的新格局，丰富公共产品供给，提高公共服务的效益与质量。

4.3 完善产业全链条配套，构建一体化协同发展体系

构建从上游硅锭、硅棒，到中游硅片、电池片、组件，再到下游光伏应用产品与系统集成，以及逆变器、浆料、光伏玻璃、专用设备等全产业链环节。依托强大的产能，形成“领航企业、龙头骨干企业顶天立地，中下游配套中小企业铺天盖地”的产业发展格局，以增加就业机会，拓宽财政收入来源，让全市人民共享光伏产业发展的红利。

4.4 实施产教融合，为光伏产业高质量发展提供智力支持

加大科研投入，培养产业人才，抢占技术制高点。首先，要加快建设产业研发中心和技术支撑平台。其次，要统筹好全区高校、科研机构与光伏企业的资源，加大科研投入，夯实光伏产业的基础研究、应用性研究、产业化研究。最后，要完善光伏人才培养机制。引导光伏企业与各级学校共同建立光伏产业学院，开发光伏相关专业课程群与职业技能培训，为产业发展提供智力支持。

4.5 打通西部陆海新通道光伏能源合作走廊，深化产业国际交流与合作

积极与国外光伏行业巨头在技术、人才、资本、产业标准等领域开展合作。充分利用“一带一路”平台，拓宽光伏产品出口渠道，支持相关产能到国外建厂、开发智能光伏项目，实现光伏治沙、光伏扶贫在国外落地，打造人类命运共同体样板工程。

4.6 建立全域光伏发电示范基地，助力各领域碳达峰、碳中和

贯彻国家“双碳”战略，落实广西能源发展“十四五”规划，建立北海市全域光伏发电示范基地，推动建设国家级“双碳”先行示范区。

智能光伏工业。在工业园区、工业产业基地等推进光伏绿能示范项目，对使用可再生能源比率高的企业给予奖励。大力提倡企业厂内绿能发电厂建设，发展厂房光伏、储能技术创新、高效热泵、余热余压回收利用与

智能电网建设等。

智能光伏交通。实施“光伏+交通”示范项目工程，推广普及太阳能光伏电站与充电桩。加大太阳能光伏发电在公路服务区、加油站、隧道、公交与货运场站、港口码头、航标与各种导航设备设施、码头趸船等场景的建设力度。

智能光伏建筑。在广大城镇与农村地区创造便利条件，稳步推进居民住宅屋面、屋顶等智能太阳能光伏系统，完善宏观政策鼓励国有企业、学校、机关单位等公益性建筑使用太阳能光伏屋顶系统。

智能光伏农业。加快农业绿色低碳循环发展，将光伏发电与农业设施有机结合，开发农光互补、渔光互补应用场景，在种养殖、农作物补光、光照均匀度与透光率调控、智能运维、高效组件开发等方面实施深度创新。

智能光伏电站。充分利用沙漠、荒山与海边滩涂、煤场沉陷区等废弃场地，一地一策开发智能光伏电站项目。

4.7 打造具有全球影响力的光伏全产业链交易市场

光伏交易市场定位于集“展览展示、检测报价、培训教育、科研技术、配套物流、支付融资、传媒信息、国际交易”于一身，为来自全球的企业提供“一站式”服务。市场将定期举办各项大型采购活动，不定期举办各类培训、学术会议及小型采购类会议，形成光伏生产设备、电池、相关零配件、原材料、应用产品、工程以及系统集成的全球集散中心。

参考文献

- [1]曹益嘉.平价上网时代光伏产业的投资价值研究[J].今日财富(中国知识产权),2021(03):25-26.
- [2]刘禹.碳中和背景下，能源变革成为“必考题”[N].上海科技报,2021-10-22(001).
- [3]赵雪倩,张仲伍,孙九林,魏凯艳,何雪宁.基于区位熵的山西省农业产业集群研究[J].陕西理工大学学报(自然科学版),2022,38(01):74-81.

作者简介：黄庆强（1978.10-），男，壮族，广西人，硕士研究生，讲师，研究方向：产业经济学、物流管理。

基金项目：本文为桂林电子科技大学北海校区经济与管理学院科研项目“产业集聚视角下的北海光伏产业发展路径研究”（项目编号：JGYB202202）研究成果。