

中国光伏装备制造业企业与产业园区时空分布数据集 (2006–2021) 研发

练文华, 张晓平*, 吴爱萍, 宋佳雯, 潘仲璟

中国科学院大学资源与环境学院, 北京 100049

摘要: 中国是全球最大的光伏需求市场和规模最大的光伏产品供给国, 中国光伏制造业推动了全球能源绿色转型和可持续发展。作者基于企查查、天眼查、国家企业信用信息公示系统等企业信息平台及前瞻产业研究院等网站, 对中国光伏装备制造企业和园区信息进行收集、整理、汇总, 并利用高德地图开放平台确定光伏装备制造企业的地理坐标, 最终得到中国光伏装备制造企业与产业园区空间分布数据集, 主要包括园区、企业名称、规模和地理位置等信息。在此基础上, 作者进一步刻画了中国光伏装备制造业时空格局演化特征。本数据集包括: (1) 中国光伏产业园区信息 (2021 年); (2) 中国光伏装备制造企业信息 (2006–2021 年); (3) 中国地级市光伏装备制造业新增企业数量信息 (2006–2021 年); (4) 中国地级市光伏装备制造业新增企业规模信息 (2006–2021 年)。数据储存格式为.xlsx 格式, 由 1 个数据文件组成, 数据量为 729 KB。

关键词: 光伏发电; 装备制造业; 时空分析; 区位选择; 2006–2021

DOI: <https://doi.org/10.3974/geodp.2024.04.09>

CSTR: <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2024.04.09>

数据可用性声明:

本文关联实体数据集已在《全球变化数据仓储电子杂志 (中英文)》出版, 可获取:

<https://doi.org/10.3974/geodb.2024.09.06.V1> 或 <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2024.09.06.V1>.

1 前言

随着光伏发电技术的进步与革新, 光伏发电的成本不断降低, 光伏产业成为了推动全球绿色可持续发展和应对气候变化的核心力量。在全球气候治理态势日益严峻的当下, 光伏装备制造业对国家政府的战略意义愈发关键, 全球各国纷纷通过政策支持和产业规划积极推动本国光伏制造业的发展。在政策支持和市场需求的双重刺激下, 中国已成为全球最大的光伏需求市场和规模最大的光伏产品供给国, 截止 2023 年, 中国光伏产业产值达到

收稿日期: 2024-09-15; 修订日期: 2024-11-12; 出版日期: 2024-12-24

基金项目: 国家自然科学基金 (42271193, 41771133)

*通讯作者: 张晓平, 中国科学院大学资源与环境学院, zhangxp@ucas.ac.cn

数据引用方式: [1] 练文华, 张晓平, 吴爱萍等. 中国光伏装备制造业企业与产业园区时空分布数据集 (2006–2021) 研发 [J]. 全球变化数据学报, 2024, 8(4): 422–429. <https://doi.org/10.3974/geodp.2024.04.09>.
[2] 练文华, 张晓平, 吴爱萍等. 中国光伏装备制造业企业与产业园区时空分布数据集 (2006–2021) [J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2024. <https://doi.org/10.3974/geodb.2024.09.06.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2024.09.06.V1>.

1.75 万亿元，新增装机容量为 216.88 吉瓦，均居世界首位^[1]。目前，中国已建立了涵盖高纯硅材料、硅锭/硅棒/硅片、电池片/组件、光伏辅助材料及光伏设备等环节的完整光伏制造产业链。中国光伏制造业逐步实现了全产业链环节自主可控，在全球市场中形成了显著的竞争优势，并有望成为高质量发展的典型战略性新兴产业^[2,3]。

从光伏制造业的发展历程来看，集群化对其产业组织演化具有重要的推动作用，但不同发展阶段光伏制造业的集群特征存在显著差异^[4]。尤其在近几年，越来越多的地区对光伏制造业的关注度不断提升，并将其视为地方产业引进和投资的重点^[5]。在地方政府的积极推动下，光伏制造项目纷纷落地，光伏制造业空间布局与本地生产组织的优化成为推动地区高质量发展的关键^[6]。目前，光伏制造业的有关研究多集中于光伏产业的问题与挑战^[7]，全球光伏贸易特征及机制^[2]，技术创新的合作与转移^[8]等，而部分针对光伏制造业时空布局的研究主要集中在光伏发电实现平价上网之前^[9,10]。为增强研究的时效性，有必要对光伏制造业的空间组织演化做进一步的更新和深化。

有鉴于此，深入分析中国光伏装备制造业空间组织演化特征，有利于解构新兴产业体系的空间布局演化逻辑，为优化光伏制造业的生产组织和其他新兴产业的规划发展提供依据与参考。为此，本数据集提供了中国光伏装备制造业企业与产业园区时空分布数据集（2006–2021），该数据包括了光伏产业园区信息，光伏装备制造企业的名称、注册资本、所在地区、地址、营业范围、所属行业等信息，可为相关研究提供一定的数据支撑。

2 数据集元数据简介

《中国光伏装备制造业企业与产业园区时空分布数据集（2006–2021）》^[11]的名称、作者、地理区域、数据年代、数据集组成、数据出版与共享服务平台、数据共享政策等信息见表 1。

3 数据研发方法

本研究收集整理了中国光伏产业园区与光伏装备制造企业数据（受数据局限，研究未包括港澳台地区）。其中，产业园区相关信息来自前瞻产业研究院¹；企业信息分别来源于企查查²和天眼查³。采取关键词高级检索，以“光伏装备”和“光伏制造”为关键词进行高级检索；行业选择“制造业–通用装备制造业和专用装备制造业”，注册资本为 1,000 万元人民币以上，进行查询；对上述得出的两组企业信息数据进行比较、去重等数据处理后，选取在 2021 年 12 月 31 日之前注册成立的企业作为研究对象。最后将汇总的 4,680 家企业按企业名称在企查查数据库加以检索，检索结果包含企业名、注册时间、注册资本、所在地区、地址、营业范围、所属行业和企业地址等信息。企业股份结构的不同，使其注册资本的货币单位不一，故此利用注册时的汇率对外资企业的注册资本进行统一处理。由于企查查网站和前瞻产业园区数据库没有地理坐标，故利用高德地图开放平台坐标拾取器⁴根据

¹ 前瞻产业研究院. <https://x.qianzhan.com/>.

² 企查查. <https://www.qcc.com/>.

³ 天眼查. <https://www.tianyancha.com/>.

⁴ 高德地图开放平台坐标拾取器. <https://lbs.amap.com/>.

地址信息获取相应地理坐标。具体数据库构建技术路线如图 1 所示。

表 1 《中国光伏装备制造企业产业园区时空分布数据集》元数据简表

条 目	描 述
数据集名称	中国光伏装备制造企业产业园区时空分布数据集（2006–2021 年）
数据集短名	PhotovoltaicEquipManuChina2006–2021
作者信息	练文华，中国科学院大学 资源与环境学院，lianwenhua21@mailsucas.ac.cn 张晓平，中国科学院大学 资源与环境学院，zhangxp@ucas.ac.cn 吴爱萍，中国科学院大学 资源与环境学院，wuaiping20@mailsucas.ac.cn 宋佳雯，中国科学院大学 资源与环境学院，songjiawen22@mailsucas.ac.cn 潘仲璟，中国科学院大学 资源与环境学院，panzhongjing24@mailsucas.ac.cn
地理区域	中国（港澳台地区无数据）
数据年代	2006–2021 年
数据格式	.xlsx
数据量	729 KB
数据集组成	（1）中国光伏产业园区信息（2021 年） （2）中国光伏装备制造企业信息（2006–2021 年） （3）中国地级市光伏装备制造企业新增企业数量信息（2006–2021 年） （4）中国地级市光伏装备制造企业新增企业规模信息（2006–2021 年）
基金项目	国家自然科学基金项目（42271193，41771133）
出版与共享服务平台	全球变化科学研究数据出版系统 http://www.geodoi.ac.cn
地址	北京市朝阳区大屯路甲 11 号 100101，中国科学院地理科学与资源研究所
数据共享政策	（1）“数据”以最便利的方式通过互联网系统免费向全社会开放，用户免费浏览、免费下载；（2）最终用户使用“数据”需要按照引用格式在参考文献或适当的位置标注数据来源；（3）增值服务用户或以任何形式散发和传播（包括通过计算机服务器）“数据”的用户需与《全球变化数据学报（中英文）》编辑部签署书面协议，获得许可；（4）摘取“数据”中的部分记录创作新数据的作者需要遵循 10% 引用原则，即从本数据集中摘取的数据记录少于新数据集总记录量的 10%，同时需要对摘取的数据记录标注数据来源 ^[12]
数据和论文检索系统	DOI, CSTR, Crossref, DCI, CSCD, CNKI, SciEngine, WDS, GEOSS, PubScholar, CKRSC

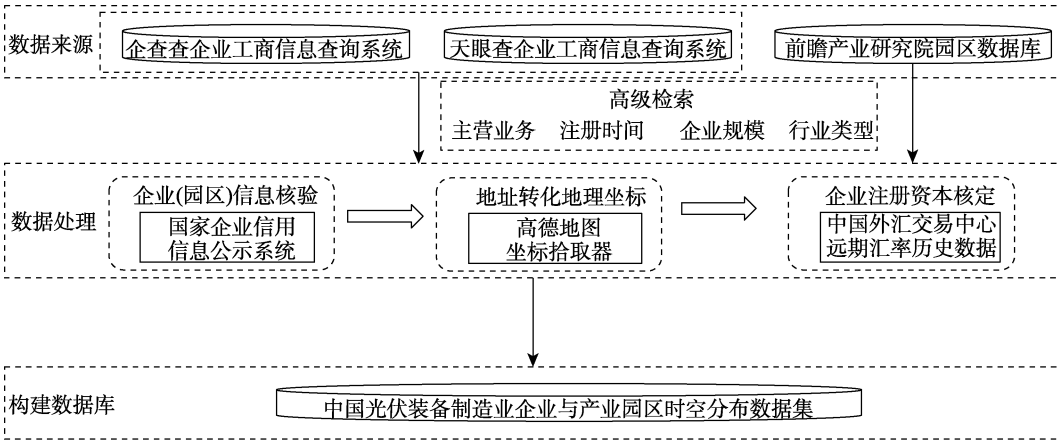


图 1 数据集构建路线图

4 数据结果

4.1 数据集组成

《中国光伏装备制造业企业与产业园区时空分布数据集（2006–2021）》共包含四个部分，分别为中国光伏产业园区信息、中国光伏装备制造业企业信息、中国地级市光伏装备制造业新增企业数量信息、中国地级市光伏装备制造业新增规模信息。

4.2 数据结果

研究期间，在政策补贴和庞大市场需求的刺激下，中国光伏装备制造业快速发展，相关企业数量从2006年的849家激增至2021年的4,680家。与此不同的是，新增光伏制造企业的平均注册资本规模却呈现出相反的变化趋势，从2006年的6,400万元下降至2021年的3,512.33万元（图2）。随着产业的成熟，新进入企业的注册资本普遍低于早期企业。这可能与几个因素有关：首先，行业内的龙头企业通过快速占领市场，已经突破了已有高门槛，后进入的公司多为先发公司的子公司；其次，地方政府在引进新企业时，通常会提供企业配套和基础设施，降低了新企业的初始投资成本，从而导致了注册资本的整体下降趋势。

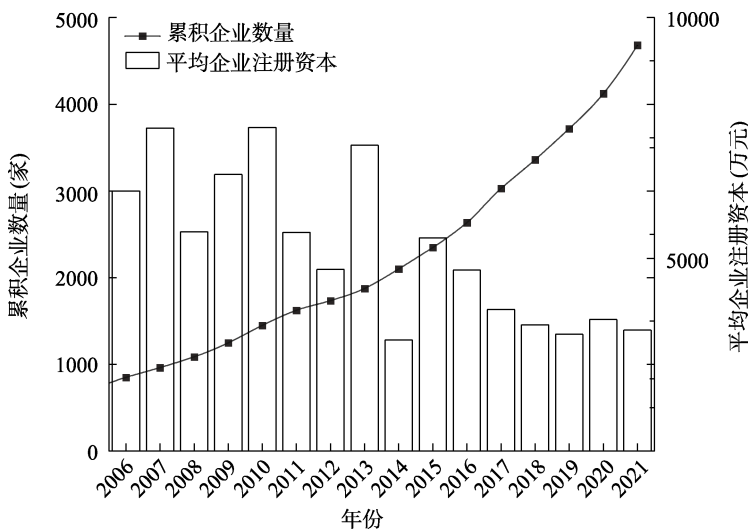


图2 中国光伏装备制造业企业数量与规模变化图（2006–2021）

光伏产业园区作为光伏产业的集聚地，在光伏制造业的发展中起到了不可忽视的作用。其不仅推动了市场规模的扩大和产业集中度的提升，而且有助于增强园区内部企业的整体竞争力，进而促进了产业向高端化和智能化的转型。截至2021年底，全国共有68个光伏产业园区（图3），且大多位于产业链布局完善或太阳能资源丰富的地区，其中江苏以10家光伏产业园区位居首位，紧随其后的是山东（8家）、浙江（6家）和青海（5家）。

基于本数据集，作者根据文献^[13]刻画了分阶段的光伏装备制造业空间组织演化特征，具体结果如图4所示。总体上，光伏装备制造业的空间组织具有显著的空间集聚特征，大体上形成了“东-中-西”阶梯式递减的空间分异格局，主要高聚集区集中在长三角、京津冀和珠三角地区；次级集聚区则主要分布在武汉、郑州、成都和西安等区域性中心城市

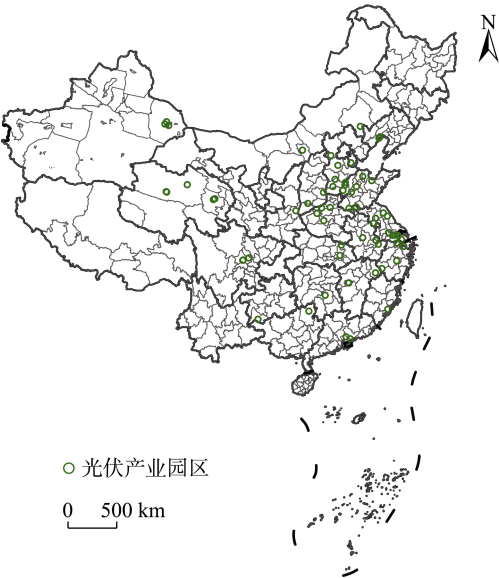


图 3 中国光伏产业园区空间布局图（2021）

（该图基于国家自然资源部地图技术审查中心标准地图（审图号: GS（2024）0650 号）绘制，底图无修改）

及其周边；同时在酒泉、中卫，石河子、包头等地形成了小规模集聚区。

从企业数量的时空演化来看，研究早期，新增企业的城市多集中在江苏、山东和河北等地，其次是中西部的区域性中心城市西安和成都。而在研究中期，光伏制造业企业进入江苏、安徽和浙江等东部城市热度不减，中西部的长沙和重庆等地也开始受到相关企业的关注和青睐。在研究后期，受益于本地完备的产业基础，东部省市对光伏制造企业依旧保持着高度的吸引力。由于本地要素的比较优势，如包头的政府招商，曲靖的廉价水电资源、酒泉的太阳能光照等本地要素优势，使部分中西部省市对光伏制造企业吸引力持续增强。

从企业规模的时空演化规律来看，大规模企业多成立于早期的长三角和京津冀地区，但同为早期集聚地珠三角的企业规模相对较小。在研究后期，除部分上游新创硅原料企业规模较大之外，其他企业规模整体偏小。首先，京津冀地区的光伏制造业多以资本雄厚的国有企业为主；其次，长三角和珠三角地区在产业链环节的分工不同，其所需的基础设施与生产要素不同所导致两地企业规模存在较大差异。此外，新创的企业多为辅助型的企业，为相关龙头企业提供相关的产品和支持，依附龙头企业自身营运成本相对较低。总体而言，大规模企业集中在长三角、京津冀等先发地区，零星分布于硅原料和龙头企业的生产基地。

总体上，中国光伏装备制造业展现出明显的空间集聚特征。然而，通过计算地级市现存企业数量的 Moran’s I 指数（见表 2），我们发现尽管产业集聚趋势明显，但这一趋势正逐渐减弱。其中，产业集聚现象是由于规模经济效应、技术创新与知识溢出、供应链协同等因素的作用。然而，随着市场需求多元化、规模不经济、政策环境变化、技术进步与成本降低以及地方政府的招商引资等因素的影响，导致其集聚态势逐渐减弱的趋势。如图 4 所示，光伏装备制造业正从早期的核心区域向外扩散，呈现出从东部到西部递减的空间分

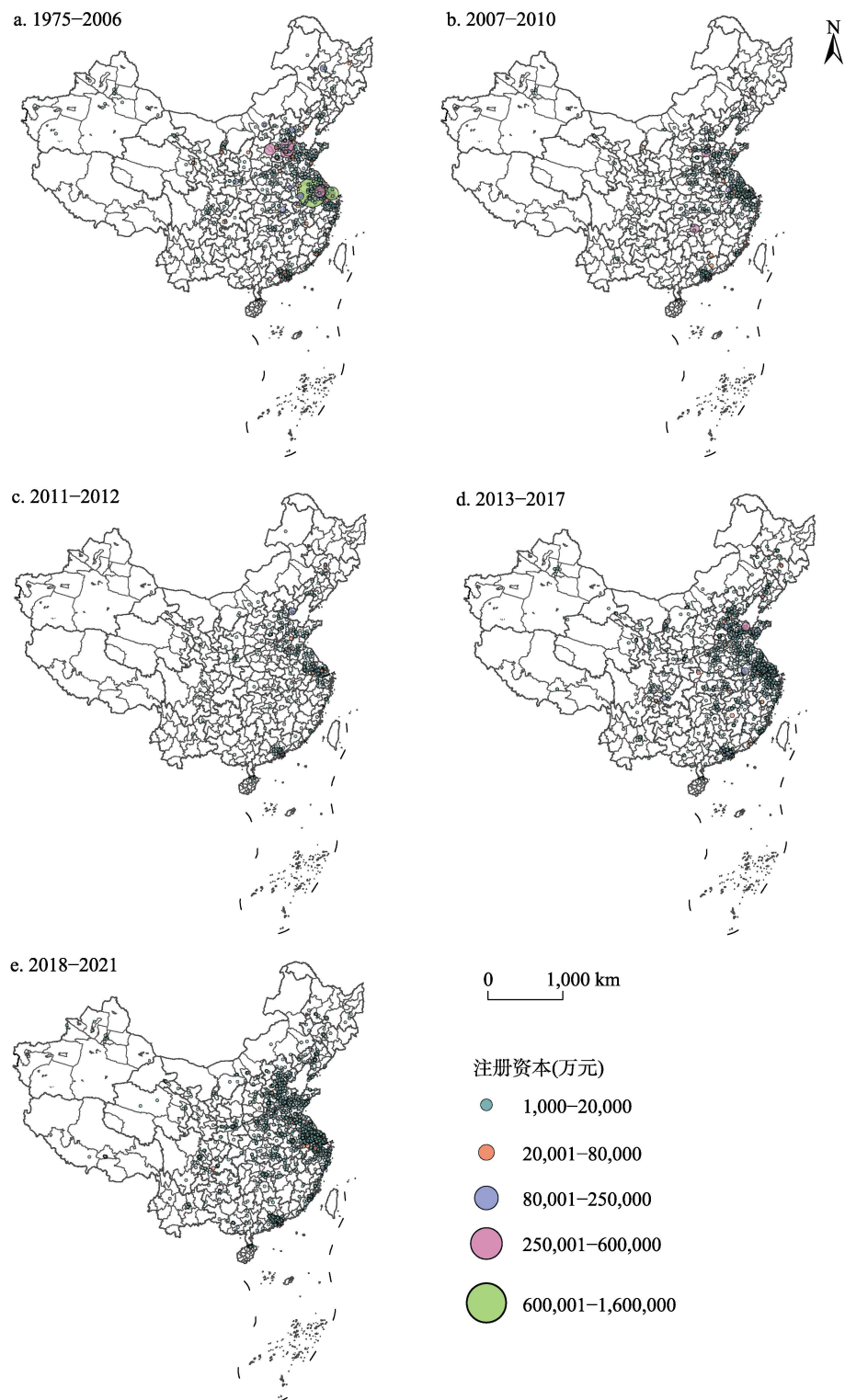


图 4 中国光伏装备制造制造业企业的时空布局演变图
(该图基于国家自然资源部地图技术审查中心标准地图(审图号: GS (2024) 0650 号) 绘制, 底图无修改)

布模式。具体来看，东部地区的光伏装备制造企业主要集中在产业核心城市及其周边，而中西部地区则多集中于省会城市以及太阳能资源丰富的城市。

表 2 中国地级市光伏装备制造企业数量的 Moran's I 指数

年份	2005	2010	2012	2017	2021
Moran's I 指数	0.455,59	0.481,96	0.474,93	0.461,44	0.404,93
预期指数	-0.002,77	-0.002,77	-0.002,77	-0.002,77	-0.002,77
方差	0.001,03	0.001,01	0.000,100	0.001,01	0.001,00
z 得分	14.292,09	15.201,23	15.117,14	14.580,64	12.887,27
p 值	0	0	0	0	0

5 讨论和总结

经过逾二十年的发展，中国光伏装备制造业已经在全球价值链中占据了关键地位，并对全球向清洁能源转型及应对气候变化做出了显著贡献。本研究旨在深入剖析中国光伏装备制造业的空间布局演变规律，以期为解构新兴产业体系的空间布局演化机理提供理论支撑，优化光伏装备制造业的生产组织结构，并为其他新兴产业的发展策略提供参考与借鉴。

《中国光伏装备制造企业和产业园区数据集》涵盖了 68 个产业园区及 4,680 家企业的详尽信息，包括名称、经营状况、注册时间、注册资本和经营范围等。首先，在本数据库的开发过程中利用多渠道的数据相互佐证，确保了数据的全面覆盖与高准确性。其次，数据清洗阶段，通过对企业注册资本、注册地、经营范围、注册资本等字段进行清理、标准化和统一，提高了数据的一致性。最后，在研究的时空尺度层面，涵盖了时间维度、空间尺度和企业规模维度等，并利用地理编码功能将相关数据可视化，确保更为清晰的展示多维度视域下光伏制造产业演变动态。根据构建的数据库的结果分析可知，研究期间，中国光伏装备制造业的企业数量经历了快速增长，但自 2018 年后企业数量的增长速度有所放缓。从企业规模角度来看，平均注册资本呈现下降趋势。时空演变特征分析表明，中国光伏装备制造业的空间布局表现出显著的集聚特征，并且随着产业的持续发展，这一集聚态势正逐步减弱，企业分布开始从长三角等先行核心区域向外围地市扩散。在企业规模的地理分布上，大规模企业主要集中在上海、北京等经济中心，以及陕西、贵州、四川等中西部资源丰富的省份。

本数据集详尽地记录了中国光伏装备制造业在时空布局上的演变特征，为深入理解该行业的发展轨迹、科学预测其未来走向，并为地方政府产业发展规划奠定了坚实的数据基础。该数据集不仅涵盖了光伏装备制造业的宏观发展态势，还细致地刻画了企业规模、地理分布等微观层面的特征，为相关政策制定提供了有力的数据支撑。研究者可以依托此数据集，采用先进的分析工具和方法，进一步深化对光伏装备制造业及其与区域经济、社会结构之间相互作用关系的研究。这包括但不限于探索不同地区间的经济联系、企业间的合作与竞争关系以及社会环境对产业发展的影响等多维度因素。通过这些研究，可以更全面地评估光伏装备制造业对促进区域经济发展、产业升级和社会就业等方面的综合效应，为

制定更加精准有效的产业政策和发展战略提供科学依据。

作者分工：张晓平提出和推动了该数据集的研发、数据集设计和数据论文修编；练文华对数据集的开发和研究做了总体设计，并撰写了数据论文；吴爱萍、宋佳雯和潘仲璟对数据集和论文进行了订正和修改。

利益冲突声明：本研究不存在研究者以及与公开研究成果有关的利益冲突。

参考文献

- [1] 丁怡婷. 去年光伏产业总产值超 1.75 万亿元 主要制造环节产量同比增长均超 64%[N]. 人民日报, 2024-03-15: 2.
- [2] 丁嘉铨, 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.
- [3] 陈星星, 田贻萱. 中国新能源产业发展态势、优势潜能与取向选择[J]. 改革, 2024(5): 112–123.
- [4] 郭立伟, 叶峥. 基于 SEM 的新能源产业集群形成影响因素实证研究[J]. 科技管理研究, 2020, 40(9): 228–236.
- [5] 董梓童. 光伏产业集群化发展趋势渐明[N]. 中国能源报, 2023: 9.
- [6] 白雪洁, 闫文凯. 中国新兴产业产能过剩的形成机理及疏解策略——基于光伏行业的案例分析[J]. 南开学报(哲学社会科学版), 2017(1): 133–142.
- [7] Sun, H. H., Zhi, Q., Wang, Y. B., *et al.* China's solar photovoltaic industry development: the status quo, problems and approaches [J]. *Applied Energy*, 2014, 118: 221–230.
- [8] Teng, T. W., Cao, X. Z., Chen, H. T. The dynamics of inter-firm innovation networks: the case of the photovoltaic industry in China [J]. *Energy Strategy Reviews*, 2021, 33: 100593.
- [9] 朱向东, 贺灿飞, 毛熙彦等. 贸易保护背景下中国光伏产业空间格局及其影响因素[J]. 经济地理, 2018, 38(3): 98–105.
- [10] 陈枫楠, 王礼茂. 中国太阳能光伏产业空间格局及影响因素分析[J]. 资源科学, 2012, 34(2): 287–294.
- [11] 练文华, 张晓平, 吴爱萍等. 中国光伏装备制造业企业与产业园区时空分布数据集（2006–2021）[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2024. <https://doi.org/10.3974/geodb.2024.09.06.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2024.09.06.V1>.
- [12] 全球变化科学研究数据出版系统. 全球变化科学研究数据共享政策[OL]. <https://doi.org/10.3974/dp.policy.2014.05> (2017 年更新).
- [13] 练文华, 张晓平, 吴爱萍等. 中国光伏装备制造业空间布局演化及影响因素分析[J]. 地理研究, 2024, 43(3): 679–700.