

省域储能产业集聚测度分析

周艳秋

重庆大学公共管理学院, 重庆

收稿日期: 2023年2月23日; 录用日期: 2023年3月23日; 发布日期: 2023年3月31日

摘要

本文运用2015~2020年储能产业相关企业数据, 借助赫芬达尔指数和区位熵指数对中国省域储能产业集聚度进行了时空分析, 研究发现我国储能产业时间上呈下降趋势, 空间上呈现出“东-东北-中西”区域集聚态势。鉴于此, 进一步剖析了储能产业集聚原因及问题, 并提出相关建议。

关键词

储能产业, 赫芬达尔指数, 区位熵指数, 集聚度

Measurement Analysis of Provincial Energy Storage Industry Agglomeration

Yanqiu Zhou

School of Public Policy and Administration, Chongqing University, Chongqing

Received: Feb. 23rd, 2023; accepted: Mar. 23rd, 2023; published: Mar. 31st, 2023

Abstract

This paper uses relevant enterprise data from 2015 to 2020 to analyze the agglomeration degree of China's provincial energy storage industry in terms of time and space with the help of Herfindahl index and location entropy index. The research finds that China's energy storage industry has declined in time. In terms of space, it presents a regional agglomeration trend of "East-Northeast-Middle West". In view of this, the reasons and problems of energy storage industry agglomeration are further analyzed, and relevant suggestions are put forward.

Keywords

Energy Storage Industry, Herfindahl Index, Location Entropy Index, Agglomeration Degree

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

面对当今世界能源短缺及环境污染问题,储能技术作为解决其问题的关键之一,现已成为多个国家重点建设的产业之一,也是我国“十四五”规划期间重点发展的战略性新兴产业之一。我国储能产业近年来发展迅速,存在解决可再生能源消纳问题、提升电网灵活性、降低用电成本等优势,可以促进能源结构调整,稳定能源转型的阵痛期。根据 CNESA 于 2020 年发布的《储能产业研究白皮书 2020》数据显示,截至 2019 年底,中国已投运储能项目累计装机规模 32.4 GW,其中抽水蓄能仍然独占鳌头,电化学储能的累计装机规模位列第二,为 1709.6 MW。2021 年统计储能生产制造产业链市场规模达 500 亿~600 亿元,与 2020 年相比增长幅度超 120%。但同时,中国化学与物理电源行业协会秘书长刘彦龙在第十二届中国国际储能大会上提出,2021 年上游原材料价格提升导致储能系统成本上涨 30%~50%,严重制约了储能产业的发展。此外,市场成熟程度、政策环境等也限制了中国储能产业的发展。产业集聚是经济发展的主流。基于产业集聚优势,企业将获得更畅通的市场接触渠道,了解顾客消费倾向,利用产业集聚优势减少生产成本,促进技术创新产生,提高了整个产业竞争力,促使产业更优更快发展。储能产业集聚既可以有效地改善储能产业问题限制,实现产业转型和产业升级,又能提升城市能源利用效率,促进城市绿色化、低碳化发展。因此,我们有必要探讨我国储能产业发展的总体状况及在不同区域的发展水平,即储能产业整体集聚情况及在不同区域的集聚状态、发展特点如何?储能产业发展呈现出怎样的态势以及如何加快储能产业集聚?

2. 文献综述

目前对于储能产业的研究大多为定性分析,主要侧重在其发展现状[1] [2] [3] [4]和政策效应研究[5]上。此外,陈杰、刘冬荣[6]运用 DEA 模型对我国科技创新具有代表性的 8 省市的新能源储能产业投入产出进行分析,提出促进储能产业投入产出效率的措施。张雷、刘颖琦等人[7]研究我国储能产业中动力电池梯次利用的商业价值,认为我国储能产业中动力电池梯次利用的商业价值随电池成本、额定容量、峰谷电价差、国家补贴等因素而变化。国外研究主要集中在储能技术的创新于进步上,如 Liao *et al.* [8]、Meselu [9]、Sun *et al.* [10]从材料、技术、储能系统等不同角度对储能技术提出了创新。到目前为止,关于储能的整个产业的定量研究稀少,学者们还将对此进行更深层次的研究。储能产业作为新兴技术产业之一,通过集聚推动产业内部和产业间创新资源的融合。本文以储能产业为立足点,采用 2015~2020 年储能产业相关企业数据为样本,综合考虑产业集聚内在特征,采取赫芬达尔指数和区位熵指数从国家整体和不同区域层面对储能产业集聚水平进行测度,分析其区域特点,研判储能产业发展现状,科学地解释储能产业集聚状况形成的原因,并为储能产业发展战略的制定提供更加直接的参考依据。

3. 研究设计

3.1. 研究方法

通过对现有文献的梳理发现,测度产业集聚有多种方法,具体分为单一指标法和综合指标法,其中,单一指标法常用的指标有空间基尼系数、行业集中度、HHI 指数、区位熵指数、EG 指数、DO 指

数等,其计算较为简便,侧重体现产业某一特征在整体中的比较优势;综合指标法包括主成分分析法、层次分析法、因子分析法等,测度较为全面,特征体现更为全面,但方法复杂。本文考虑到指标的代表性和数据的可获得性,选择单一指标法进行测度。赫芬达尔指数是衡量产业集聚程度的重要指标,反映了在不考虑地区规模的情况下经济活动的地理分布的绝对集中度,但数据获取较为困难;区位熵则解决了这一问题,并且区位熵指数不仅可以衡量产业部门的专业化程度,还将空间因素考虑在内,消除了地区规模带来的影响,适合进一步分析产业集聚在空间上的差异。本文首先利用赫芬达尔指数考察储能产业在整个省域空间上的时间演变态势,再采用区位熵指数分析储能产业再城市空间上面的空间分布特征。

1) 赫芬达尔-赫希曼指数(HHI)

赫芬达尔-赫希曼指数(HHI)简称赫芬达尔指数,是一种测量产业集中度的综合指数。HHI 指数越大,表示市场集中度越高,市场垄断程度越高。 H 指数通常被用来计算市场中厂商规模的离散变化,后由于行业或市场集中度与产业活动的地理集中具有大致相同的趋势,因而被用于产业集聚的测度中。其公式是

$$H = \sum_{j=1}^n S_j = \sum_{j=1}^n (X_j/X)^2$$

其中, n 为经济体数量, X_j 为 j 地区储能产业的规模, X 为 n 各地区储能产业的总规模。 H 指数取值在 $1/n$ 之间,当储能产业集中在研究区域内的某一个地区时, H 指数为 1;当储能产业平均分布在研究区域内的各个地区时, H 指数为 $1/n$, H 指数值越大,储能产业集聚度越高。

2) 区位熵指数

区位熵是反映某一产业部门的专业化程度的指标,又称专业化率。区位熵计算方法较为简单,分析直观,能够较好地反映地区层面的储能产业集聚水平。具体的计算公式为

$$LQ_{ij} = \frac{X_{ij}/\sum_i X_{ij}}{\sum_j X_{ij}/\sum_i \sum_j X_{ij}}$$

其中, LQ_{ij} 表示 j 地区 i 产业的区位熵, X_{ij} 表示 j 地区 i 产业的规模指标,一般选取工业总产值、工业增加值、企业数目、就业人数等作为测量指标。 $\sum_j X_{ij}$ 表示全国范围内 i 产业在所有地区的指标值, $\sum_i \sum_j X_{ij}$ 表示在全国范围内所有产业在所有地区的指标值。 LQ 的值反映了该产业的集聚程度。若 $LQ > 1$,则表示该地区该产业高度集聚, LQ 越大,所在地区的该产业的集聚程度就越高。若 $LQ = 1$,则表示该地区该产业集聚程度一般。若 $LQ < 1$,则表示该地区该产业相对较少,产业集聚程度低。

3.2. 数据来源与说明

本文的研究对象为全国 30 个省(市、自治区,不包括西藏)。研究数据来自 wind 数据库及各地区统计年鉴。鉴于我国目前对储能产业上市公司无明确细分产业统一范式,本文无法从宏观产业层面对储能产业进行衡量,因此主要采用内容分析法对储能产业上市公司 2016~2021 年进行数据挖掘。为了获取可靠而全面的数据,本研究通过以下步骤筛选数据:1) 通过 Wind 数据库获得按证监会行业分类排序的上市企业共 4960 家。2) 根据储能产业链,即储能业务从电池端到运营服务端,包含电池、BMS(电池管理系统)、PCS(储能换流器)、EMS(能量管理系统)-系统集成-运营服务(用户端、发电侧、电网侧),根据数据库中企业主营业务及经营范围,筛选出隶属于储能产业范围内的企业,删除有 ST 和 PT 的上市企业,最终得到 633 家上市公司。其中,电气机械和器材制造业的样本比重最大,占 33%,其次是电力、热力生产和供应业与计算机、通信和其他电子设备制造业,分别占比 18%和 15%,另外还有汽车制造业、软件和信息技术服务业、通用设备制造业、化学原料和化学制品制造业等。

本文选取各企业主营业务收入作为其代理变量，数据来源于 Wind 数据库及各公司年报，缺失数据采取插补法进行补齐。

4. 储能产业集聚度时空演变趋势分析

4.1. 储能产业集聚度时间演变趋势分析

根据赫芬达尔指数公式计算出 2015~2020 年储能产业的赫芬达尔指数 H 值，如图 1 所示。2015 年储能产业 H 指数最大，为 0.4091，2020 年储能产业 H 指数最小，为 0.2879；2016~2019 三年间储能产业集聚度基本保持在 0.35 左右。这说明，储能产业集聚并非平均分布于各省市，而是存在地理集中现象，且该现象随时间变化呈现出集聚缩小的变动趋势，即“集聚 - 扩散”的单一发展模式。分区域对储能产业集聚进行测度，其中中部、西部、东北部储能企业 H 值较低，在 0.0006 左右波动；而东部地区的储能企业集聚程度与整体 H 值相似，均为“集聚 - 扩散”态势，说明储能产业中大规模企业大多聚集在东部地区，而 2020 年储能产业 H 值下降，说明地区间储能产业集聚不均衡现象降低，少数城市在全国储能产业中的垄断地位被削弱，各城市之间储能产业发展的差距呈现缩小的趋势。原因可能在于：东部地区较其他三个地区经济条件更加优越，人口稠密，人力资源丰富，经济活动活跃，基础设施建设完善，因此在储能产业发展初期，大多企业会选择区位优势更大的东部地区进行发展；而随着时间推移，由于当地政策的推动、垄断地区有限的资源等因素，原先位于垄断地区的企业逐渐向周边地区转移，从而获得更好的发展资源，更优势政府支持，得到更优质的发展。

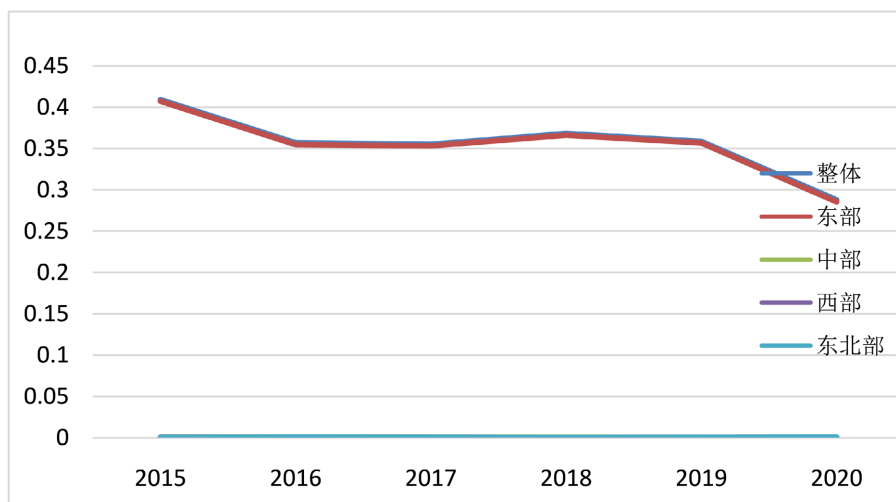


Figure 1. Change trends in energy storage industry agglomeration from 2015 to 2020

图 1. 2015~2020 年储能产业集聚度变动趋势

4.2. 储能产业集聚度空间演变趋势分析

根据区位熵计算公式，利用区位熵指数进一步分析了我国省域 2015~2020 年储能产业集聚度时间演变态势和空间集聚差异。如表 1 所示，2015 年储能产业高度集聚于北京、上海、青海、新疆四个地区，2020 年辽宁地区区位熵指数增长至 1.02，进入高度集聚态势，而青海集聚度下降至 0.45，为相对不明显集聚地区。相对集聚的地区包括河北、广东、浙江、山东、广东、山西、湖北、四川、辽宁等。处于相对高集聚地区的可以分为两类，一类为北京、上海、广东等地区，是我国的经济发展中心，其发展潜力大、经济基础好、基础建设完善、交通便利，具有良好的区位优势。因此在储能产业发展初期，大多产

业选择具有区位优势的地区作为总部进行发展。同时，北京市储能产业存在断层式的高度集聚，与其存在的大型能源产业高度相关。十三五以来，我国发布了大量关于储能的政策性文件，力求推动储能技术发展，实现储能技术在发电侧、用户侧、电网侧的高度运用，推动新能源发电、用电。作为我国首都、经济中心，北京市率先响应政策号召，2016年发布《北京市“十三五”时期高技术产业发展规划》，提出积极推动新能源产业关键技术、大容量储能电池、新兴光伏电池等关键技术突破。另一类为青海、新疆、河北、四川等地区，具有良好的自然资源优势。一是水力资源。储能产业可以根据其技术细分为电化学储能、抽水蓄能、飞轮储能等。抽水蓄能作为我国目前发展规模最大、装机量最多、产业链最完善的一细分储能产业，其原理是根据水流动力势能对电能进行存储、转化、释放，因此抽水蓄能产业将区位优势选取在水力资源丰富的地区。二是风力和光伏资源。储能产业作为新能源发电供求不平衡问题解决的关键所在，和新能源产业密切相关。因此，在青海、新疆等日照充足、风力强劲的地区，储能产业集聚度较高。另外，储能产业集聚发展和当地政策支持密切相关。据 CNESA 相关数据，在国家十三五期间对储能产业进行发展规划后，山东、江苏、上海、浙江、福建、甘肃等地区纷纷发布辅助服务相关政策以支持储能产业发展。如山东省以示范项目、现货市场、容量补偿等相关政策走在全国前列，成为了政策开拓者，因此其区位熵指数从 2015 年的 0.22 上升到 0.55。浙江实行了分时电价、直接补贴、辅助服务等政策，为用户侧储能开发热土等。

Table 1. Regional entropy index for energy storage industry by province and city from 2015 to 2020

表 1. 2015~2020 年各省市储能产业区位熵指数

		2015	2016	2017	2018	2019	2020	均变化率
东部	北京	36.98	34.23	31.83	28.31	27.27	23.93	-7.00
	天津	0.11	0.17	0.39	0.34	0.31	0.35	21.99
	河北	0.41	0.52	0.53	0.49	0.51	0.56	5.58
	上海	1.70	1.82	1.76	1.47	1.46	1.65	-0.50
	江苏	0.13	0.22	0.25	0.27	0.31	0.38	19.94
	浙江	0.54	0.64	0.65	0.60	0.60	0.70	4.46
	福建	0.16	0.18	0.16	0.15	0.16	0.21	4.87
	山东	0.22	0.24	0.29	0.40	0.48	0.55	16.45
	广东	0.78	0.81	0.69	0.61	0.59	0.69	-2.00
	海南	0.33	0.34	0.28	0.18	0.16	0.19	-8.98
	平均值	4.13	3.92	3.68	3.28	3.19	2.92	5.48
西部	山西	0.62	0.62	0.55	0.45	0.41	0.45	-5.36
	安徽	0.23	0.27	0.33	0.31	0.36	0.44	11.23
	江西	0.15	0.17	0.21	0.18	0.17	0.18	3.82
	河南	0.10	0.11	0.10	0.13	0.14	0.17	7.98
	湖北	0.55	0.59	0.54	0.43	0.43	0.53	-0.60
	湖南	0.24	0.23	0.20	0.19	0.17	0.20	-3.07
	平均值	0.32	0.33	0.32	0.28	0.28	0.33	2.33

Continued

	内蒙古	0.24	0.22	0.34	0.29	0.30	0.34	5.49
	广西	0.11	0.11	0.11	0.12	0.21	0.19	9.02
	重庆	0.16	0.16	0.17	0.15	0.14	0.18	1.36
	四川	0.60	0.60	0.54	0.47	0.48	0.53	-2.02
	贵州	0.15	0.13	0.16	0.18	0.20	0.25	8.42
中部	云南	0.26	0.23	0.18	0.14	0.17	0.17	-6.77
	陕西	0.20	0.25	0.24	0.19	0.22	0.34	9.67
	甘肃	0.08	0.09	0.08	0.06	0.02	0.02	-19.51
	青海	1.50	1.46	1.62	1.48	0.42	0.45	-18.15
	宁夏	0.29	0.30	0.20	0.14	0.10	0.10	-16.69
	新疆	1.37	1.34	0.90	0.72	0.72	1.03	-4.62
	平均值	0.45	0.44	0.41	0.36	0.27	0.33	-3.07
	辽宁	0.77	1.48	1.24	0.91	0.93	1.02	4.93
东北部	吉林	0.05	0.05	0.05	0.08	0.08	0.11	16.61
	黑龙江	0.07	0.08	0.10	0.08	0.07	0.08	3.25
	平均值	0.29	0.53	0.47	0.36	0.36	0.41	8.26

分区域对储能产业集聚结果进行分析,结果如表 2 所示。可以看出,四个区域区位熵指数均变化不大,存在明显的“东-东北-中西”梯级结构。其中,东部地区属于高度集聚地区,属于储能专业化地区,其经济发达、交通便利,为储能产业的空间分布提供了良好的区位条件。从上表 1 具体区位熵计算结果可知,东部地区存在北京、上海、浙江、广东等地区,均属于经济高速发展的地区,其中北京为断层式高度集聚区域,但逐年下降,东部地区区位熵略有波动,但总体上呈现出上升的趋势,说明存在些许企业受其经济发展、政策支持等影响,向东部地区转移,且东部地区也有逐渐趋向于集聚平衡的趋势。东北部地区区位熵从 2015 年的 0.41 增长到 2019 年的 0.56,黑龙江、吉林两地地理位置靠北,区位优势不明显,因此储能产业发展较弱;辽宁与河北接轨,与北京相隔较近,储能产业受其影响,集聚度较高。中部、西部地区储能产业集聚不明显,主要是因为中、西部地区地理面积广,但大多地区不具备储能产业发展的经济、自然资源、政策等条件,山西、湖北、四川、青海、新疆五个地区集聚度较高,四川拥有丰富的水资源,其水力发电量可供四川及周边地区日常所用,抽水蓄能较为发达;新疆地区日照充足,为光伏产业的发展提供了条件,而为解决新能源产业供电不稳定的情况,储能产业伴随光伏产业而发展。中部地区产业集聚程度较低,但有呈区域内产业结构转移的趋势,并且受地理溢出效应的影响,且临近东部高集聚地区的安徽、湖北等地储能产业也得到较快发展。

Table 2. Energy storage industry sub-regional location entropy index from 2015 to 2020

表 2. 2015~2020 年储能产业分区域区位熵指数

	2015	2016	2017	2018	2019	2020
东部	1.50	1.47	1.49	1.50	1.55	1.49
中部	0.36	0.35	0.33	0.29	0.28	0.34

Continued

西部	0.26	0.28	0.27	0.27	0.27	0.32
东北部	0.41	0.61	0.59	0.53	0.56	0.63

4.3. 储能产业集聚变动原因分析

本研究基于对 6 年来储能产业集聚时空演变态势的把握和认知, 结合十三五和十四五储能产业发展规划, 发现储能产业集聚原因可从以下几方面分析。

首先是经济支持。储能产业目前仍属于发展初期, 且发展速度较快。在这样一种背景下, 储能产业需要更优越的经济、基础设施、交通基础、技术支持等发展条件, 为其发展提供动力, 促进储能产业更高速高效发展。而据相关研究表明, 区域经济基础和当地的基础设施、交通基础、技术支撑等具有密切关联。因此, 储能产业发展初期更易在北京、上海、浙江等地区聚集。

其次是政策的支持。储能作为一种新兴产业, 在目前国际能源领域大变革、能源互联网迅速发展的背景下, 都存在相当迫切的需求。2010 年储能行业发展首次被写进法案。2017 年, 我国《关于促进储能产业与技术发展的指导意见》正式发布, 这是我国关于大规模储能技术及应用发展的首个指导性政策。此后, 各地区出台相关电价、项目、发展规划等政策近 50 项, 为各地储能产业发展提供了方向及支持。因此在我国各地, 储能企业进行区位转移, 获得更优越的发展条件, 形成集聚态势。

再者, 储能产业受到当地自然资源及市场要素的影响。储能产业属于新兴技术产业, 受当地技术、人力、资本等市场要素及风力、水力等资源禀赋的影响, 储能产业在当地可以得到更好的设备、厂房等固定投入、更高技术的人力资源、更先进的创新知识, 从而降低储能企业成本, 提高企业生产效率, 促进储能产业在当地集聚。

最后, 储能产业受其发展来源影响, 相当一部分企业曾在当地发展良好, 后随着储能产业的兴起、政策的支持以及绿色低碳大环境的背景, 从而进入储能产业发展, 但该企业当地发展时间长, 其地区转移成本高于企业区位转移所带来的储能利润, 因此, 根据区位熵指数所计算出来的集聚度变化较小。

然而, 储能产业发展仍然受到制约。一是技术制约。储能产业技术壁垒高, 研发成本大, 发展周期长, 在发展初期需要国家的产业政策给予扶持。但随着时间发展, 经济性成为了企业优先考虑的目标, 无法获得更多的储能经济利润成为限制储能产业发展的因素之一。二是社会对储能产业的战略意义和社会效益的认识较低。我国煤炭等化石燃料消费量大, 污染较高, 污染治理成本高, 也造成了大量的弃风、弃光现象。我国企业需从国家能源安全、环境健康的战略高度去考虑储能产业发展问题, 不仅局限在其利润方面。因此, 我国仍需提高对储能产业的认知。三是我国电力市场开放程度不高, 储能的价值收益无法体现, 储能的买单机制尚未形成, 成本未完全进行转移, 没有将储能纳入到调峰、调频等辅助服务中并给予一定的经济补偿, 阻碍了储能产业的发展。

5. 政策建议

文章利用赫芬达尔指数和区位熵指数相结合的方法, 测算了 2015~2020 年我国省域储能产业集聚水平, 并从时间和空间上分析了其演变态势, 得出以下结论: 第一, 从时间上看, 储能产业集聚整体上呈现出区域型分布态势, 其东部地区与整体产业集中度基本吻合, 东部地区呈现出绝对垄断的趋势。储能产业在 2015~2020 年间的“集聚 - 扩散”的发展规模使其在一个区域上的集聚度呈现逐渐降低的趋势。这与东部地区产业拥挤从而转移至周边地区相关。第二, 从空间上看, 储能产业集聚呈现出“东 - 东北 - 中西”发展态势, 集聚区并未发生较大变化, 但北京仍处于垄断地位。从区位熵指数测算结果上看, 储能产业主要集聚在经济发达区域、政策发达区域、自然资源发达区域。因此, 本文对储能产业集聚原因进行分析, 基

于储能产业集聚问题的识别，提出新时期储能产业集聚发展的相关建议：

第一，加大研发投入力度，集聚高素质人才与创新技术优势。目前国内储能产业的高端技术人才尚且稀缺，一方面可以通过加强对外交流、引进高端技术人才来推动技术创新，另一方面应该重视储能产业的人才培养体系，重视人才投入和技术支撑。同时政府部门也应给予储能产业相关企业相应的优惠，以激励储能企业加大在自主研发和技术创新方面的投入力度，为地区储能产业集聚提供人才支撑和技术支持，促进储能产业进一步在技术发达地区进行集聚。

第二，充分利用地区的经济产业基础和自然禀赋等先天条件，促进储能产业在优势地区集聚发展。针对储能产业不同产业链阶段、不同类型储能产业，加强政府政策引导，各大企业贯彻落实相关政策，以发达的经济基础、便利的交通、完善的基础设施等作为完善储能产业在东部、中部地区持续稳定发展的支撑，加强各省市合作交流，打造区域间储能产业联盟，促进成熟发展经济和成功发展模式的扩散，从而带动其他地区储能产业发展。西部、东北部地区自然资源丰富，更适合依托自然资源发展的储能产业，如抽水蓄能产业，应妥善利用当地自然资源及发展条件，在绿色发展背景下因地制宜，发展当地储能企业，形成规模化优势。

第三，加强政府引导，规范行业发展标准与准入条件。对中部、西部等地区，政府应加强政策引导，通过贯彻落实分布式储能补贴等相关政策及政策推广等方式，优化当地资源配置，推动储能产业去产能、去杠杆；提高企业准入条件，促进储能产业高质量发展；健全市场监管制度，避免环境污染、电力浪费等现象，有效引导储能产业向高附加值、强竞争力的方向有序发展。

参考文献

- [1] 李雷, 杨春. 我国光伏产业发展对策探讨[J]. 中外能源, 2011, 16(7): 30-36.
- [2] 严晓辉, 陈海生, 张雪辉, 谭春青. 国际储能产业政策及我国储能产业发展分析[J]. 中国能源, 2011, 33(11): 28-33.
- [3] 朱文韵. 全球储能产业发展动态综述[J]. 上海节能, 2018(1): 2-8.
<https://doi.org/10.13770/j.cnki.issn2095-705x.2018.01.001>
- [4] 余本善, 孙乃达, 焦姣. 储能技术与产业现状及发展趋势[J]. 石油科技论坛, 2017, 36(1): 57-61+67.
- [5] 彭昱. 推动我国储能产业发展的财税政策研究[J]. 财政研究, 2013(5): 40-43.
<https://doi.org/10.19477/j.cnki.11-1077/f.2013.05.008>
- [6] 陈杰, 刘冬荣. 基于投入产出分析下的我国新能源储能产业科技创新发展战略研究[J]. 学术论坛, 2012, 35(4): 112-117. <https://doi.org/10.16524/j.45-1002.2012.04.001>
- [7] 张雷, 刘颖琦, 张力, 庞贝贝. 中国储能产业中动力电池梯次利用的商业价值[J]. 北京理工大学学报(社会科学版), 2018, 20(6): 34-44. <https://doi.org/10.15918/j.jbitss1009-3370.2018.5206>
- [8] Liao, L.P., Jiang, D.G., Zheng, K., Zhang, M.Z. and Liu, J.Q. (2021) Industry-Scale and Environmentally Stable $Ti_3C_2T_x$ MXene Based Film for Flexible Energy Storage Devices. *Advanced Functional Materials*, **31**, 2103960. <https://doi.org/10.1002/adfm.202103960>
- [9] Ayalew, M.E. (2021) The Role of Nanotechnology for Energy Storage, Conservation and Post Combustion CO_2 Capture in Industry: A Review. *International Journal of Materials Science and Applications*, **10**, 55-60. <https://doi.org/10.11648/j.ijmsa.20211003.12>
- [10] Sun, L.L., Qiu, J., Han, X., Yin, X. and Dong, Z.Y. (2020) Capacity and Energy Sharing Platform with Hybrid Energy Storage System: An Example of Hospitality Industry. *Applied Energy*, **280**, 115897. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.115897>