

基于专利视角的陕西省氢能企业技术竞争力评价

龚娟 任佳妮 殷春连 李娟 刘璞
(陕西省科学技术情报研究院, 陕西西安 710054)

摘要: 判断陕西省氢能企业在全国的技术竞争力位势、技术创新能力及研发薄弱领域, 为陕西省企业参与和推进氢能产业发展提供对策建议。从专利视角出发, 将基于企业的专利组合分析方法应用于区域分析, 从专利数量和专利质量两个维度, 采用熵权 TOPSIS 模型、聚类分析方法对全国 31 个省份 (不含港澳台) 氢能企业的技术实力进行对比, 从而对陕西省氢能企业技术竞争力进行评价。研究结果表明, 陕西省氢能企业技术竞争力在全国处于技术相对落后的地位。结合专利技术聚类结果, 提出陕西省氢能企业存在问题及发展建议。

关键词: 氢能企业; 专利分析; 技术竞争力; 熵权 TOPSIS; 聚类分析

DOI: 10.3772/j.issn.1674-1544.2024.01.012

CSTR: 15994.14.issn.1674.1544.2024.01.012

中图分类号: G306.0

文献标识码: A

Evaluation of Technical Competitiveness of Shaanxi Hydrogen Energy Enterprises Based on Patent Perspective

GONG Juan, REN Jiani, YIN Chunlian, LI Juan, LIU Pu

(Research Institute of Science and Technology Information of Shaanxi, Xi'an 710054)

Abstract: This paper aims to judge the technological competitiveness, technological innovation ability and weak research areas of Shaanxi hydrogen energy enterprises in the whole country, and provide countermeasures and suggestions for Shaanxi enterprises to participate in and promote the development of hydrogen energy industry. Based on patent perspective, this paper applies the patent portfolio analysis to regional analysis. From patent quantity and patent quality, the entropy TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution) model and cluster analysis method are used to compare the technical strength of hydrogen energy enterprises in 31 provinces in China, so as to evaluate the technical competitiveness of hydrogen energy enterprises in Shaanxi. The results show that hydrogen energy industry of Shaanxi is in a relatively backward position in the whole country. According to the clustering results of patented technologies, this paper points out the existing problems and development suggestions of Shaanxi hydrogen energy enterprises.

Keywords: enterprise of hydrogen energy, patent analysis, technical competitiveness, entropy weight TOPSIS, cluster analysis

作者简介: 龚娟 (1985—), 女, 陕西省科学技术情报研究院馆员, 主要研究方向为科技情报、科技咨询、科技查新等 (通信作者); 任佳妮 (1985—), 女, 陕西省科学技术情报研究院馆副研究员, 研究方向为科技情报、科技查新、科技咨询等; 殷春连 (1969—), 女, 陕西省科学技术情报研究院馆高级会计师, 研究方向为图书文献服务、情报研究等; 李娟 (1990—), 女, 陕西省科学技术情报研究院馆员, 主要研究方向为科技查新、科技咨询等; 刘璞 (1988—), 女, 陕西省科学技术情报研究院馆员, 主要研究方向为科技查新、科技咨询等。

基金项目: 陕西省创新能力支撑计划项目“陕西省专利情报服务平台”(2023-CX-PT-35)。

收稿时间: 2023 年 4 月 20 日。

0 引言

能源对国家安全、社会发展和经济增长都有着举足轻重的作用，然而传统化石能源的消耗使二氧化碳等温室气体大量增加，带来的环境问题引人关注。习近平总书记在2020年9月召开的第75届联合国大会上提出中国力争在2030年前实现碳达峰，2060年前实现碳中和。在“双碳”目标下，优化能源结构，探索氢能、地热能、生物质能等各种绿色低碳的新能源技术已成为目前应对气候变化和传统化石能源枯竭、实现低碳经济的主要战略手段。

氢能作为一种新型清洁能源，具有来源丰富，绿色低碳、灵活高效、应用广泛等多种优势。我国于2019年将氢能首次写进《政府工作报告》^[1]，随后各部委相继出台了各项氢能支持政策。2022年3月23日，国家发展改革委发布《氢能产业发展中长期规划（2021—2035年）》^[2]，规划指出氢能将是推动我国绿色能源低碳转型与实现“双碳”目标的重要载体。在国家政策引导下，全国多个省份出台了氢能产业发展规划或实施方案，无论是氢能产业发展目标和规模、供给模式，还是终端应用和消纳，各地均已将氢能作为双碳目标的重要抓手，将地方资源优势、产业环境、市场空间与氢能示范应用相结合，探索氢能产业发展的商业化路径。

2021年7月，陕西省筛选出6大支柱14个重点产业领域的23条重点产业链，氢能产业被纳入其中。陕西省作为能源大省，能源化工基地副产氢资源丰富，省内副产氢折合纯氢资源超过200万t/年，其中高品质副产氢约20万t/年，而且副产氢制氢成本每千克8~10元，200 km内终端氢气成本低于每千克35元，远低于粤、沪等地区。此外，陕西省是科教大省，有众多高校和科研院所，在制氢、储运等方面的技术研发能力强，可以为氢能产业发展提供强大科研支撑。因此，陕西省发展氢能产业具有一定优势。2022年8月15日举行的陕西省氢能产业创新发展促进会上发布了《陕西省“十四五”氢能产业

发展规划》《陕西省氢能产业发展三年行动方案（2022—2024年）》^[3]等政策文件，明确了氢能产业发展的“规划图”和“路线图”，加快促进氢能产业发展。但同时，陕西省也存在氢能产业链不健全、基础设施建设滞后和市场活力不强等问题。

氢能企业作为市场和创新的主体，对发展氢能产业至关重要。近年来，各大企业争先布局氢能企业。据不完全统计，我国已有氢能企业2 000余家，其中上市企业超过130家，大部分上市企业的氢能业务由传统业务逐步扩展而来，包括氢能业务的综合性企业，涉及制氢、氢储运、氢加注、氢能应用等氢能全产业链领域。研究氢能企业技术竞争力、技术创新能力和研发薄弱领域，可为促进氢能产业健康持续发展提供依据。

1 研究背景

专利数据作为企业技术创新最直接、最丰富的数据源，可以用来分析企业技术领域分布及技术竞争力态势。目前，国内基于专利视角对企业技术竞争力进行评价的研究多基于德国Ernst教授^[4]提出的专利组合分析法。如朱相丽等^[5]通过专利组合，分析了10个储氢技术领域企业的技术竞争力；林静静等^[6]从技术活跃度、技术价值度等6个维度采用专利组合评价企业技术竞争力；聂洪光等^[7]将专利计量与竞争位势相结合对人工智能上市企业的技术发展情况进行研究。关于氢能企业的研究，多集中在氢能产业现状及各类相关企业在氢能产业的发展趋势上。如王翔等^[8]基于专利视角对我国氢能产业现状进行研究；何晋越等^[9]以川渝地区为例，研究氢能产业发展对天然气生产企业的影响和对策；张鹏成等^[10]构建“绿电—氢能—工业”耦合系统，阐明钢铁工业绿色发展与氢能驱动的关系。此外，还有学者对陕西省氢能产业发展进行分析。如李勃昕等^[11]分析了陕西省氢能产业发展的优势条件及产业链布局结构，并提出了加速陕西省氢能产业发展的路径设计；胡佳楠等^[12]从技术研发、支持

政策和试点项目等方面梳理了陕西省氢能产业发展现状,并提出相关政策建议。

总体来看,现有研究基于专利组合分析方法解决企业技术竞争力评价问题,但在同一领域不同区域的企业技术竞争力研究方面尚有空缺。基于此,本文从专利视角出发,将基于企业的专利组合分析方法应用于区域分析,并以陕西省氢能企业为例,判断陕西省氢能企业在全国的技术竞争力位势、技术创新能力及研发薄弱领域,为陕西省企业参与和推进氢能产业发展提供帮助。

2 研究方法

本文采用专利组合分析方法,通过全国各省份氢能企业专利数量及专利质量分析,以各省份氢能企业申请专利数量为横坐标,熵权TOPSIS (technique for order preference by similarity to an ideal solution) 评价后的专利质量评价结果为纵坐标,以专利数量和专利质量相对应的平均值为临界点划分象限,建立全国氢能企业区域竞争位势评价模型,以确定陕西省氢能企业在全国的技术竞争力位势。

在进行专利质量评价时,本文采用熵权TOPSIS法。熵是热力学的一个物理概念,用来度量体系的混乱度或者无序度。信息熵借鉴了热力学中熵的概念,用于度量事件不确定性的。事件信息量越大,不确定性和熵值就越小;信息量越小,不确定性和熵值就越大。熵权法是一种客观赋权方法,利用信息熵计算出各个指标的权重,为多指标综合评价提供依据^[13-14]。

TOPSIS法又称为优劣解距离法,常用于多目标决策分析。其基于有限评价对象的归一化数据矩阵,结合数据间的大小找出正负理想解以及评价对象与正负理想解的欧式距离,最终得到评价对象对正理想接解的接近程度C值,并根据C值排序得出优劣方案排序。

熵权TOPSIS法的核心在于TOPSIS法,但是在计算数据时,首先利用熵值计算各个指标的权重,然后对评价指标数据与权重相乘得到的数据进行TOPSIS法研究。

建立熵权TOPSIS模型包括以下几个步骤。

第一步 对 n 个评价对象的 m 个指标进行企业竞争力评价,建立初始矩阵 X 。

$$X = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ X_{m1} & X_{m2} & \cdots & X_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

第二步 建立归一化数据矩阵,即不同量纲的数据进行标准化处理。归一化处理公式为:

$$X'_{ij} = \frac{X_{ij} - \min(X_j)}{\max(X_j) - \min(X_j)} \quad (2)$$

$$X'_{ij} = \frac{\max(X_j) - X_{ij}}{\max(X_j) - \min(X_j)} \quad (3)$$

式中, X_{ij} 为第 i 个评价对象的第 j 个指标。若 X_{ij} 为正向指标则用式(2),若 X_{ij} 为负向指标则用式(3)。 $\min(X_j)$ 是第 j 个指标的最小值, $\max(X_j)$ 为第 j 个指标的最大值。

第三步 计算各评价指标的熵值和权重。

计算第 j 个指标下第 i 个评价对象的比重 Y_{ij} :

$$Y_{ij} = \frac{X'_{ij}}{\sum_{i=1}^n X'_{ij}} \quad (4)$$

计算第 j 个评价指标的熵值 e_j :

$$e_j = -K \sum_{i=1}^n Y_{ij} \ln Y_{ij} \quad (K \text{ 为常数, } K = \frac{1}{\ln n}) \quad (5)$$

计算第 j 个指标的权重 w_j :

$$w_j = \frac{1 - e_j}{m - \sum_{j=1}^m e_j} \quad (6)$$

第四步 计算评价对象的正理想解距离 D_i^+ 和负理想解距离 D_i^- 。

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m w_j \times (X_j^+ - X'_{ij})^2} \quad (7)$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m w_j \times (X_j^- - X'_{ij})^2} \quad (8)$$

式中, D_i^+ 和 D_i^- 分别为评价对象的正理想解距离和负理想解距离; m 表示评价指标个数; w_j 表示第 j 个指标的权重值; X_j^+ 和 X_j^- 分别为第 j 个指标的最优和最劣方案数据。

第五步 计算各评价指标与正理想解和负理想解的相对接近程度 C_i 值。

$$C_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-} \quad (9)$$

3 实证分析

3.1 数据来源与处理

本文数据来自 Incopat 专利数据库。选择以氢能相关的关键词制定检索策略，检索公告时间为 2000 年年初至 2021 年年底的所有氢能相关专利。共检索到专利 61 908 件，其中专利申请类型为企业的专利共计 39 224 件。

3.2 专利数量分析

表 1 为氢能领域全国 31 个省份（不含港澳台）的专利申请总量和主要申请人类类型专利申请数量分布、占比情况。陕西省在这个领域的专利申请数量总计 1 162 件，居全国第 13 位；陕西省企业在这个领域的专利申请数量总计 334 件，居全国第 14 位。氢能领域专利申请人类类型以企业为主的地区包括江苏、北京、上海、广东、湖北等 15 个省份，占比均超过 50%，湖北省氢能企业专利申请数量占比最大，高达 67.21%；天津、

表 1 各省份氢能企业专利申请数量及申请人类型分析

地区	专利总量/件	企业		高校		科研院所	
		数量/件	占比/%	数量/件	占比/%	数量/件	占比/%
江苏	5 731	3 518	61.39	1 930	33.68	196	3.42
北京	5 642	3 307	58.61	1 749	31.00	580	10.28
上海	5 402	3 563	65.96	1 561	28.90	248	4.59
广东	5 082	3 395	66.80	1 184	23.30	391	7.69
湖北	3 510	2 359	67.21	1 012	28.83	66	1.88
辽宁	3 117	909	29.16	854	27.40	1 233	39.56
浙江	3 053	1 686	55.22	1 082	35.44	140	4.59
山东	2 430	1 372	56.46	783	32.22	91	3.74
四川	1 628	1 001	61.49	438	26.90	126	7.74
安徽	1 300	657	50.54	514	39.54	46	3.54
天津	1 219	455	37.33	720	59.06	35	2.87
河南	1 200	644	53.67	394	32.83	12	1.00
陕西	1 162	334	28.74	758	65.23	13	1.12
福建	961	294	30.59	509	52.97	111	11.55
吉林	937	314	33.51	416	44.40	123	13.13
黑龙江	762	51	6.69	668	87.66	7	0.92
湖南	735	308	41.90	348	47.35	20	2.72
河北	690	400	57.97	216	31.30	7	1.01
重庆	572	205	35.84	281	49.13	34	5.94
山西	473	165	34.88	245	51.80	45	9.51
广西	447	150	33.56	248	55.48	5	1.12
江西	433	196	45.27	196	45.27	19	4.39
云南	342	154	45.03	161	47.08	2	0.58
内蒙古	234	120	51.28	88	37.61	3	1.28
甘肃	190	41	21.58	111	58.42	20	10.53
贵州	164	81	49.39	45	27.44	5	3.05
新疆	111	61	54.95	28	25.23	11	9.91
宁夏	81	44	54.32	31	38.27	4	4.94
青海	39	16	41.03	8	20.51	15	38.46
海南	19	6	31.58	9	47.37	/	/
西藏	5	3	60.00	1	20.00	/	/

陕西、黑龙江、山西、广西、吉林等7个地区的专利申请人类类型以高校为主，其中在黑龙江省、陕西省氢能领域的专利申请数量中，高校占据绝对优势，占比分别为87.66%和65.23%；辽宁省和青海省的科研院所所在氢能领域的专利申请数量占比较高，分别为39.56%和38.46%。

3.3 专利质量分析

3.3.1 专利质量评价指标选取

国内外已有许多关于专利组合分析企业技术竞争力的指标模型^[5-8]。本文在前人研究的基础上，从系统性、科学性和实用性出发，经筛选获得发明专利率、专利授权率、专利有效率、平均被引次数和平均技术范围6个指标，并利用这些指标对各省份氢能企业专利质量进行评价。各指标具体含义见表2。

3.3.2 专利质量指标熵权评价

根据式（1）～式（6），计算6个专利质量评价指标的熵值和熵权。计算结果见表3。从表3可以看出，对专利质量影响程度最大的指标是平均被引次数，其权重系数高达51.44%；其次是发明专利率；再次是专利有效率。

3.3.3 专利质量TOPSIS模型评价

计算出各专利质量评价指标熵值和熵权后，采用TOPSIS模型计算出全国31个省份的评价指标正、负理想点的欧氏距离，以及相对接近程度，得出最终的各地区氢能企业专利质量相对排

名（表4）。陕西省氢能企业专利质量评价结果为全国第23位，与排名前列的天津、辽宁、上海等省份差距较大。

3.4 各省份氢能企业技术竞争位势评价

本文将基于企业的专利组合分析方法应用于区域分析，以各省份氢能企业专利申请数量为横坐标，熵权TOPSIS评价后的专利质量评价结果为纵坐标，以研究对象相对应的平均值为临界点划分象限，建立全国氢能企业区域竞争位势评价模型（图1），并将全国31个省份氢能企业分为技术领先区域、潜在竞争区域、技术活跃区域和技术落后区域（表5）。

对于技术领先区域，主要包括北京、上海、江苏、广东4个地区。这4个地区氢能领域企业申请的专利数量较多，专利质量也较高，说明氢能企业研发活跃，各项技术在氢能行业处于领先地位。地区氢能发展受到政策、供给和需求等多方面的影响，位于技术领先区域的地区均集中在长三角、珠三角和京津冀城市群，地方政府积极规划布局氢能，深化产业链资源，加强前沿技术创新，抢先占领氢能发展高地，优势明显。北京市在石化燃料制氢、加氢站环节的专利申请量和企业数量，均位于全国首位。广东省则注重电解水制氢、氢燃料电池、燃料电池汽车领域的专利布局。

对于潜在竞争区域，主要包括天津、辽宁、

表2 各省份氢能企业专利质量评价指标体系

指标	含义
发明专利率	发明专利量与专利申请量的比值。发明专利率越大，技术创新程度越高
专利授权率	专利授权量与专利申请量的比值。专利授权率越大，专利质量越高
专利有效率	专利有效量与专利授权量的比值。在一定程度上反映专利的重要性和技术水平
平均被引次数	所有专利的总被引次数与专利申请总量的比值。专利被引次数越多，技术价值越高
平均技术范围	所有专利的总IPC数量与专利申请总量的比值。反映技术的复杂性

表3 氢能企业专利质量评价指标熵值和熵权

评价指标	信息熵值 <i>e</i>	信息效用值 <i>d</i>	权重系数 <i>w/%</i>
发明专利率	0.987 9	0.012 1	20.97
专利授权率	0.994 1	0.005 9	10.21
专利有效率	0.993 0	0.007 0	12.07
平均被引次数	0.970 3	0.029 7	51.44
平均技术范围	0.996 9	0.003 1	5.31

表 4 各省份氢能企业专利质量指标综合评价

项	排序结果	正理想解距离 D ⁺	负理想解距离 D ⁻	相对接近度 C
天津	1	0.116	0.958	0.892
辽宁	2	0.131	0.872	0.869
上海	3	0.311	0.669	0.683
吉林	4	0.327	0.652	0.666
北京	5	0.340	0.639	0.653
四川	6	0.348	0.633	0.646
河南	7	0.365	0.611	0.626
江苏	8	0.370	0.608	0.622
安徽	9	0.374	0.609	0.620
山西	10	0.410	0.566	0.580
福建	11	0.426	0.55	0.564
广东	12	0.458	0.519	0.531
河北	13	0.467	0.512	0.523
云南	14	0.483	0.499	0.508
湖南	15	0.489	0.493	0.502
内蒙古	16	0.497	0.492	0.497
青海	17	0.503	0.495	0.496
江西	18	0.507	0.471	0.482
贵州	19	0.519	0.461	0.470
浙江	20	0.523	0.458	0.467
重庆	21	0.535	0.445	0.454
广西	22	0.539	0.447	0.453
陕西	23	0.548	0.438	0.444
山东	24	0.568	0.413	0.421
湖北	25	0.579	0.402	0.410
黑龙江	26	0.590	0.395	0.401
宁夏	27	0.612	0.385	0.386
新疆	28	0.644	0.333	0.341
甘肃	29	0.702	0.3	0.299
海南	30	0.952	0.155	0.140
西藏	31	0.969	0.107	0.099

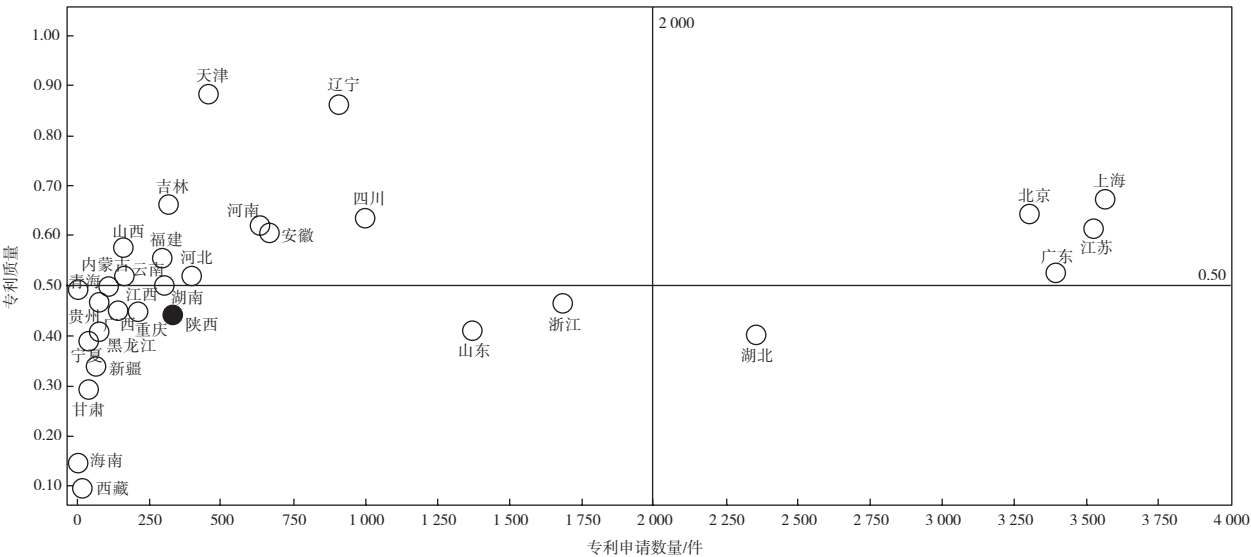


图 1 全国氢能企业技术竞争位势评价模型

河北、四川等 8 个地区。这些地区的专利数量相对不多，但专利质量较高。Incopat 专利分析平台基于技术稳定性、技术先进性和保护范围的合享价值度显示评估结果。这个区域 8 个地区合享价值度评分在 9 以上（最高为 10 分）的专利占比超过三成。说明这些地区的企业在氢能方面的整体研发活动不是很活跃，但在技术方面有一定的潜在竞争力。

对于技术活跃区域，仅有湖北一个省份，其专利数量较多，全国排名第 5 位，仅次于技术领先区域的 4 个地区。从各省份氢能企业申请人类别专利数量分析可以看出，湖北省的氢能企业专利数量占比最大，为 67.21%，湖北省培育了一批具有燃料电池自主核心竞争力的本土龙头企业，形成燃料电池公交示范运营线，建成加氢站，在燃料电池汽车领域具有较强的竞争力。湖北省氢

能企业整体研发活动较为活跃，且重视专利布局，但技术竞争力一般，专利质量有待提高。

对于技术落后区域，主要包括浙江、山东、湖南、陕西等 16 个地区。这些地区的氢能企业研发活动和技术竞争力都有待加强。但陕西省在上游领域，尤其是可再生能源制氢、工业副产氢等领域，具有一定的优势。

3.5 氢能企业竞争力代表省份技术构成分析

针对各省份氢能企业技术竞争位势评价评价结果，本文分别选取技术领先区域、潜在竞争区域及技术活跃区域的代表省份天津、上海、湖北，对这 3 个代表省份及陕西省的氢能企业专利数据进行技术聚类，研究陕西省氢能企业技术薄弱领域。

代表区域的氢能企业技术聚类结果（图 2）显示，天津市、上海市、湖北省、陕西省的专利

表 5 全国氢能企业技术竞争位势评价结果

技术竞争位势划分	地区
技术领先区域	北京、上海、江苏、广东
潜在竞争区域	天津、辽宁、河北、四川、安徽、河南、福建、云南
技术活跃区域	湖北
技术落后区域	浙江、山东、陕西、湖南、江西、内蒙古、青海、贵州、广西、重庆、黑龙江、宁夏、新疆、甘肃、海南、西藏

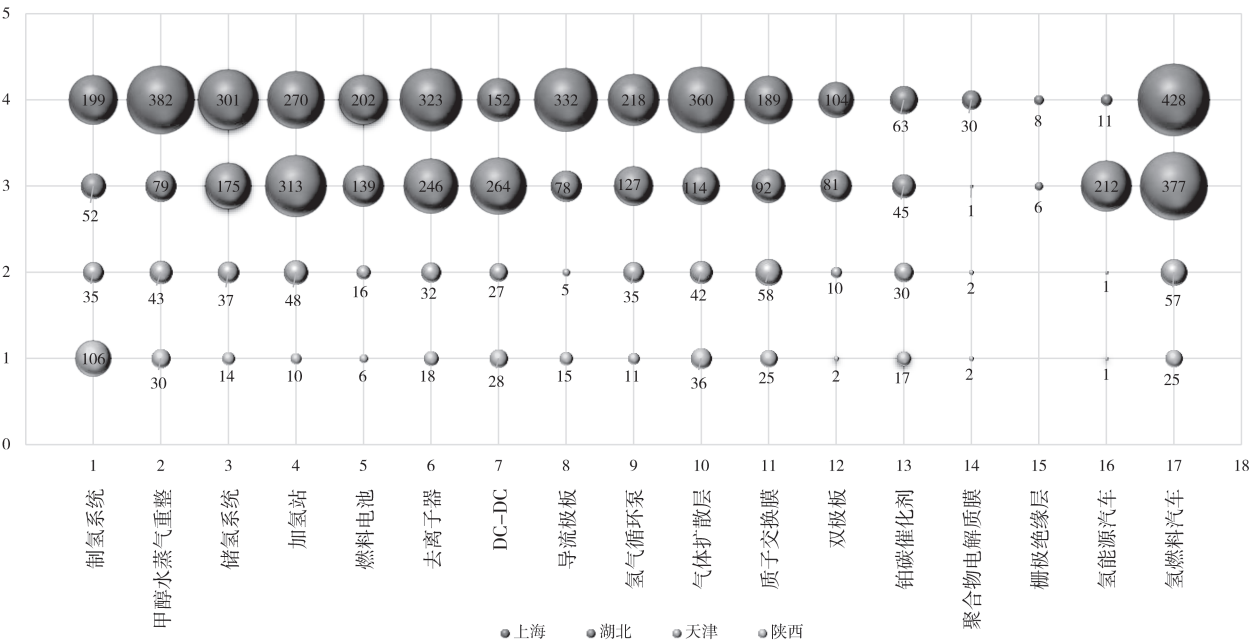


图 2 代表省份氢能企业技术聚类评价

技术领域主要包括制氢系统、燃料电池堆、氢燃料电池车和储氢领域，与氢能领域主要技术构成相符。从二级细分领域来看，陕西省氢能企业专利申请主要集中在产业链上游制氢系统、甲醇水蒸气重整制氢和下游燃料电池气体扩散层、质子交换膜、氢燃料电池车应用等方面，而在中游储氢、加氢站和燃料电池关键材料双极板、催化剂等方面的专利申请量较少。其中，陕西省在制氢系统领域申请专利 106 件，远高于湖北省和天津市，但储氢和加氢站方面分别仅有 14 件和 10 件专利，与上海市、湖北省相差悬殊。在燃料电池关键材料方面，陕西省仅有陕西华秦新能源科技有限责任公司申请专利 11 件，西安热工研究院有限公司申请专利 8 件。两个方向其余机构申请专利均少于 5 件。

4 结论

本文对全国 31 个省份（不含港澳台）氢能企业专利数量和专利质量分析，建立氢能企业技术竞争力位势评价模型，判断陕西省氢能企业在全国的技术竞争力位势，并得出以下结论。

（1）2010—2021 年，陕西省在氢能领域的专利数量总计 1 162 件，居全国第 13 位。陕西省企业在这个领域的专利数量总计 334 件，居全国第 14 位，排名较前的为江苏、北京、上海、广东等省份。陕西省在氢能领域的专利申请中，高校占据绝对优势，占比高达 65.23%；企业在这个领域申请 334 件专利，仅占比 28.74%。熵权 TOPSIS 模型评价结果表明，陕西省氢能企业专利质量评价结果为全国第 23 位，与排名前列的天津、辽宁、上海等省份差距较大，企业实力相差悬殊。氢能企业技术竞争力位势评价结果表明，陕西省氢能企业处于技术落后区域。

（2）与技术领先区域、潜在竞争区域及技术活跃区域的代表省份相比，陕西省氢能企业在产业链上中下游的布局不够完善，专利申请主要集中在产业链上游制氢系统、甲醇水蒸气重整制氢和下游燃料电池气体扩散层、质子交换膜、氢燃料电池车应用等方面，而在中游储氢、加氢站和

燃料电池关键材料双极板、催化剂等方面的专利申请量较少。

（3）与技术研发活跃和技术竞争力较强的优势地区相比，陕西省氢能企业在专利数量和专利质量上，均有待提升。陕西省氢能企业在技术竞争力位势评价中处于相对落后区域。究其原因：一是因为陕西省氢能产业核心技术研发多集中在高校和科研院所，企业参与较少，可能存在龙头或技术优势企业在氢能产业核心技术攻关方面投入不够的问题；二是因为陕西省氢能企业知识产权保护意识不强，在氢能全产业链专利布局不够完善，对专利申请的重视程度不够。

5 建议

（1）建立以企业为主体的发展模式。陕西省具有配套的氢能企业基础。如西安隆基氢能科技有限公司、陕西华秦新能源科技有限责任公司、西安瀚海氢能源科技有限公司等企业具有氢能制备及储氢装置生产能力；西北有色金属研究院、西部材料金属材料股份有限公司等企业可生产燃料电池及其零部件；陕西汽车控股集团有限公司、陕西秦星汽车有限责任公司等企业具备氢燃料电池车研发和生产能力。因此，建议陕西省应尽快完善以市场为导向、以企业为主体的氢能发展模式，引导氢能企业发挥主导作用，在基础和核心技术领域寻求创新突破。积极引进燃料电池堆等技术先进企业，壮大培育整车制造、零部件材料等本地配套企业，带动陕西省氢能产业高质量发展。

（2）加强氢能领域产学研合作。陕西省在氢能核心技术攻关方面有着强大的科教资源优势。因此，建议陕西省氢能企业依托科创优势，加强与高等院校、科研院所开展质子交换膜电解池（PEMEC）、固体氧化物电解池（SOEC）、光催化制氢、固态储氢、低温液态氢储运、燃料电池核心材料等技术的产学研联合攻关，前瞻布局氢能产业链技术弱链、强链。

（3）提升氢能企业知识产权保护意识。专利数据作为企业技术创新最直接、最丰富的指标，

对增强企业技术竞争力有着重要的作用。对此,建议陕西省实力较强的氢能企业不仅要加强核心技术的研发,还要提升知识产权保护意识,增加专利申请量,巩固核心技术的领先地位,形成技术壁垒。实力较弱的氢能企业,则可以进行专利情报分析,寻找竞争企业技术空白点,采取抢先申请策略。各类型企业都要在知识产权竞争中进行合理的专利布局,抢先占领市场。

参考文献

- [1] 2019年政府工作报告[EB/OL]. (2019-03-16)[2023-05-29]. https://www.gov.cn/premier/2019-03/16/content_5374314.htm.
- [2] 氢能产业发展中长期规划(2021—2035年)[EB/OL]. (2022-03-23)[2023-05-29]. https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/ghwb/202203/t20220323_1320038.html.
- [3] 陕西省发展和改革委员会. 陕西省发展和改革委员会关于印发《陕西省“十四五”氢能产业发展规划》《陕西省氢能产业发展三年行动方案(2022-2024年)》《陕西省促进氢能产业发展的若干政策措施》的通知[EB/OL].(2022-07-19)[2023-05-29]. <http://sndrc.shaanxi.gov.cn/fgwj/2022nwj/jY32Qz.htm>.
- [4] ERNST H. Patent portfolios for strategic R&D planning [J]. Journal of engineer technology manage, 1998(15): 279-308.
- [5] 朱相丽,谭宗颖. 专利组合分析在评价企业技术竞争力中的应用:以储氢技术为例[J]. 情报杂志, 2013, 32(4): 28-33.
- [6] 林静静,林甫. 基于专利指标的企业技术竞争力评价框架研究[J]. 现代情报, 2016, 36(10): 22-27, 33.
- [7] 聂洪光,韩竺蔓,张庆. 基于专利计量的我国人工智能A股上市企业技术竞争力研究[J]. 辽宁大学学报(哲学社会科学版), 2021(1): 75-80.
- [8] 王翔,张雪影. 基于专利计量的我国人工智能A股上市企业技术竞争力研究[J]. 辽宁大学学报(哲学社会科学版), 2021(1): 75-80.
- [9] 何晋越,乔玲茜,曾金华,等. 氢能产业发展对天然气生产企业的影响及对策:以川渝地区为例[J]. 天然气与石油, 2021(5): 130-138.
- [10] 张鹏成,徐箭,孙元章,等. 氢能驱动下钢铁园区能源系统低碳发展模式[J]. 电力系统自动化, 2022(13): 10-20.
- [11] 李勃昕,刘平宇,彭红. “双碳”战略驱动下陕西省氢能产业发展路径分析[J]. 中国发展, 2022(3): 17-25.
- [12] 胡佳楠,李雷. 陕西省氢能产业发展现状及建议[J]. 合作经济与科技, 2022(11): 40-42.
- [13] 宋凯. 高校专利技术转移价值评估研究:基于熵权TOPSIS模型和梯度提升树算法[J]. 情报杂志, 2021, 40(7): 52-57.
- [14] 曹琼,李成标. 基于熵权TOPSIS法的农业科技创新能力评价:以湖北省为例[J]. 南方农业学报, 2013, 44(10): 1751-1756.
- [7] 中国信息通信研究院. 中国信息通信研究院——卓信大数据计划[EB/OL]. [2023-04-09]. <https://zxbigdata.caict.ac.cn/>.
- [8] 陈峰. 美国扩大出口管制实体清单对中国科技的影响和对策[J]. 情报杂志, 2022, 41(8): 1-7, 23.
- [9] 陈佳骏. 美国对华胁迫性“经济国策”运用探析[J]. 国际关系研究, 2022 (6): 23-46, 153-154.
- [10] 陈峰,杨宇田. 应对美国对华技术出口限制的产业竞争情报需求与服务研究:以半导体产业为例[J]. 情报杂志, 2019, 38(9): 36-41, 19.
- [11] 陈峰. 美国扩大出口管制实体清单对中国科技的影响和对策[J]. 情报杂志, 2022, 41(8): 1-7, 23.
- [12] 周磊,王晨阳,李问秋. 基于美国实体清单分析的中国卡脖子企业画像构建[J]. 情报杂志, 2023, 42(3): 79-84.
- [13] 何航. 企业数据安全合规治理的关键问题与纾解[J]. 贵州社会科学, 2022 (10): 126-133.
- [14] 中国科学技术情报学会竞争情报分会. 2023“春之声”竞争情报沙龙在北京成功举办[EB/OL]. [2023-05-22]. <http://www.scic.org.cn/node/1158>.
- [15] 徐宏宇. 海外风险管理专家眼里的竞争情报:访东方锐眼风险管理顾问有限公司执行董事郑刚[J]. 竞争情报, 2018, 14(4): 44-46.
- [16] 罗敏,李启明. 中国建筑企业海外经营合规管理研究[J]. 中国工程科学, 2021, 23(4): 87-96.
- [17] 王淑怡,李雅萌,程莹,等. 合规师在初创企业合规建设中的作用[J]. 海峡科技与产业, 2022, 35(2): 20-26.

(上接第68页)