

陕西省氢能产业

专利导航报告

陕西省知识产权局

陕西省知识产权局

榆林市市场监督管理局

二〇二三年三月

陕西省知识产权局

# 引言

为深入实施知识产权战略，加快陕西省知识产权服务能力提升，促进知识产权与产业创新深度融合，提升知识产权运用水平，陕西省于 2021 年推进产业专利导航项目。陕西省氢能产业专利导航项目由陕西省知识产权局立项，榆林市市场监督管理局承接，委托西安亿诺专利代理有限公司实施。项目旨在开展对氢能产业的专利导航分析，通过梳理氢能产业链，从产业链与专利布局的综合分析出发，将专利信息与产业、技术、企业、市场等要素进行深度融合，明确陕西省氢能产业发展定位，揭示未来技术发展趋势、市场竞争态势、产业发展方向等，为陕西省氢能产业进行布局，为提升产业创新驱动发展能力和产业竞争能力提供参考方向。

本项目导航报告主要包括陕西省氢能产业发展方向导航、陕西省氢能产业发展定位和陕西省氢能产业发展路径导航三项基本内容。

陕西省氢能产业发展方向导航以全景模式揭示产业发展的整体趋势和基本方向。该模块以全球产业发展、国内产业发展、陕西省产业发展以及专利数据信息为基础，分析了全球氢能产业的概况，国内氢能产业现状以及陕西省氢能产业情况，梳理氢能产业链的构成，以及氢能产业的专利竞争态势。以产业链和专利布局的关联为基础，从技术控制等角度分析专利布局与产业竞争格局的对应关系。最后以专利控制力为依据，整理氢能产业结构调整方向、技术创新热点、主要企业发展现状和市场需求热点方向，从而发现产业发展方向。

陕西省氢能产业发展定位模块以近景模式聚焦陕西省氢能产业在国内以及陕西省产业链的基本位置。该模块立足陕西省氢能产业发展现状，梳理陕西省氢能产业结构、产业重点企业，分析陕西省氢能产业技术链、专利链以及企业链状况。通过分析对比，明确陕西省氢能产业的技术、人才和企业等要素资源在国内和陕西省产业链中的定位，从宏观和微观两个层面揭示陕西省氢能产业发展中存在的结构布局、企业培育、技术发展和人才储备等方面的优势与不足。

陕西省氢能产业发展路径模块以远景模式绘制陕西省氢能产业当前定位和产业发展规划目标之间的路径。该模块结合陕西省氢能产业发展实际情况，提出陕西省氢能产业结构调整优化路径、企业整合以及引进培育路径、创新人才培养

以及引进合作路径、专利布局协同运用路径，为陕西省氢能产业发展提供具有针对性和操作性的方向建议。

氢能产业专利导航项目自实施以来，得到陕西省知识产权局、榆林市市场监督管理局、陕西省知识产权服务中心、企业群体的大力支持，例如，在技术调研、产业技术分解环节，榆林碳氢研究院股份有限公司的贾云工程师给予我们提出了宝贵的意见，为我们明确区域现状、确定区域定位指明了方向，在此，感谢各位专家、各位老师的付出。

最后，我们衷心地希望本报告能为政府、行业制定产业发展政策提供参考依据，同时希望能够为企业利用专利信息跟踪行业技术发展趋势、调整产业发展方向、提升市场竞争力等方面提供帮助。

西安亿诺专利代理有限公司项目组

2022年3月

## 目 录

陕西省氢能产业专利导航图谱 .....	1
第一章 产业发展现状 .....	1
1.1 概念 .....	1
1.2 产业规模 .....	2
1.2.1 氢能需求全面爆发，绿氢成为主流 .....	2
1.2.2 中国氢能发展缺口大，机遇初现 .....	3
1.2.3 各国重视度高，产业加速发展 .....	4
1.2.4 资本市场对氢能持续关注，多方资金涌入产业发展版图 .....	6
1.3 产业环境 .....	8
1.3.1 国际合作环境 .....	8
1.3.2 国内外政策环境 .....	11
1.4 产业结构 .....	21
1.4.1 上游 .....	22
1.4.2 中游 .....	26
1.4.3 下游 .....	28
1.5 企业链 .....	30
1.5.1 全球重点企业分布 .....	30
1.5.2 中国重点企业 .....	32
1.6 陕西省产业态势 .....	34
1.6.1 产业发展基础 .....	34
1.6.2 产业发展规划 .....	34
1.6.3 产业主体构成 .....	37
第二章 产业发展方向 .....	40
2.1 全球产业发展态势 .....	40
2.1.1 氢能产业迅猛发展，专利申请增速明显 .....	40
2.1.2 美中德日实力强劲，国际竞争激烈 .....	42
2.1.3 主要创新主体专利布局 .....	44
2.2 产业发展方向研判 .....	49
2.2.1 产业链 .....	49
2.2.2 技术链 .....	58
2.2.3 企业链 .....	81
2.2.4 人才链 .....	139
2.2.5 专利风险 .....	144
2.3 小结 .....	148
第三章 陕西省氢能产业发展定位 .....	149
3.1 我国氢能产业分布情况 .....	149
3.1.1 中国产业集聚区已形成，陕西省集群化发展滞后 .....	149
3.1.2 各省在全产业链均衡发展的同时，注重构架绿色制氢与用氢的发展格局 .....	151
3.1.3 结合地区政策规划，各省份注重重点领域差异化发展 .....	153
3.1.4 校企合作推进产业革新，氢能领域专项人才不断受到重视 .....	158
3.2 陕西省氢能产业发展现状 .....	161
3.2.1 陕西省氢能产业结构完整 .....	161

3.2.2 高校研究基础雄厚，企业在煤制氢、电解水制氢具有竞争优势 .....	163
3.2.3 西安市在陕西占据核心地位 .....	174
3.2.4 企业在氢能领域技术创新更为活跃，且更加注重专利保护 .....	177
3.2.5 技术革新主要聚焦在上游领域，对全球新技术的关注较少 .....	177
3.3 陕西省氢能产业定位 .....	180
3.3.1 产业定位 .....	180
3.3.2 技术定位 .....	200
3.3.3 企业定位 .....	200
3.3.4 人才定位 .....	207
3.3.5 协同创新定位 .....	210
3.3.6 专利运营定位 .....	214
3.3.7 专利定位 .....	219
3.4 小结 .....	225
3.4.1 优势与机遇 .....	225
3.4.2 不足与短板 .....	225
第四章 产业发展路径导航 .....	227
4.1 产业结构调整优化路径 .....	227
4.2 技术创新引进提升路径 .....	228
4.2.1 本地创新技术转化 .....	228
4.2.2 区域外创新技术引进 .....	229
4.3 企业整合培育引进路径 .....	231
4.3.1 企业本土化培育路径 .....	231
4.3.2 企业合作和引进 .....	235
4.4 创新人才引进培养路径 .....	241
4.4.1 本地人才培养 .....	241
4.4.2 省外团队合作和人才引进 .....	242
4.5 专利协调运用和市场运营路径 .....	243
4.5.1 擅用转化平台促进专利与技术的纵深发展 .....	243
4.5.2 盘活高价值专利资源，精准对接实现技术与产业融合 .....	244
附件一 陕西省高价值专利清单 .....	246
附件二 上游领域可对接的国内外头部企业清单 .....	268
附件三 上游领域可合作的国内外高校/科研院所清单 .....	269
附件四 中游领域可对接的国内外头部企业清单 .....	270
附件五 中游领域可合作的国内外高校/科研院所清单 .....	274
附件六 下游领域可对接的国内外头部企业清单 .....	276
附件七 下游领域可合作的国内外科研机构清单 .....	285
附件八 上游领域可关注的国内外核心人才清单 .....	290
附件九 中游领域可关注的国内外核心人才清单 .....	291
附件十 下游领域可关注的国内外核心人才清单 .....	296

# 陕西氢能产业图谱

技术创新方向	
省内	煤制氢：超临界水气化制氢
	新制氢工艺：高温气冷堆的硫碘循环制氢系统的氢电联产技术
省外	石化燃料制氢领域：化学链制氢技术
	电解水制氢：不依赖镍、钴、铂等贵金属的析氧催化剂
	储氢：碳基泡沫纳米复合储氢材料、金属-有机框架化合物
	加氢站：加氢罐双回路设计降低注氢温度
	氢燃料电池：Nafion膜自增湿、超薄化、高柔软性、高离子传导率；电堆一致性温度控制
	氢制化学品：联产工艺、多相原料的组合加氢、临氢设备的改进

人才合作引进名录			
序号	产业链	技术分支	对应单位
1	上游	甲醇转化制氢	张会强 广东醇氢新能源研究院有限公司
2			李华波 广东醇氢新能源研究院有限公司
3			岳铎 中科凌志阳光(苏州)氢能科技发展有限公司
4			徐成俊 常州市蓝博净化科技有限公司
5			张丁 德州新动铁塔发电有限公司
6			陈杰平 浙江氢谷新能源汽车有限公司
1	中游	气态储氢、低温液化储氢	AIR LIQUIDE (液化空气集团)
2			Leonor Adiflores
3	物理吸附储氢	Aaqius & Aaqius公司	LEVY MICHAEL FRANCIS
4			王辉 合肥国轩高科动力能源有限公司
5	下游	氢燃料电池	陈庆 成都新柯力化工科技有限公司
6			周明强 中氢新技术有限公司
7			刘先国 安徽工业大学
8			王平 华南理工大学
9			王峰 上海氢枫能源技术有限公司
10			方沛军 河南氢枫能源技术有限公司
11			Kenji Nagura Kobe Steel(日本神户钢铁公司)
12			林培基 浙江昊凡科技有限公司



产业链创新主体目录						
企业类型	企业名称	产业链	技术分支	企业地位	企业名称	产业链
链主	陕西煤业化工	上游	煤制氢	链主	陕西延长石油	下游
	陕西华秦新能源	上游	电解水制氢		陕西煤业化工	下游
骨干企业	西安热工研究院	上游	煤制氢、工业副产氢	骨干企业	比亚迪	下游
潜力企业	西安海翼能源	中游	液态储氢		西安热工研究院	下游
	西安海翼能源	中游	液态储氢	西安凯立新材料	下游	
	陕西氢易能源科技	中游	气态储氢	西安海翼能源	下游	
	陕西氢能新材料	中游	气态储氢	金堆城铝业股份	下游	

运营融合体系	
秦创原	
西安知识产权运营服务平台	
《西安市工业和信息化局关于推广应用工业新产品新技术的通知》	
融资体系	
融资平台	参与的企业和机构
陕西万众一投资合伙企业	宝鸡市投资引导基金、宝鸡市财政基金
北京海国新动能股权投资基金	宝鸡市绿色发展基金、宝鸡市绿色发展基金
宝鸡市绿色发展基金	西安隆基氢能科技企业、西安隆基氢能创投公司、上海朱雀源私募基金
陕西宝光氢能	延长石油、陕煤集团、陕西有色、陕汽集团、榆林市属企业以及中央企业、社会资本
西安隆基氢能科技企业	
西安隆基氢能创投公司	
上海朱雀源私募基金	
陕西氢能运力平台公司	

区域企业引进清单					
序号	产业链	技术分支	企业	城市	专利量
1	上游	甲醇转化制氢	广东醇氢新能源研究院有限公司	广州	22
2			上海合既得动力机器有限公司	上海	22
3			广东合即得能源科技有限公司	广州	15
4	中游	气态储氢、低温液化储氢	AIR LIQUIDE (液化空气集团)	法国	272
5			HYLIUM INDUSTRIES	韩国	14
6			BOSCH(博士公司)	德国	34
7			JFE(日本钢铁工程控股公司)	日本	25
8			Kobe Steel(日本神户钢铁公司)	日本	20
9			物理吸附储氢	Aaqius & Aaqius公司	法国
1	下游	加氢站	AIR LIQUIDE (液化空气集团)	法国	97
2			Kobe Steel(日本神户钢铁公司)	日本	83
3			上海氢枫能源技术有限公司	上海	43
4			上海舜华新能源系统有限公司	上海	17
5			上海合既得动力机器有限公司	上海	53
6	氢燃料电池、燃料电池汽车	氢燃料电池	广东合即得能源科技有限公司	广东	44
7			HONDA MOTOR(本田汽车)	日本	52
8			北京亿华通科技股份有限公司	北京	29
9			上海神力科技有限公司	上海	21
10			上海恒动动力科技有限公司	上海	10
11			江苏中清新能源科技有限公司	江苏	7
12			苏州中氢能源科技有限公司	江苏	6

区域协同创新目录					
序号	产业链	技术分支	企业	城市	专利量
1	上游	甲醇转化制氢	中国科学院大连化学物理研究所	辽宁	18
2			厦门大学	福建	12
3			浙江大学	浙江	8
1	中游	气态储氢、金属基储氢	浙江大学	浙江	57
2			华南理工大学	广东	14
3	下游	氢燃料电池	清华大学	北京	14
11			KOREANST SCI TECH (韩国科学技术院)	韩国	29
12			King Abdullah University of Science and Technology (沙特阿拉伯科技大学)	沙特阿拉伯	9
13			中国科学院大连化学物理研究所	辽宁	99
14			浙江大学	浙江	72
15			华南理工大学	广东	49
16			天津大学	天津	43
17	清华大学	北京	41		

陕西省知识产权局

# 第一章 产业发展现状

## 1.1 概念

氢（H）是地球的重要组成元素，也是宇宙中最常见的物质，主要以化合态的形式出现，通常的单质形态是氢气（H<sub>2</sub>），具有来源多样、清洁低碳、灵活高效、应用场景丰富等特点，是重要的工业原料和能源载体。



图 1-1 氢能特点

氢能是一种来源丰富、绿色低碳、应用广泛的二次能源，作为一种清洁能源和良好的能源载体，它具有储量丰富、清洁、可储能、可运输、应用场景丰富等特点，目前已经成为能源革命的关注热点，也是全球能源转型发展的重要载体之一，而氢经济被认为是 21 世纪世界经济新的转折点。

2021 年“十四五”规划《纲要》重申，要推进能源革命，建设清洁低碳、安全高效的能源体系。《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》在主要目标中明确提出，到 2060 年，绿色低碳循环发展的经济体系和清洁低碳安全高效的能源体系全面建立。其中，“清洁”、“低碳”、“安全”、“高效”四个关键词，是中国新时代能源发展的根本要求。

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，其中氢能产业被纳入其中。作为能源大省，打造千亿级氢能产业集群，陕西

有基础、有优势。我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 万吨/年，其中高品质副产氢约 20 万吨/年，而且副产氢制氢成本每公斤 8 元至 10 元，200 公里内终端氢气成本低于每公斤 35 元，远低于粤、沪等地区，可达到国家燃料电池汽车示范城市群考核指标。另外，陕西是科教大省，以西交大为代表的高校科研实力雄厚，在制氢、储运等方面技术研发能力强，产业化优势突出。

## 1.2 产业规模

### 1.2.1 氢能需求全面爆发，绿氢成为主流

根据麦肯锡公司 2022 年发布的《全球能源展望报告》（以下简称《报告》），预计从 2020 年到 2050 年，全球能源整体消耗量增幅不大，但能源结构发生了变化，电能和氢能有望在 2050 年占据整体能源消耗量的 50%。

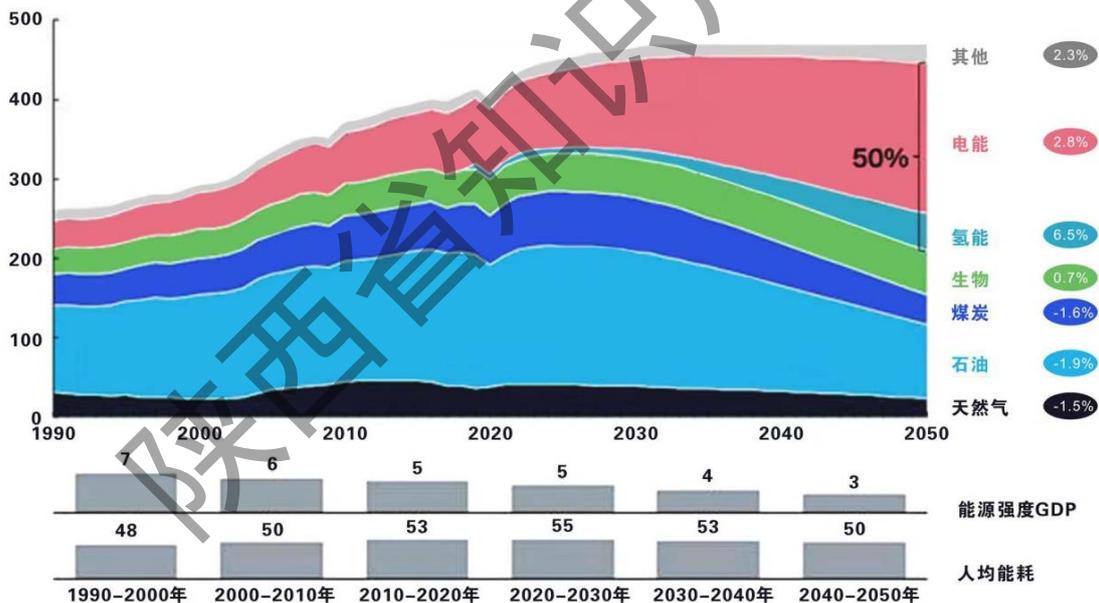


图 1-2 全球能源需求结构<sup>[1]</sup>

目前氢能主要应用在化工和炼油板块，其他板块涉及较少，但到 2035 年，《报告》预计，全球氢能需求将全面爆发，从 2019 年的 8 千万吨增长至 1.77 亿吨，其中化工占 42%、炼油占 15%、公路运输占 15%、炼钢炼铁等新兴产业占 16%，空运和海运以及其他板块共占 12%。

[1] 资料来源：《全球能源展望报告》

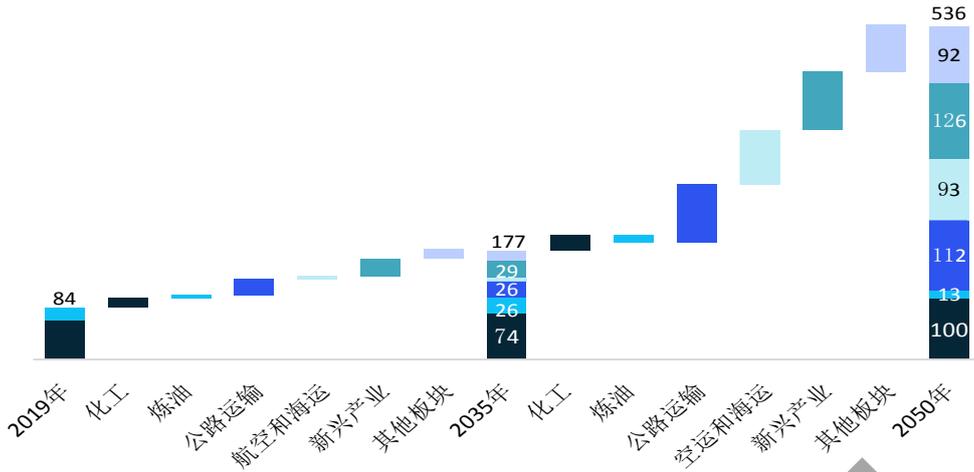


图 1-3 全球氢能需求结构

《报告》显示，到 2050 年，全球氢能整体需求将从 2035 年的 1.77 亿吨增长至 5.36 亿吨，除炼油行业需求减少近 50%外，其他板块都大幅增长，化工从 0.77 亿吨增长至 1 亿吨，增幅近 30%；道路交通从 0.26 亿吨增长至 1.12 亿吨，增长 4 倍多；航空和海运从 0.26 亿吨增长至 0.93 亿吨，增长 3.5 倍多；炼铁炼钢等新兴行业从 0.29 亿吨增长至 1.25 亿吨，增长 4 倍多。未来，全球氢能需求大幅增长的主要驱动力来自公路运输、海运航运、炼铁炼钢这三大板块。绿氢将成为主流，其供应量将从 2035 年的 1.1 亿吨/年（占总供应量的 60%），增加到 5.1 亿吨/年（占总供应量的 95%左右）。

### 1.2.2 中国氢能发展缺口大，机遇初现

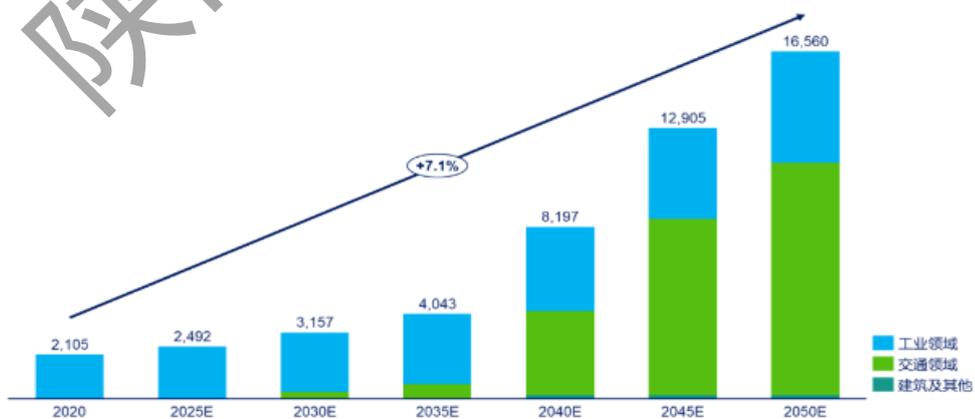


图 1-4 中国中长期氢能需求预测<sup>[2]</sup>

[2] 资料来源：中国氢能联盟

2021年，氢能列入《国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》中未来产业布局，意味着我国将开始大力发展氢能产业。根据中国氢能联盟统计，2020年我国氢能需求量已突破2000万吨，预计2050年氢气需求量有望在2020年的基础上增长7倍，达到1.6亿吨。

我国氢气需求集中在工业领域，其中化工需求占据主导地位，主要用于合成氨和炼化，与其他化工细分行业合计占比超94%，未来化工行业仍然是氢气消费的重点领域。

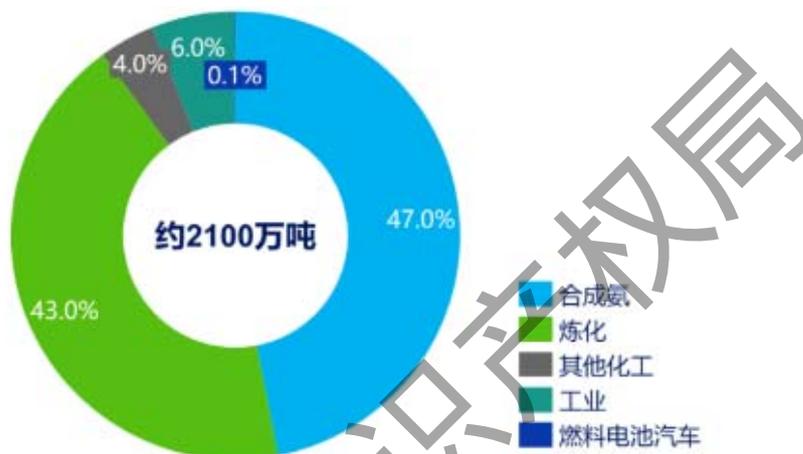


图 1-5 2020 年我国氢能需求结构

### 1.2.3 各国重视度高，产业加速发展

全球主要国家均高度重视氢能与氢燃料电池的发展，美国、日本、德国等发达国家已经将氢能上升到国家能源战略高度，不断加大对氢能及氢燃料电池的研发和产业化扶持力度。

#### 美国投入巨资加速开发低成本清洁制氢技术

美国在2021年宣布重返《巴黎协定》后，美国推动氢能技术攻关、建立氢能经济的步伐明显加快。同年7月，美国能源部（DOE）宣布启动首个“氢能攻关计划”。2021年11月，美国签署《基础设施投资和就业法案》，计划2022~2026年间拨款80亿美元用于区域氢能中心建设，15亿美元用于电解槽和氢能全产业链研发和示范。2022年3月，DOE宣布投入2800万美元用于清洁氢能的研究和前端工程设计（FEED）项目，推进实现“氢能攻关计划”。

#### 欧盟将氢能作为能源安全和能源转型的重要组成部分

近年来，欧盟逐步建立以氢能为中心的清洁能源战略规划布局，氢能项目覆盖全产业链，有跨行业和政策合作等特点，重点布局在工业和交通运输领域。另外，俄乌冲突进一步加速了欧盟国家能源转型步伐，安全性成为当前的首要考虑因素。荷兰皇家壳牌集团在德国投资启动了一个总装机量为 10 兆瓦的绿氢电解槽项目，是目前欧洲最大的绿氢项目。2022 年 2 月，有 30 家欧洲能源企业在西班牙联合启动了一个绿氢项目，目标是到 2030 年通过天然气运输和存储网络，以每千克 1.5 欧元的价格为欧洲国家提供绿氢，计划每年生产 360 万吨绿氢。

### **俄罗斯把氢能作为资源出口创汇新增长点**

俄罗斯近年来正在加快布局氢能贸易，确保其全球主要能源出口国的地位。在 2020 年 6 月发布的《2035 年俄罗斯联邦能源战略》中，俄计划 2035 年出口 200 万~700 万吨氢气，出口创收 78 亿~211 亿美元；2050 年出口 790 万~3340 万吨氢气，出口创收 236 亿~1002 亿美元。

### **日本致力于打造全球化氢气供应链**

目前，除了应对气候变化和俄乌冲突影响，日本的能源策略仍然倾向于创建氢能社会，并在氢能发展战略中提高了氢能源在 2030 年能源结构中的使用占比。因此，日本将打造全球化氢气供应链，包括开展配套设备研发，打造集氢气生产、储运、利用为一体的供应链。2022 年，日本与澳大利亚、文莱、挪威和沙特就氢燃料采购问题已达成合作协议，和印尼确定在氢、氨和碳捕获与封存等脱碳技术方面开展合作。此外，日本搭建的全球供应链主要依靠海上运氢。近几年，日本利用液化氢运输和甲基环己烷（MCH）运输，已有多个示范项目成功运行。<sup>[3]</sup>

### **韩国重视氢能及氢燃料电池产业发展**

2008 年以来，韩国政府持续加大对氢能技术研发和产业化推广的扶持力度，先后投入 3.5 亿韩元实施“低碳绿色增长战略”、“绿色氢城市示范”等项目，持续推进氢能及燃料电池技术研发。2018 年，韩国政府将氢能产业定为三大战略投资领域之一，并在 2019 年初正式发布《氢能经济发展路线图》，提出要在 2030 年进入氢能社会，并在未来 5 年投资 2.6 万亿韩元，把氢能经济打造成拉动创新增长的重要动力，引领全球氢能及氢燃料电池产业发展。

[3]资料来源：中国能源新闻网

## 1.2.4 资本市场对氢能持续关注，多方资金涌入产业发展版图

国家政策的引导，促使氢能产业成为产业投资资金布局的重点，目前国有企业、科研院所、高校、商业投资机构和民营企业均参与到氢能产业的基金中，基金规模从千万到百亿不等，产业基金的投资热情，将对氢能产业的发展起到巨大的推动作用。

表 1-1 2021 年中国氢能部分产业基金设立情况及规模（单位：人民币）

时间	基金	规模	参与的企业和机构
2016 年	中国·氢产业发展基金	10 亿元	腾达建设集团股份有限公司、长安国际信托股份有限公司、东英金融集团有限公司、博石资产管理股份有限公司共同
2017 年	氢能基金	30 亿元	中广核联合中金前海发展（深圳）基金管理有限公司、清华四川能源互联网研究院
2018 年	河南（新乡）氢能专项基金	5 亿元	河南省战新产业投资基金、新乡市平原产业转型发展基金、新乡投资集团有限公司、新乡高新投资发展有限公司
2018 年	氢能产业基金	1 亿美元	清华大学北京清华工业开发研究院、韩国现代汽车公司
2018 年	苏州氢能产业基金	10 亿元	苏州市创新产业发展引导基金、张家港弘盛产业资本母基金
2019 年	郴电国能产业投资基金	10.01 亿元	郴电国际、中国能源工程集团有限公司
2019 年	太仓昆池氢能产业基金	5 亿元	美克国际家居用品股份有限公司、通联金控（北京）投资有限公司、上海娄江投资管理中心（有限合伙）
2019 年	川商氢能产业基金	30 亿元	四川能投集团、广东国鸿氢能、苏州擎动科技
2019 年	深圳白鹭氢能产业股权投资基金合伙企业	5-10 亿元	南都电源、中广核资本、中广核产业投资基金
2019 年	氢能产业投资基金	150 亿元	航锦科技联合各政府产业基金和金融机构
2019 年	同创富瑞基金	2 亿元	富瑞特装、深圳同创锦绣资产管理有限公司、江苏省张家港经济开发区实业总公司
2019 年	东方电气氢能产业基金	30 亿元	东方电气与三峡资本、成都创投

时间	基金	规模	参与的企业和机构
2020年	HydrogenOne Capital	3.15亿美元	荷兰皇家壳牌、埃克森美孚
2020年	氢能产业基金	10亿元	国华能源投资有限公司、湖北高投引导基金管理公司、东湖新技术开发区管委会、武汉地质资源环境工业技术研究院有限公司
2021年	氢能源及燃料电池相关产业发展基金	1亿元	山西金信
2021年	新能源产业基金	20亿元	佛燃能源、中银粤财股权投资基金管理(广东)有限公司
2021年	氢能产业投资基金	100亿元	协鑫新能源、中建投资管理(天津)有限公司、建银国际资产管理有限公司
2021年	嘉兴氢能产业基金	5亿元	嘉兴能源、嘉兴市南湖股权投资基金有限公司、浙江氢能产业发展有限公司
2021年	氢能源产业发展基金	不低于1000万	濮耐股份、上海宇苑投资合伙企业
2021年	绿色产业基金	54亿元	山东省新旧动能转换基金、省发展投资集团、石横特钢等
2021年	成都厚普清洁能源股份投资基金	1.67亿元	厚普清洁能源股份有限公司、成都市香融创业投资有限公司
2021年	山能新业(山东)新旧动能转换股份投资基金	10亿元	山东丰元化学股份有限公司、新业新动能(枣庄)股权投资合伙企业
2021年	武汉佰仕德新能源基金	2.7亿元	湖北和远气体股份有限公司等
2021年	山西华氢股权投资合伙企业(有限合伙)	1亿元	鹏飞集团、氢璞创能
2021年	氢能产业投资基金	100亿元	协鑫新能源、中建投资管理(天津)有限公司、建银国际资产管理有限公司
2021年	宝鸡市绿色发展基金	1亿元	宝鸡市投资引导基金 宝鸡市财投基金管理有限公司

从投资项目的地区分布情况来看,2021年国内氢能项目投资金额排名前十的省份/自治区分别为内蒙古自治区、河北省、陕西省、四川省、辽宁省、青海省、广东省、甘肃省、宁夏回族自治区、浙江省,陕西省在产业投资方面居于前列。

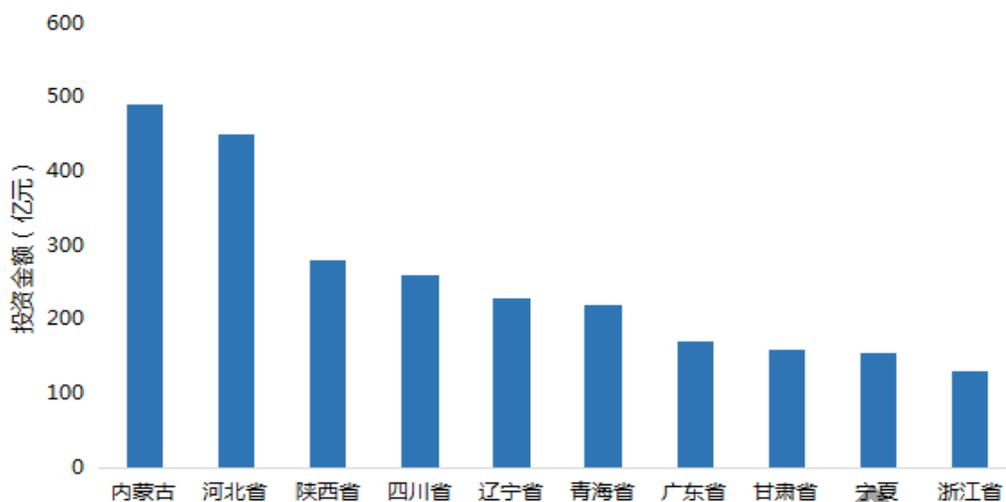


图 1-6 2021 年国内氢能项目投资金额 TOP10 省份 (单位: 亿元)

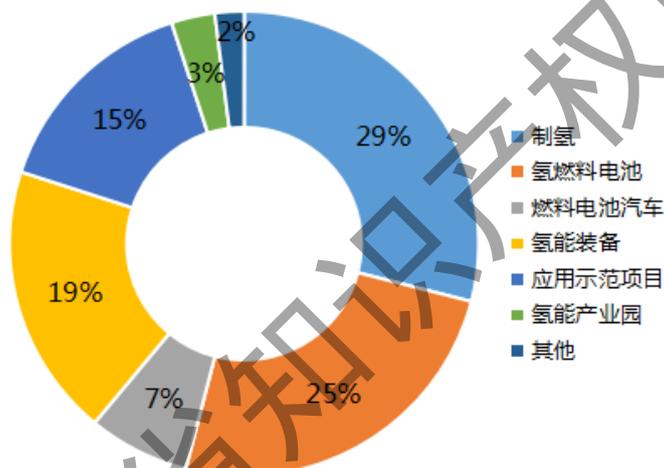


图 1-7 2021 年氢能产业链各环节投资项目数量占比

从资金去向来看，制氢、氢燃料电池、氢能装备以及应用示范项目是产业投资最活跃的领域，四个技术领域的投资数量占比接近总量的 90%。

## 1.3 产业环境

### 1.3.1 国际合作环境

氢能及燃料电池产业发展过程中，除了政府的战略扶持，国际组织在推动技术创新、建立行业标准、组织国际合作等方面发挥了积极作用。相关国际知名企业纷纷开展合作提升技术、成本的竞争优势，跨国产业合作渐成趋势。

#### (一) 国际组织

### (1) 国际氢能经济和燃料电池伙伴计划 (IPHE)

国际氢能经济和燃料电池伙伴计划为国际间政府合作组织，于 2003 年 11 月在美国华盛顿启动，起初名为“国际氢能经济伙伴计划”，中国是 IPHE 的发起国之一。目前，该组织已经吸纳了全球 18 个国家和欧盟的广泛参与。2009 年，合作组织更名为“国际氢能经济和燃料电池伙伴计划”。IPHE 旨在分享各国在氢能和燃料电池领域的倡议、政策、技术、安全标准和经验，加速氢能领域的国际合作，在全球范围内推动氢能相关的技术研发和产业发展，促进清洁高效能源体系的转型。

### (2) 国际能源署氢能协作组 (IEA-HCG)

国际能源署氢能协作组成立于 2003 年 4 月，由国际能源署 (IEA) 的 24 个成员国共同签署，旨在促进成员国之间在氢能与燃料电池领域合作进行技术研发和政策制定。HCG 管理的氢能与燃料电池国际合作研发项目主要是氢能实施协议和先进燃料电池、温室气体研发计划。其中，氢能实施协议是世界最大的、持续时间最长的氢能研究项目，已开展了 39 项研究任务。中国科学院大连化学物理研究所和北京有色金属研究总院作为我国代表于 2016 年正式加入了该协议。

### (3) 国际氢能协会 (IAHE)

国际氢能协会于 1974 年在美国成立，致力于加快推动氢能成为未来世界丰富清洁能源供应的基础和保障，是全球氢能级别最高、影响力最大的非营利性学术组织。IAHE 为全球氢能源领域科学家，能源工程师，环保主义者，决策者提供交流平台，努力向公众宣传氢能在丰富清洁能源系统中的重要作用，与 30 个国家，38 家氢能组织一道推动全球氢能体系建设。

### (4) 国际氢能委员会 (Hydrogen Council)

国际氢能委员会于 2017 年达沃斯世界经济论坛上成立，是首个旨在加速对氢能和燃料电池技术开发和商业化重大投资，促进氢能技术在全球能源转型中发挥作用的 CEO 倡议组织，该组织在全球氢能及燃料电池的标准制定、技术创新等领域持续发挥作用。目前，国际氢能委员会已吸纳了来自亚洲、欧洲和北美洲共 53 家氢能行业领头公司加入，国家能源集团等 4 家中国企业是其指导成员单位。

## (二) 产业合作

### (1) 加氢基础设施联盟

德国成立了以国家氢和燃料电池技术组织为主导，液化空气集团、戴姆勒、林德、OMV、壳牌和道达尔等跨国公司参与的合资企业 HMobility，旨在德国本土内创建方便的加氢站网络，大规模推广燃料电池车。计划到 2019 年，在汉堡、柏林、莱茵河-鲁尔、法兰克福、纽伦堡、斯图加特和慕尼黑等大都市区以及主要道路和高速公路上建成并运营 100 座加氢站；到 2023 年，在德国建设 400 座加氢站，建立一个全国范围的供应网络，推动氢能行业的发展。同时 HMobility 负责管理所有加氢站运营任务，具体包括网络规划、申请许可证、采购、施工和运营工作。

日本丰田汽车、日产汽车、东京燃气公司、政策投资银行等 11 家企业也在政府主导下联合成立加氢网络公司 Japan HMobility (JHyM)，旨在日本全境推动加氢站战略性建设和高效运营，加快推动燃料电池车普及。

#### (2) 燃料电池汽车厂商联盟

在燃料电池车推广过程中，日韩在规模化量产上拔得头筹，成功推出诸如丰田 Mirai、本田 Clarity、现代 Nexo 等量产车型，欧美汽车厂商逐步与其开展合作以实现技术与市场的协同。近年来，市场上逐渐形成四大汽车集团联盟：戴姆勒、福特与雷诺-日产，通用与本田，宝马与丰田，奥迪与现代。通过联盟，各方均致力于共同开发燃料电池系统平台以加快商业化进程。

#### (3) 美国燃料电池和氢能协会

美国燃料电池和氢能协会 (FCHEA) 成立于十年前，是美国燃料电池委员会和国家氢能协会合并后成立，总部设在华盛顿。

#### (4) 欧洲清洁氢联盟

2020 年 7 月，欧盟委员会推出欧盟氢能战略，将绿氢作为未来氢能发展重点。作为氢能战略的一部分，欧盟委员会宣布成立清洁氢能联盟，旨在为氢能大规模生产提供投资、促进技术合作。企业成员包括蒂森克虏伯、西门子、壳牌、空客，以及丹麦和挪威的一些公司等。此外还有欧盟倡议成立的氢能联盟，欧盟和氢能联盟共同规划欧洲共同利益重要项目，以带动产业发展和产业链整合和强化。氢能联盟拟推动 280 家企业参与制氢电解槽的相关产业链，并推进实施 1 吉瓦规模的电解槽项目。

### 1.3.2 国内外政策环境

#### 1.3.2.1 国外产业政策

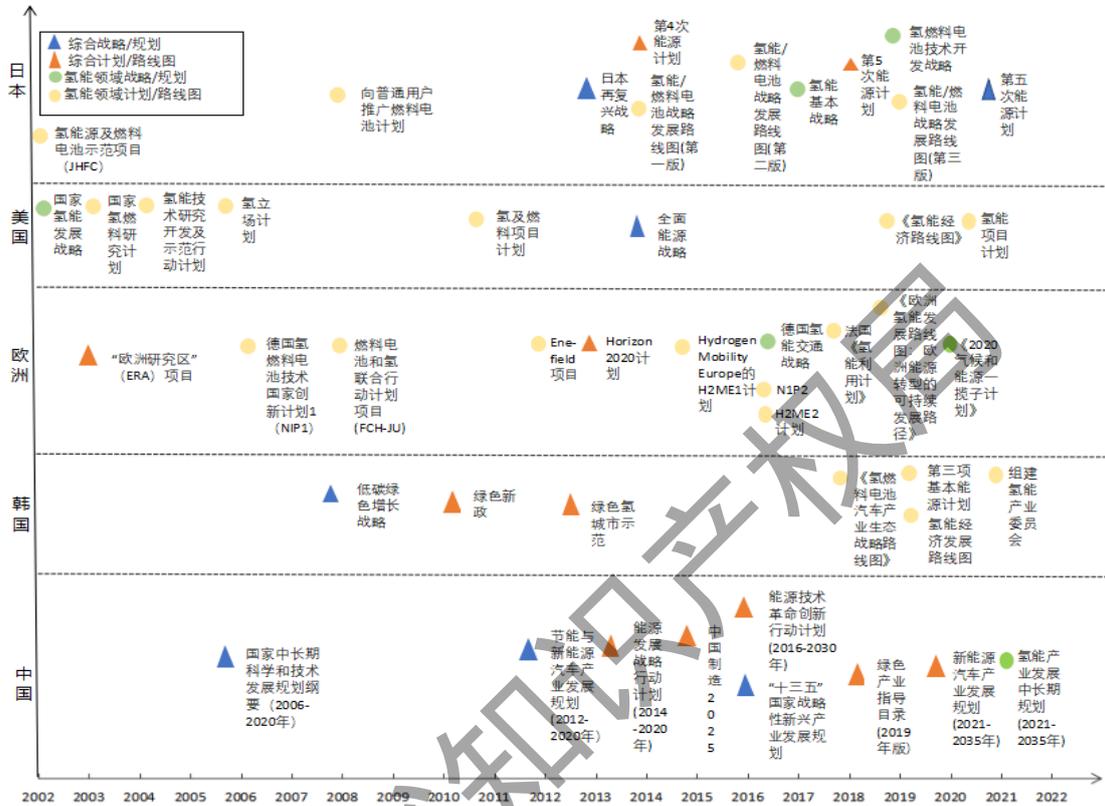


图 1-8 世界各国氢能产业政策发展路径

美国采用融合氢能模式，大规模推动氢能的生产和应用，更注重氢能产业技术优势的确立和对关键前瞻技术的控制（燃料电池）；欧盟主要是建立一体化的能源系统模式，实现氢能密集产业规模化的应用。日本选择全产业链发展的模式，不断扩大下游市场规模，致力于建设氢能社会、实现能源供应多元化；韩国重视氢能源燃料汽车的配套和应用。

因此美国、日本、韩国、欧盟等国家和地区不仅明确了氢能产业发展战略，制定了一系列产业支持政策，还不断完善氢能产业政策体系。其中，日本和韩国最为典型。2019年3月，日本经济产业省发布了新版《氢能与燃料电池路线图》，提出了燃料电池汽车推广应用、燃料电池动力系统经济性、加氢站建设及运营等新的发展目标。同时，日本制定了“氢/燃料电池战略技术发展战略”，不仅规定了具体的技术发展项目，还明确了符合路线图中每个领域设定的目标。该战略着眼于三大技术领域：燃料电池技术领域、氢供应链领域和电解技术领域，确定

了包括车载用燃料电池、固定式燃料电池、大规模制氢、水制氢等 10 个项目作为优先领域，并通过互相合作来促进技术的研究与开发。

通过持续的氢燃料电池技术研发支持、推进氢燃料电池试点示范及多领域应用、结合其资源禀赋特征确立制氢技术路线等措施，世界主要国家已在燃料电池汽车技术研发、产业链构建及加氢站建设方面取得优势。

### 1.3.2.2 国内产业政策

#### （一）国家层面：持续出台产业政策，加强产业顶层设计

2019 年两会期间，氢能首次写入政府工作报告，之后，国务院、国家发改委、国家能源局等多部门都陆续印发了支持、规范氢能源行业的发展政策，内容涉及氢能源发展技术路线、加氢站等基础设施建设、燃料电池车发展等内容。

表 1-2 国内氢能相关政策

时间	发布部门	政策名称	重点内容解读
2006 年 2 月	国务院	《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006-2020 年)》	提出将“氢能及燃料电池技术”作为未来能源技术发展方向之一
2009 年 1 月	财政部、科技部	《节能与新能源汽车示范推广财政补助资金管理暂行办法》	提出对试点城市示范推广单位购买和使用燃料电池车给予补助
2010 年 10 月	国务院	《关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》	提出“开展燃料电池车相关前沿技术研发”
2011 年 2 月	第十一届全国人大常委会	《中华人民共和国车船税法》	规定燃料电池车免征车船税
2011 年 3 月	发改委	《产业结构调整指导目录(2011 年本)》	储氢材料被列入鼓励类
2011 年 6 月	发改委等 5 部门	《当前优先发展的高技术产业化重点领域指南(2011 年度)》	将“氢开发与利用”列入先进能源产业的高技术产业化重点领域
2012 年 6 月	国务院	《节能与新能源汽车产业发展规划(2012-2020 年)》	到 2020 年，燃料电池汽车、车用氢能源产业与国际同步发展提高燃料电池系统的可靠性和耐久性，带动氢的制备、储运和加注技术发展

时间	发布部门	政策名称	重点内容解读
2014年6月	国务院	《能源发展战略行动计划(2014-2020年)》	提出将“氢能与燃料电池”作为重点创新方向之一
2014年11月	财政部、科技部、工信部、发改委	《关于新能源汽车充电设施建设奖励的通知》	提出对新建燃料电池车加氢站给予奖励
2015年2月	科技部	《国家重点研发计划新能源汽车重点专项实施方案(征求意见稿)》	提出“燃料电池车技术取得突破,达到产业化要求”
2015年3月	交通运输部	《关于加快推进新能源汽车在交通运输行业推广应用的实施意见》	提出“积极推广应用燃料电池车”
2015年4月	财政部、科技部、工信部、发改委	《关于2016-2020年新能源汽车推广应用财政支持政策的通知》	提出对于燃料电池车的补贴不实行退坡
2015年5月	国务院	《中国制造2025》	提出将继续支持燃料电池车的发展,并对燃料电池汽车的发展战略,提出三个发展阶段
2016年4月	发改委、国家能源局	《能源技术革命创新行动计划(2016-2030年)》	提出“氢能与燃料电池技术创新”为重点任务之一
2016年5月	国务院	《国家创新驱动发展战略纲要》	提出“开发氢能、燃料电池等新一代能源技术”
2016年10月	中国标准化研究院资源与环境分院、中国电器工业协会	《中国氢能产业基础设施路线图》	发布氢能产业基础设施发展路线图
2016年10月	中国汽车工程学会	《节能与新能源汽车技术路线图》	发布氢燃料电池车技术路线图
2016年11月	国务院	《“十三五”战略性新兴产业发展规划》	提出“系统推进燃料电池车研发与产业化”
2017年4月	工信部、发改委、科技部	《汽车产业中长期发展规划》	提出要“逐步扩大燃料电池车试点示范范围”
2017年6月	科技部、交通运输部	《“十三五”交通领域科技创新专项规划》	提出要深入开展燃料电池车核心专项技术研发,推进加氢基础设施和示范考核技术发展

时间	发布部门	政策名称	重点内容解读
2018年 2月	财政部、 工信部、 发改委、 科技部	《关于调整完善新能源汽车推广应用财政补贴政策的通知》	制定了燃料电池车补贴标准
2018年 10月	发改委、 国家能源局	《清洁能源消纳行动计划（2018-2020年）》	探索可再生能源富余电力转化为热能、冷能、氢能，实现可再生能源多途径就近高效利用
2019年 1月	生态环境部等11个 部门联合发布	《柴油货车污染治理攻坚战行动计划》	鼓励各地组织开展燃料电池货车示范运营，建设一批加氢示范站
2019年 3月	发改委等 7部门	《绿色产业指导目录（2019年版）》	鼓励发展氢能利用设施建设和运营，燃料电池装备以及在新能源汽车和船舶上的应用
2019年 3月	国务院	2019年政府工作报告	程定汽车消费，继续执行新能源汽车购置优惠政策，推动充电、加氢等设施建设
2019年 10月	发改委	《产业结构调整指导目录（2019年本）》	涵盖高效制氢、运氢及高密度储氢技术、加氢站以及燃料电池相关内容
2020年 3月	发改委、 司法部	《关于加快建立绿色生产和消费法规政策体系的意见》	在9大方面提出了27项重点任务，其中包括“研究制定氢能、海洋能等新能源发展的标准规范和支持政策（2021年完成）”
2020年 3月	国家标准化管理委员会	《2020年国家标准立项指南》	围绕燃料电池、高性能动力电池、动力电池回收利用等方面开展标准研制
2020年 4月	国家能源局	《中华人民共和国能源法（征求意见稿）》	实施节约优先、立足国内、绿色低碳和创新驱动的能源发展战略，构建清洁低碳、安全高效的能源体系；优先发展可再生能源，安全高效发展核电，提高非化石能源比重，推动化石能源的清洁高效利用和低碳化发展
2020年 4月	工信部	《2020年新能源汽车标准化工作要点》	推动电动汽车整车、燃料电池、动力电池、充换电领域相关重点标准研制，持续优化标准体系，加快重点标准研制，发挥标准对技术创新和产业升级的引领作用
2020年 5月	国家能源局	《关于建立健全清洁能源消纳长效机制的指导意见（征求意见稿）》	清洁能源富集地区，鼓励推广电采暖、电动汽车、港口岸电、电制氢等应用，采取多种措施提升电力消费需求，扩大本地消纳空间鼓励建设清洁能源分布式项目，建设综合消纳示范区，完善清洁能源就近交易机制，多途径促进清洁能源就地消纳
2020年 6月	发改委	《关于2019年国民经济和社会发展计划执行情况与2020年国民经济和社会发展计划草案的报	指出制定国家氢能产业发展战略规划，并支持新能源汽车、储能产业发展，推动智能汽车创新发展战略实施

时间	发布部门	政策名称	重点内容解读
		告》	
2020年6月	国家能源局	《2020年能源工作指导意见》	将推动储能、氢能技术进步与产业发展，研究实施促进储能技术与产业发展的政策，开展储能示范项目征集与评选，制定实施氢能产业发展规划，组织开展关键技术装备攻关，积极推动应用示范
2020年8月	发改委、国家能源局	《关于公布2020年风电、光伏发电平价上网项目的通知》	共有3个省份的4个涉氢项目入选。其中，吉林省涉及大安市舍力镇风光制氢储能《源网荷储综合能源》示范项目和乾安县200MW“光伏+储能+制氢”渔光互补扶贫项目；甘肃省二氧化碳加氢合成甲醇中试和示范工程项目；宁夏回族自治区太阳能电解制氢储能及综合应用试点项目
2020年9月	财政部等5部门	《关于开展燃料电池汽车示范应用的通知》	将对燃料电池汽车的购置补贴政策，调整为燃料电池汽车示范应用支持政策，对符合条件的城市群开展燃料电池汽车关键核心技术产业化攻关和示范应用给予奖励示范期暂定为四年。示范期间，将采取“以奖代补”方式，对入围示范的城市群按照其目标完成情况给予奖励奖励资金由文待奕地方和企业统筹用于燃料电池汽车关键核心技术产业化，人才引进及团队建设，以及新车型、新技术的示范应用等，不得用于支持燃料电池汽车整车生产投资项目和加氢基础设施建设
2020年9月	财政部等5部门	《燃料电池汽车城市群示范目标和积分评价体系》	明确燃料电池汽车推广应用、氢能供应等两大领域的关键指标，如推广应用车辆技术和数皇、氢能供应及经济性等
2020年9月	财政部等5部门	《燃料电池汽车示范城市群申报指南》	明确示范城市群选择流程、申报基础条件、示范目标、实施方案编制等要求
2020年9月	发改委、科技部、工信部、财政部	《关于扩大战略性新兴产业投资培育壮大新增长点增长极的指导意见	要加快新能源产业跨越式发展，加快突破风光水储互补、先进燃料电池等新能源电力技术瓶颈，建设制氢加氢设施、燃料电池系统等基础设施网络

时间	发布部门	政策名称	重点内容解读
2020年10月	中国汽车工程师学会	中国汽车工《节能与新能源汽车技术路线图2.0》	2025年,我国新能源汽车在汽车总销量中的占比将达到20%左右,氢燃料电池汽车保有量达到10万辆左右。2030年,新能源汽车在总销量中的占比提升至40%左右。2035年,新能源汽车成为国内汽车市场主流(占总销量的50%以上),与此同时,氢燃料电池汽车保有量达到约100万辆
2020年11月	国务院	《新能源汽车产业发展规划(2021-2035年)》	加强燃料电池系统技术攻关,突破氢燃料电池汽车应用支撑技术瓶颈,力争15年内,燃料电池汽车实现商业化应用,氢燃料供给体系建设稳步推进,有效促进节能减排水平
2020年12月	国务院	《新时代的中国能源发展》	加速发展绿氢制取、储运和应用等氢能产业链技术装备,促进氢能燃料电池技术链、氢燃料电池汽车产业链发展
2020年12月	财政部、工信部、科技部、发改委	《进一步完善新能源汽车推广应用财政补贴政策通知》	过度期后不再对新能源车辆给予补贴,转为对充电(加氢)基础设施“短板”建设和配套运营服务
2020年12月	国务院关税则委员会	《关于2021年关税调整方案的通知》	自2021年1月1日起,我国将对883项商品实施低于最惠国税率的进口暂定税率,其中,为满足国内生产需要,降低燃料电池循环泵、铝碳化硅基板、砷烷等新基建或高新技术产业所需部分设备、零部件、原材料的进口关税具体产品方面,以贵金属及其化合物为活性物的载体催化剂、离子交换源、燃料电池增压器、燃料电池循环泵和燃料电池用碳电极片5项商品的2021年进口暂定税率分别为4%,5%,5%,2%和5%
2021年1月	发改委	《西部地区鼓励类产业目录(2020年本)》	鼓励贵州省发展氢加工制造、氢能燃料电池制造、输氢管道、加氢站等涉氢产业;鼓励陕西省发展风电、光伏、氢能、地热等新能源及相关装备制造产业,地热、氢能等新能源产业运营服务;鼓励内蒙古自治区发展高性能稀土永磁、催化、抛光、合金、储氢、发光等稀土功能材料、器件开发及生产,氢加工制造、氢能燃料电池制造、输氢管道和加氢站建设
2021年2月	国务院	《加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》	指出提升可再生能源利用比例,大力推动风电、光伏发电发展,因地制宜发展水能,地热能、海洋能、氢能、生物质能、光热发电;加强新能源汽车充换电、加氢等配套基础设施建设

时间	发布部门	政策名称	重点内容解读
2021年 2月	科技部	《关于对“十四五”国家重点研发计划“氢能技术”等18个重点专项2021年度项目申报指南征求意见的通知》	围绕氢能绿色制取与规模转存体系、氢能安全存储与快速输配体系、氢能便捷改质与高效动力系统及“氢进万家”综合示范4个技术方向，启动19个指南任务
2021年 3月	全国人民代表大会	《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》	在氢能与储能等前沿科技和产业变革领域，组织实施未来产业孵化与加速计划，谋划布局一批未来产业在科教资源优势突出、产业基础雄厚的地区，布局一批国家未来产业技术研究院，加强前沿技术多路径探索、交叉融合和颠覆性技术供给实施产业跨界融合示范工程，打造未来技术应用场景，加速形成若干未来产业
2022年 3月	国家发改委	《氢能产业发展中长期规划（2021-2035年）》	到2025年，形成较为完善的氢能产业发展制度政策环境，产业创新能力显著提高，基本掌握核心技术和制造工艺，初步建立较为完整的供应链和产业体系。
2022年 7月	国家发改委	贯彻实施《国家标准化发展纲要》行动计划	提出加强新型电力系统标准建设，完善风电、光伏、输配电、储能、氢能、先进核电和化石能源清洁高效利用标准。

通过政策的促进，氢能产业近年来在我国实现了快速变化。分析我国政策的迈进过程，可以看出，我国氢能产业政策促进主要通过三个阶段，各阶段的工作内容与重点各有不同：

阶段一（2006-至今）：氢能与燃料电池。氢能与燃料电池是产业发展的重点，围绕氢能与燃料电池，国家从各个层面出台了政策，以《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006-2020年）》为代表，提出将“氢能及燃料电池技术”作为未来能源技术发展方向之一。

阶段二（2010-至今）：储氢与燃料电池汽车、加氢站。在该阶段，工作重点主要转移到氢能利用方面，提出了将“氢开发与利用列入先进能源产业的高新技术产业化重点领域”、“到2020年，燃料电池汽车、车用氢能源产业与国际同步发展提高燃料电池系统的可靠性和耐久性，带动氢的制备、储运和加注技术发展”等工作目标。

阶段三（2020-至今）：绿能制氢。2020年，国家能源局在《中华人民共和国能源法（征求意见稿）》提出，“实施节约优先、立足国内、绿色低碳和创新驱动的能源发展战略，构建清洁低碳、安全高效的能源体系；优先发展可再生能

源，安全高效发展核电，提高非化石能源比重，推动化石能源的清洁高效利用和低碳化发展”，绿色制氢被提到更高的规划。

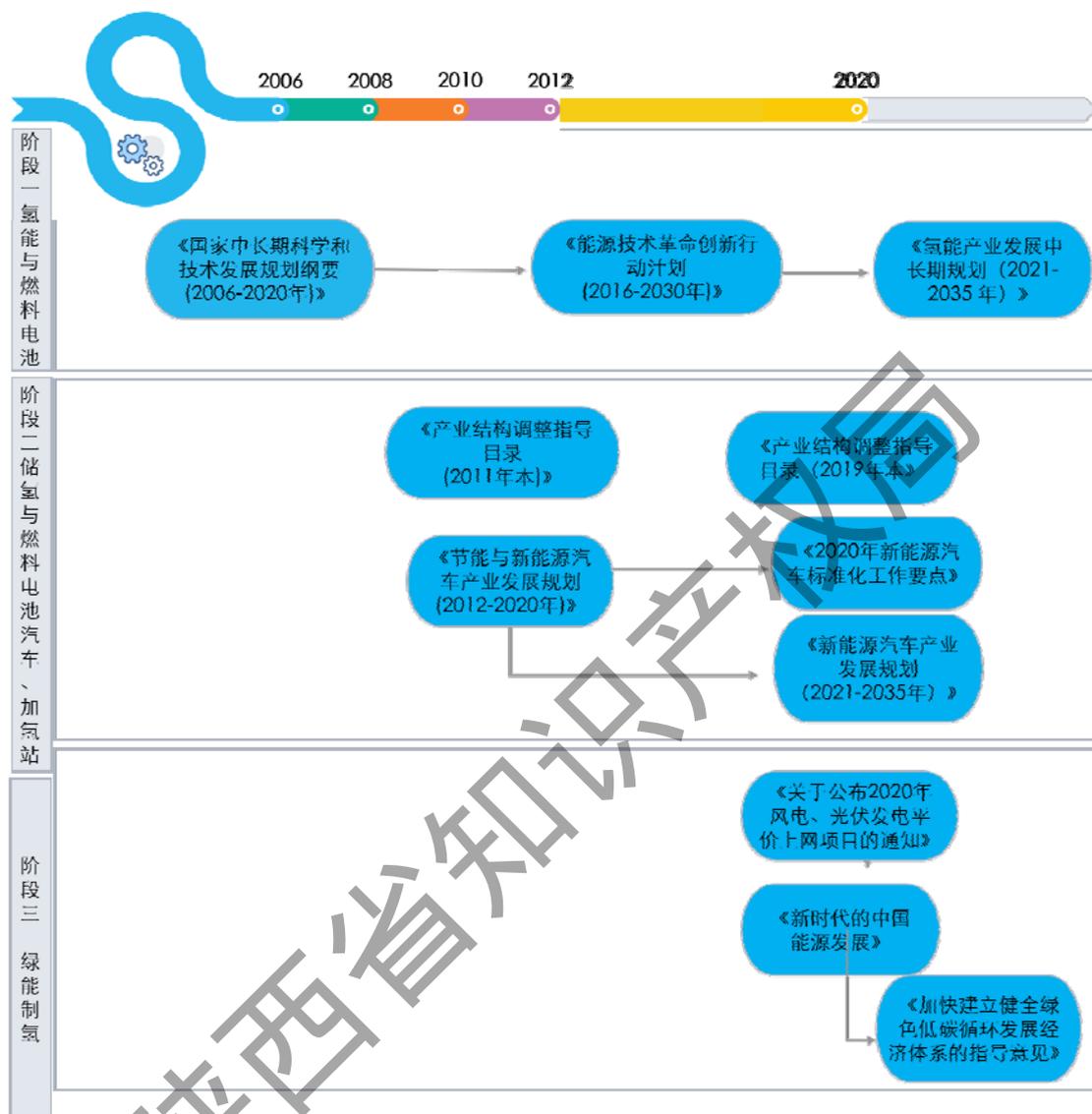


图 1-9 氢能产业政策发展历程

## (二) 地方层面：持续出台产业政策，加强产业顶层设计

在地方层面，近年来，全国 20 余个省市相继出台促进氢能产业发展的规划，促进氢能产业的快速发展。

表 1-3 各省市氢能产业相关政策

省/自治区/ 直辖市	政策名称	发布时间
北京	《北京市加快科技创新培育新能源智能汽车产业的指导意见》	2017年12月
	《关于调整〈北京市推广应用新能源汽车管理办法〉相关内容的通知》	2019年6月
	《北京市氢能产业发展实施方案（2021-2025年）》	2021年4月
	《顺义区污染防治攻坚战2021年行动计划》	2021年5月
辽宁	《辽宁省加快发展新能源汽车的实施方案》	2016年12月
	《阜新市推进氢能产业发展工作方案》	2019年3月
	《辽宁省“十四五”能源发展规划》	2022年7月
河北	《氢能张家口建设规划（2019-2035年）》	2019年6月
	《2019年新能源汽车发展和推广应用工作要点》	2019年8月
	《河北省氢能产业链集群化发展三年行动计划（2020年-2022年）》	2020年7月
	《河北省氢能产业发展“十四五”规划》	2022年3月
	《唐山市氢能产业发展实施方案》	2022年6月
山西	《山西省新能源汽车产业2019年行动计划》	2019年4月
	《山西省氢能源产业中长期发展规划》	2022年7月
山东	《山东省“十三五”战略性新兴产业发展规划》	2017年3月
	《山东省新能源产业发展规划（2018-2028年）》	2018年9月
	《关于做好潍坊市汽车加氢站规划建设运营管理工作的意见》	2019年5月
	《山东省氢能源产业中长期发展规划（2020-2030年）》	2020年6月
	《山东省氢能产业发展工程行动方案》	2022年7月
陕西	《陕西省“十三五”战略性新兴产业发展规划》	2016年9月
	《神木市氢能源产业发展规划（2018-2035）（征求意见稿）》	2018年11月
	《加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系若干措施》	2021年10月
河南	《河南省“十三五”战略性新兴产业发展规划》	2017年1月
	《关于印发河南省加快新能源汽车推广应用若干政策的通知》	2019年6月
	《河南省氢燃料电池汽车产业发展行动方案》	2020年4月
	《商丘市“十四五”生态环境保护和生态经济发展规划（征求意见稿）》	2022年7月
江苏	《张家港市氢能产业发展规划》（征集意见）	2019年3月
	《常熟市加氢站布局规划（2021-2025年）》	2021年3月
	《2021年常熟市氢燃料电池车产业发展工作要求》	2021年3月
	《2022年常熟市氢燃料电池产业发展政策补贴公示》	2022年7月
	《关于进一步提升全省船舶与海工装备产业竞争力若干政策措施的通知》	2022年7月

省/自治区/ 直辖市	政策名称	发布时间
安徽	《关于大力支持氢燃料电池产业发展的意见》	2019年4月
	《安徽省柴油货车污染防治攻坚战实施方案》	2019年2月
	《关于印发支持新能源汽车和智能网联汽车产业提质扩量增效若干政策的通知》	2022年7月
上海	《上海市燃料电池车发展规划》	2017年9月
	《2019 长三角氢能/燃料电池产业创新发展白皮书》	2019年6月
	《上海市燃料电池汽车产业创新发展实施计划》	2020年11月
	《上海市加快新能源车产业发展实施计划（2021-2025年）》	2021年2月
	《上海市瞄准新赛道促进绿色低碳产业发展行动方案（2022-2025年）》	2022年7月
湖北	《武汉制造 2025 行动纲要》	2016年5月
	《武汉氢能产业发展规划方案》	2018年1月
	《武汉经济技术开发区（汉南区）加氢站审批及管理方法》	2018年4月
湖南	《湖南省先进储能材料及动力电池产业链三年行动计划（2021-2023年）》	2021年1月
浙江	《宁波加快氢能产业发展的指导意见》	2019年1月
	《嘉善县推进氢能产业发展和示范应用实施方案（2019-2022年）》	2019年2月
	《金华市加快氢能产业发展的实施意见（征求意见稿）》	2021年1月
	《嘉兴市氢能产业发展实施意见（2021-2025）（征求意见稿）》	2021年4月
	《浙江省新能源汽车产业发展“十四五”规划》	2021年4月
四川	《四川省打好柴油货车污染治理攻坚战实施方案（征求意见稿）》	2019年5月
	《四川省氢能产业发展规划（2021-2025年）》	2020年9月
	《成都市加氢站建设运营管理暂行办法（试行）的通知》	2021年3月
	《成都制造“1+7”政策体系（征求意见稿）》	2022年7月
	《关于做好新能源与智能汽车相关政策奖励申报工作的通知》	2022年7月
广东	《关于进一步明确广东省优先发展产业的通知》	2019年1月
	《深圳市发展和改革委员会关于组织实施深圳市新材料产业 2019 年第一批扶持计划的通知》	2019年3月
	《广东省加快氢能燃料电池汽车产业发展实施方案》	2020年11月
	《关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》	2021年1月
	《深圳市氢能产业创新发展行动计划 2022-2025 年》（征求意见稿）	2022年7月
	《广州市生态环境保护“十四五”规划》	2022年7月

省/自治区/ 直辖市	政策名称	发布时间
福建	《福建省新能源汽车产业发展规划（2017-2020年）》	2017年9月
	《关于加快培育一批产业基地打造新经济增长点的意见》	2019年4月
	《关于印发福州市促进氢能源产业发展扶持办法的通知》	2021年1月
天津	《天津市新能源产业发展三年行动计划（2018—2020年）》	2018年10月
	《天津市氢能产业发展行动方案（2020-2022年）》	2020年1月
	《天津市制造强市建设三年行动计划（2021—2023年）》	2021年5月
新疆	《新疆维吾尔自治区国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》	2021年6月
	《昌吉回族自治州政府工作报告》	2021年1月
宁夏	《自治区清洁能源产业高质量发展科技支撑行动方案》	2021年3月
	《自治区碳达峰实施方案（征求意见稿）》	2022年7月
内蒙古	《内蒙古自治区现代能源经济发展行动计划（2019-2020年）》	2019年2月
	《内蒙古自治区现代能源经济发展战略规划纲要（2019-2035年）》	2019年3月
	《内蒙古自治区促进燃料电池汽车产业发展若干措施（试行）》	2020年12月
	《内蒙古自治区氢能产业中长期发展规划》	2021年6月
吉林	《关于进一步促进新能源汽车加快发展的政策意见》	2016年10月
	《白城市氢能产业发展规划》	2019年5月
	《2020年白城市人民政府工作报告》	2021年1月
	《吉林省氢能产业中长期发展规划》	2022年3月
贵州	《贵州省“十三五”新兴产业发展规划》	2017年2月
	《贵阳市汽车加氢站建设运营管理办法（试行）》	2021年5月
重庆	《关于印发重庆市2019年度新能源汽车推广应用财政补贴政策的通知》	2019年6月
	《重庆市氢燃料电池汽车产业发展指导意见》	2020年3月
	《重庆市“十四五”清洁生产推行工作方案》	2022年7月
海南	《海南省清洁能源汽车发展规划》	2019年3月
	《海南省氢能发展暨全域性国家级氢能试验区建设战略研究》	2019年4月
	《关于印发海南省清洁能源汽车发展规划的通知》	2021年3月

## 1.4 产业结构

氢能产业是一个涉及多领域、多专业而且与地域特点紧密相关的产业，按照氢能产业的上下游行业特点，氢能产业链结构分为：上游，氢气制取、氢气纯化及氢气气液固化；中游，氢气储运；下游，氢能应用。

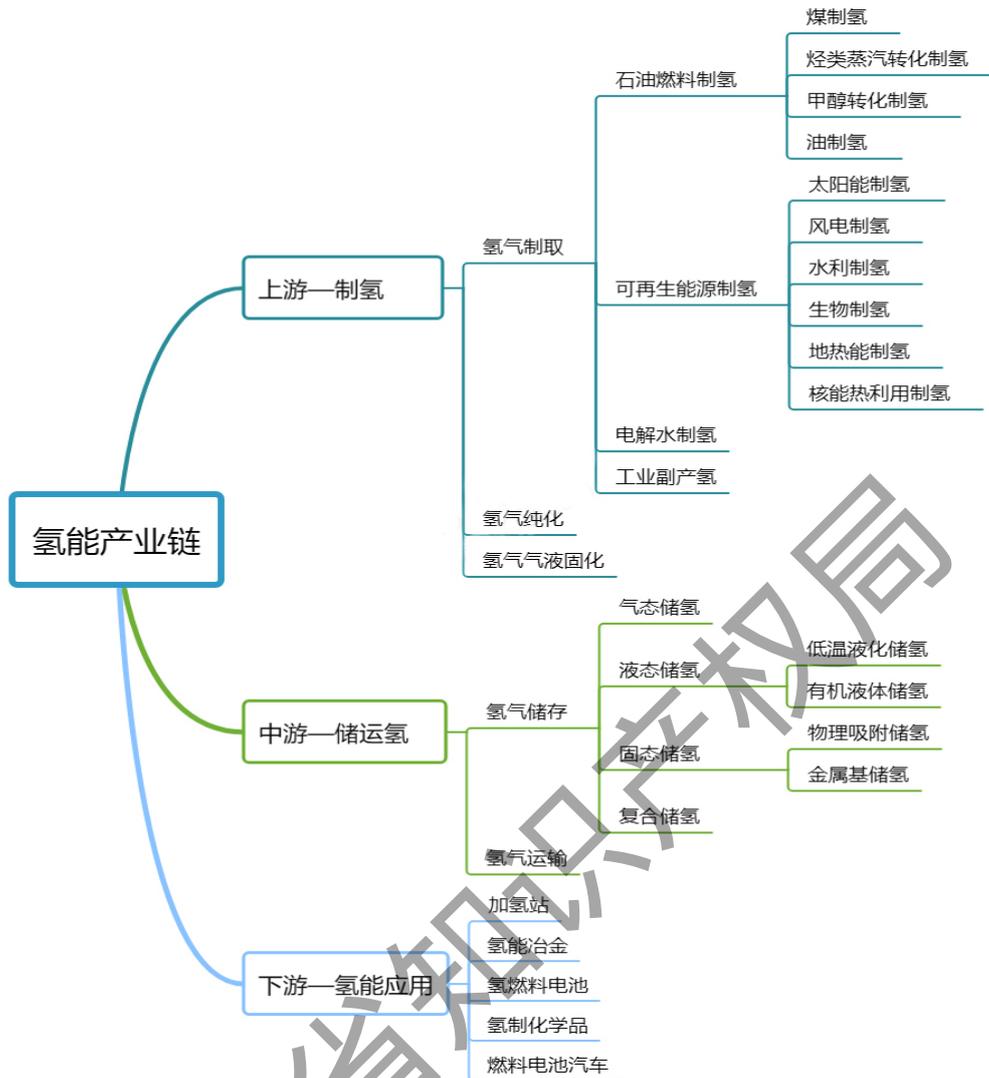


图 1-10 产业链结构<sup>[4]</sup>

### 1.4.1 上游

上游包括氢气制取、氢气纯化以及氢气液化，其中氢气制取包括石化燃料制氢、可再生能源制氢、电解水制氢和工业副产氢，石化燃料制氢包括煤制氢、烃类蒸汽转化制氢、甲醇转化制氢和油制氢。可再生能源制氢包括太阳能制氢、风电制氢、水利制氢、生物制氢、地热能制氢和核能热利用制氢。

#### 1.4.1.1 石化燃料制氢

石化燃料制氢是指利用煤炭、石油、天然气和甲醇等石化燃料，通过化学热解或者气化生成氢气。化石能源制氢技术路线成熟，成本相对低廉，是目前氢气

[4]资料来源：鲍金成, 赵子亮, 马秋玉. 氢能技术发展趋势综述[J]. 汽车文摘, 2020 (02) : 6-11

最主要的来源方式，但在氢气生产过程中也会产生并排放大量的二氧化碳，因此所制得的氢气产品被称为“灰氢”。化石能源制氢是氢气的最主要来源方式。

#### (1) 烃类蒸汽转化制氢

甲烷是烃类的主要成分，以此为住的天然气含氢比高，是一种优质的制氢原料，美国等西方国家天然气资源丰富，成本较低，天然气制氢是目前西方国家普遍看好的制氢路线。

制氢反应器是天然气制氢的关键装置，不仅包括传统的固定床和流化床反应器，还有近几年来发展较快的膜反应器、微通道反应器以及等离子体反应器等。甲烷制氢技术主要包括蒸汽重整法(SRM)、部分氧化法(POM)、自热重整法(MATR)、催化裂解法(MCD)。目前，SRM技术是目前天然气制氢的主导技术。我国的SRM工艺技术成熟，国内有多家大中型企业都有相关设备运行，技术设备方面存在优势。然而，我国整体天然气资源匮乏，SRM制氢成本相对较高，不具有成本优势。<sup>[5]</sup>

#### (2) 煤制氢

煤制氢主要包括煤气化、煤焦化和煤的超临界水气化三种工艺。煤气化工艺具有成本低的特点，但存在大量碳排放，严重污染环境。若耦合CCS技术捕集CO<sub>2</sub>实现清洁化制氢，成本会上升2倍左右。超临界水气化制氢技术环保性好，成本与煤气化制氢相当，该技术在我国已进入示范工程阶段。根据我国现有资源禀赋特点以及可再生能源发展现状，煤制氢依然会是我国近些年的主要氢气来源。随着CCS和超临界水气化技术不断成熟，“煤气化+CCS”和“超临界水煤气化制氢”有望为我国提供成本较低、环保性较好的氢源。

#### (3) 甲醇转化制氢

甲醇转化制氢相较于煤制氢和烃类蒸汽转化制氢技术具有技术投资成本低，耗能少。原料为甲醇，储存和运输方便等优势。但是，甲醇原料的成本较高，造成制氢单位成本较高。因此解决甲醇的来源问题，降低原料成本，提高甲醇的催化裂解效率是甲醇制氢取得长足发展的关键。

#### 1.4.1.2 电解水制氢

电解水制氢发展历史较长，已逐步实现工业化，制氢规模约占全国氢气总产

[5] 资料来源：曹军文,张文强,李一枫,赵晨欢,郑云,于波.氢能技术发展趋势综述[J].化学进展, 2021,33(12): 2215-2244.

量的3%，为电能的大规模、长时间储存和远距离运输提供了新可能。电解水的核心设备为电解池，目前常见的电解池有碱性电解池（AEC）、质子交换膜电解池（PEMEC）和固体氧化物电解池（SOEC），未来，电解储能和能量转化技术的作用会愈发重要。

PEMEC 和 SOEC 是两类看好的电解储能和转化技术。PEMEC 尽管已进入工业化阶段，但目前成本依然较高，贵金属催化剂成本高是制约其成本降低的关键。开发高活性的低贵金属负载型催化剂是推动 PEMEC 扩大生产规模、降低成本的重要发展方向。SOEC 具有工业化的潜力，其主要障碍是在成本上不占优势，随着技术进一步成熟、产业规模不断扩大，成本进一步降低，SOEC 有望成为未来大规模电解水制氢的重要方式。

#### 1.4.1.3 可再生能源制氢

太阳能制氢、生物制氢、核能热化学制氢等依托清洁能源发展起来的制氢新技术也受到了广泛关注和研究，为提高清洁能源的利用效率提供了更多选择。

##### (1) 太阳能制氢

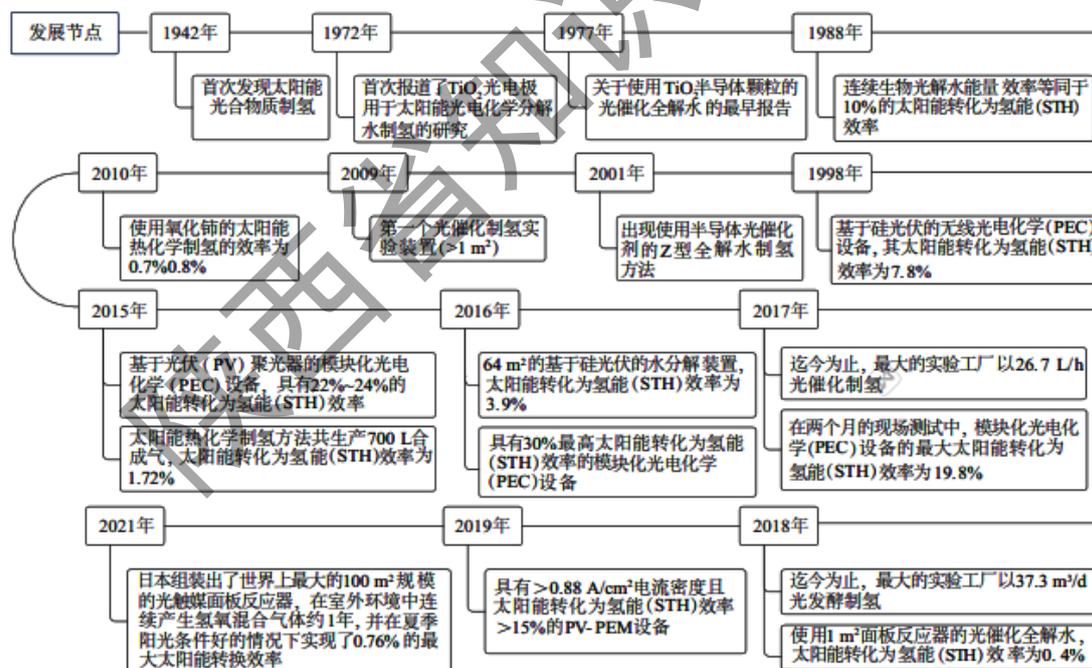


图 1-11 太阳能制氢技术的关键发展节点

太阳能制氢是利用太阳能光催化分解水制氢的技术，太阳能制氢被誉为 21 世纪梦的技术。根据太阳能转化途径及原理不同，太阳能制氢技术可分为光催化制氢技术、光电化学分解水制氢技术、太阳能热化学制氢技术、光合微生物制氢

技术、光伏发电电解水制氢五种，其中对光催化制氢技术和光电化学分解水制氢技术的研究主要集中在催化剂材料性能改进方面，以达到提高制氢效率的目的。2021年，日本研究团队组装出世界上最大规模约100m<sup>2</sup>的光触媒面板反应器，并实现了0.76%的太阳能转化效率，这是截至目前最高的太阳能转化效率，推进太阳能制氢技术研究向前迈进了一大步。太阳能制氢技术的关键发展节点如图1-11所示。<sup>[6]</sup>

## (2) 生物制氢

我国生物制氢技术处于国际发展前列。哈尔滨工业大学任南琪等开发的混合菌种连续流制氢技术处于国际领先水平，此技术的制氢产率可达到1.93mol H<sub>2</sub>/mol葡萄糖。然而，目前国内比较缺乏对生物制氢新技术，如MEC和EPBR等相关的研究。未来我国生物制氢技术发展一方面需继续探索培养制氢速率高的新型菌种，提高生物质产氢能力，同时适当投入精力补足前沿领域技术空白，避免发生“卡脖子”问题。另一方面，依托现有成熟技术，进行工业化和商业化推广，为生物质的大规模应用做准备。

生物质蒸汽气化制氢工艺技术较为成熟，但原料收集难度大，其中物流成本占生物质能产品生产成本的50%~70%，在经济成本上不占优势。随着未来技术进步，生物质收集、存储和运输效率有望提高，成本有望下降，生物质热化学转化制氢有大规模发展的可能。

### 1.4.1.4 工业副产氢

工业副产氢主要是指在氯碱工业、煤焦化工业等生产过程中产生大量的副产氢气，但是由于副产氢气纯度不高、提纯工艺对设备与资金要求高，且下游市场对氢气的需求量不足，导致工业副产氢并未被充分开发利用。但随着氢能行业的蓬勃发展和氢气提纯技术及相关工业技术的进步，工业副产氢将逐渐具备经济性上的竞争力。

通过对上述制氢技术的了解和分析，我们认识到石化燃料制氢技术成熟、成本低廉，将在一定时期内占据市场的主要份额，其发展重点在于结合CCS/CCUS技术减少碳排放量，实现由灰氢向蓝氢的转变；电解水制氢技术是未来绿氢大规模制取的主要方式，重点在于降低电价及提升电解水制氢效率、降低产氢成本；

[6]资料来源：李建林，梁忠豪，李光辉，宋洁，徐桂芝. 太阳能制氢关键技术研究[J]. 太阳能学报. 2022, 43(3): 2-11.

可再生能源等新型制氢技术还未达到大规模工业化应用的需求，需要加强基础研究与示范应用推广；工业副产氢资源丰富，技术提升空间大，核心在于气体分离纯化技术的发展与配套设施的完善上。

## 1.4.2 中游

### 1.4.2.1 储氢

按照氢气介质的状态区分，储氢主要分为气态储氢、液态储氢、固态储氢和复合储氢四类。全球氢能发展而言，美国氢能产业起步早发展稳，全产业链布局早。日本氢能产业发展重点突出，专注于车载储氢容器、氢气运输和加氢站的研究。欧盟对天然气管道运输的研究以及应用化比我国早。

#### (1) 高压气态储氢

高压气态储氢是目前应用最广泛的储氢方式，其优点是充氢放氢速度快、设备结构相对简单、技术相对成熟，缺点是体积储氢密度较低，且需要高压压力储存以增大储氢密度。

#### (2) 液态储氢

液氢是未来最重要的储氢方式之一，在国外已经成熟大规模应用的情况下，国内仍处于起步阶段。液氢的优点是储氢密度高，适合长距离运输，具有很强的经济性，缺点是氢气液化能耗高、长时间存放后静态蒸发损失较大。国内液氢产地主要分布于：北京、四川、海南、浙江、内蒙古等地，其中北京101所、四川西昌和海南文昌已具备液氢生产和使用经验，主要应用于航天、军工领域。内蒙古乌海、浙江嘉化建成了液氢厂，但生产规模较小，尚无法形成大量的商业化需求。

#### (3) 固态储氢

固态储运氢是利用储氢金属氢化物合金在一定温度和压力条件下的可逆吸/放氢反应来实现氢气储运的。氢在储氢合金表面分解为氢原子，扩散进入合金内部与其发生反应生成金属氢化物，氢即以原子态储存在金属内的四面体与八面体间隙位置。金属氢化物具有储氢体积密度大、安全、氢气纯度高、操作容易、运输方便、成本较低等优势。目前，国内金属氢化物储氢应用还较少，正处于研发与示范阶段。

### 1.4.2.2 运氢

#### (1) 管道运输

管道运输是氢气大规模、长距离运输的一种必不可少的方式。一般情况下，纯氢管道可以实现100吨/天的输氢量，可以高效迅速满足下游氢端产业的应用。但是纯氢管道运输的初始建设开支大，长距离运输的氢气管道的造价约为63万美元/km，远高于天然气管道造价的25万美元/km<sup>[7]</sup>，因此降低氢气管道的材料成本是管道运输的重点，如图1-12。为降低氢气管道的材料成本，国内正在加速研究天然气管道掺氢、纯氢输送等相关技术。2021年年底，内蒙古自治区重大科技专项“中低压纯氢与掺氢燃气管道输送及其应用关键技术研发”项目落户通辽，该项目由通辽市隆圣峰天然气有限公司牵头，联合清华大学、西安交通大学、中国石油管道工程有限公司、中国石油规划总院等9家高校及企业，开展纯氢/掺氢天然气管道及输送的关键技术研发。

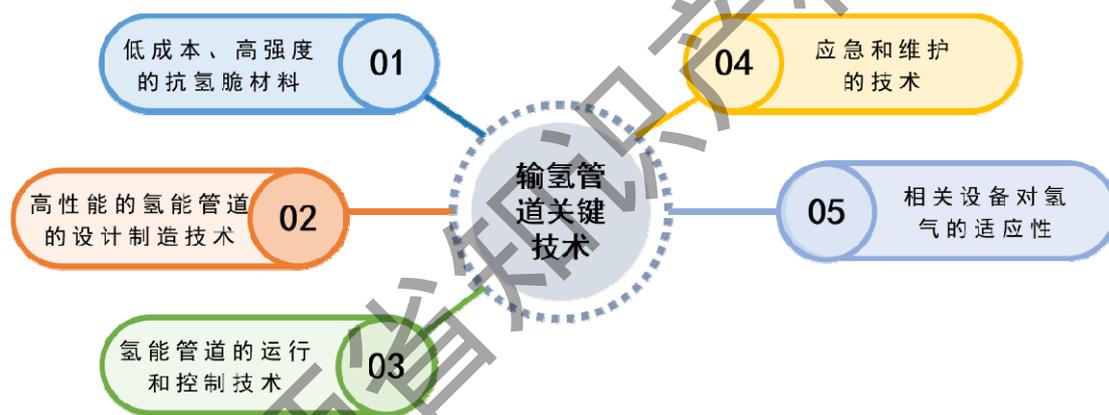


图 1-12 输氢管道关键技术

美欧是世界上最早发展氢气管网的地区。全球范围纯氢输氢管道为5000km左右，美国有2700km，欧洲有1600km，中国仅有约400公里（包括规划和在建），我国氢气年输氢量远远小于欧美。

我国的输氢管道主要分布在北部，与我国北方的煤炭工业紧密相连，主要工业副产氢。而我国氢能产业发展较发达地区位于东部沿海。因此，氢气需求量大的地区和氢气资源丰富地区错位。所以，建立多点供应的氢能管网是解决我国当前氢能行业“痛点”的一大方案。2021年7月20号，国家管网集团建设项目管理分公司在廊坊组织召开了“氢能输送发展创新联合体研讨会”，发起创立了“氢

[7]资料来源：我国管道输氢分布地

图. <https://www.ofweek.com/hydrogen/2022-05/ART-180826-8420-30562522.html>

能输送发展创新联合体”，根据国家管网集团的安排负责建设纯氢管道及掺氢管道。

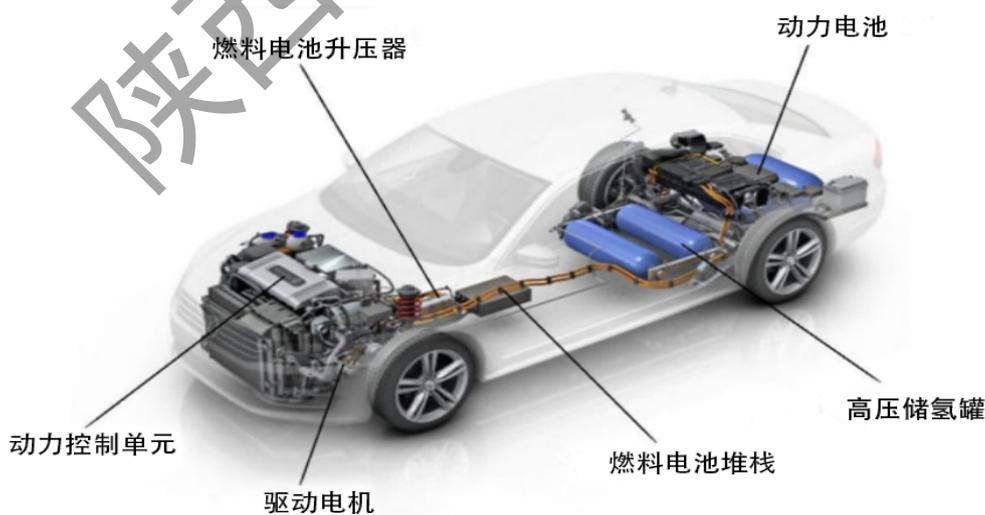


图 1-13 我国输氢管道区域分布

### 1.4.3 下游

#### 1.4.3.1 燃料电池汽车

从产业链环节来看，氢燃料电池汽车位于下游，是面向终端使用的一个环节，也是离消费者最近的一个环节。



数据来源：中国氢能汽车网

图 1-14 氢燃料电池汽车结构

氢能源车的动力系统原理，与其他新能源车类似，区别是使用氢气作为燃料而产生电能，因此，又称氢能源车为氢燃料车或氢燃料电池汽车。氢燃料电池汽车主要由高压储氢罐、燃料电池堆栈、燃料电池升压器、动力电池、驱动电机和动力控制单元等组成。<sup>[8]</sup>

#### 1.4.3.2 氢燃料电池

氢能源车的核心零部件也是电池。燃料电池系统成本占氢能源车成本近30%。燃料电池系统主要由电池堆和支持系统两部分构成，如图1-15所示，前者是核心动力组件占燃料电池成本的51.7%，主要由端板、绝缘板、集流板、双极板、膜电极、紧固件、密封圈这七个部分组成，其中膜电极被誉为燃料电池的芯片。后者由空气压缩机、加湿器、燃料回路、空气回路等构成，占燃料电池成本的46.8%。

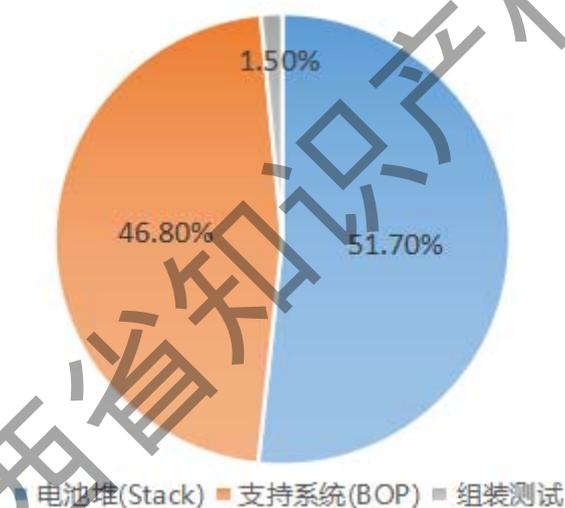


图 1-15 氢燃料电池成本构成

#### 1.4.3.3 加氢站

加氢站按照功能可划分为制氢系统（自制氢）或输送系统（外供氢）、调压干燥系统、氢气压缩系统、储气系统、售气加注系统和控制系统六个主要子系统。

加氢站通过外部供氢和站内制氢获得氢气后，经过调压干燥系统处理后转化为压力稳定的干燥气体，随后在氢气压缩机的输送下进入高压储氢罐储存，最后通过氢气加注机为燃料电池汽车进行加注。氢气压缩机、高压储氢罐、氢气加注机是加氢站系统的三大核心装备。

[8] 资料来源：推开万亿氢能赛道的第三重门：氢能源车。<https://www.ofweek.com/hydrogen/2022-05/ART-180824-8420-30560998.html>

#### 1.4.3.4 氢能冶金

氢能冶金主要是利用氢气作为炼铁的还原剂，产物为水。我国钢铁行业的炼铁主要是向高炉内注入富氢介质。传统钢铁生产过程中会产生大量氢资源，如焦炉煤气，因此围绕高炉增加含氢资源循环利用比例应是现阶段工艺改进的首选方式。

### 1.5 企业链

#### 1.5.1 全球重点企业分布

在全产业链环节的所有企业中，全球前 50 的氢能企业主要集中在美国、日本、德国三个国家，其中美国有 12 家，日本有 11 家，德国有 10 家，这三个国家的产业集中度为 66%，有区域垄断态势。

表 1-4 全球氢能产业排名前 50 企业

序号	企业名称	国家	序号	企业名称	国家
1	美国空气产品公司 (AP)	美国	26	3M	美国
2	林德集团 (Linde Group)	德国	27	巴斯夫 (BASF)	德国
3	法国港化空气集团 (Air)	法国	28	日本福岛氮能源研究	日本
4	法国道达尔能源公司	法国	29	优美科 (micore)	比利时
5	海克斯康 (Hexagon)	瑞典	30	西格里 (SCL)	德国
6	日本千代田化工建设株	日本	31	日本东丽 (TOYOBO)	日本
7	韩国 NK	韩国	32	科德宝	德国
8	新日铁 (NSC)	日本	33	特来德斯通 (Tread)	美国
9	佛吉亚集团	法国	34	戈尔公司 (Gore)	美国
10	美国昆腾公司 (Quantum)	美国	35	杜邦公司 (Du Pont)	美国
11	彼欧集团 (Pleco)	法国	36	索尔推 (Solvay)	比利时
12	巴拉德动力 (BLDP)	加拿大	37	丹麦 1RD 燃料电池公	丹麦
13	爱尔铃克铃尔 (Biring)	德国	38	康明斯 (Cummins)	美国
14	瑞典材料电池公司	瑞典	39	海事集团 (CMB)	比利时
15	英国 AFC 能源公司 (AFC)	英国	40	尼古拉 (NKLA)	美国
16	阿尔科拉能源公司	英国	41	世伟洛克 (Swaglock)	美国
17	德国 SFC 能源公司 (SFC)	德国	42	水吉	加拿大

序号	企业名称	国家	序号	企业名称	国家
18	日本丰田	日本	43	松下(Panasonic)	日本
19	日本本田	日本	44	普拉格能源(Plug)	美国
20	韩国现代	韩国	45	日本日立(HITACHI)	日本
21	美国通用	美国	46	日本三洋(SANTO)	日本
22	德国奔驰	德国	47	布鲁姆能源公司	美国
23	旭化成(Asahi Eisei)	日本	48	西门子(STEMENS)	德国
24	德国幕森克虏伯集团	德国	49	日本东芝(Toshiba)	日本
25	庄信万丰(Jm)	英国	50	有机液体储氢技术公司(HT)	德国

### (一) 美国空气公司

空气产品公司(Air Products)成立于1940年,业务涉及大气气体、工艺和特殊气体、设备和服务。该公司是全球最大的氢气供应商,并在氨和液化天然气(“LNG”)工艺技术和设备等增长型市场建立了领先地位。该公司还开发、设计、建造、拥有和运营一些世界上最大的工业气体项目,包括可持续地将丰富的自然资源转化为合成气以生产高价值电力、燃料和化学品的气化项目、碳捕获项目,以及支持全球运输和能源转型的世界级无碳氢项目。公司提供工业气体和相关设备,服务于多元化的市场,包括炼油、化工、金属、电子、加工制造和食品饮料等行业。空气产品公司同时也是一家全球领先的液化天然气工艺技术和设备供应商。

### (二) 法国道达尔能源公司(Total Energies)

道达尔能源是一家多元化能源公司,在全球生产和销售包括石油、生物燃料、天然气、绿色燃气、可再生能源和电力在内的能源产品,总部设在法国巴黎。2021年5月28日,道达尔更名为“道达尔能源”(Total Energies),并启用新的品牌标识,表达了道达尔能源集团向多元化能源公司进行战略转型的决心。公司在全球运营15,500个加油服务站,是全球第二大液化天然气运营商。

### (三) 英国石油公司(BP)

1909年BP由威廉·诺克斯·达西创立,最初的名字为Anglo Persian石油公司,1935年改为英(国)伊(朗)石油公司,1954年改为现名。1973年,BP中国成立。BP由前英国石油、阿莫科、阿科和嘉实多等公司整合重组形成,是世界上最大的石油和石化集团公司之一。BP国际石油公司在润滑油加氢精制、馏分

油加氢精制、加氢裂化、石蜡加氢精制、催化脱蜡、异构化等方面拥有专利技术。2021年3月18日，英国石油公司(BP)宣布，计划到2030年在蒂赛德工业区建造一座容量为1吉瓦(GW)的蓝氢生产设施。

## 1.5.2 中国重点企业

### 1.5.2.1 国内呈现集群式发展

目前，氢能发展在我国处于产业导入阶段，各领域的应用正经历“从0到1”的突破期，各地陆续发布氢能发展及相关应用的规划，参与氢能板块的公司数量也在快速增加。

我国氢能产业已实现产业链全面发展，截至2020年，全国氢能产业园区约有30个，空间上已形成长三角、珠三角、环渤海和川渝鄂四个氢能产业集聚区。长三角地区作为中国氢能产业发展的先锋，以上海为中心，辐射苏州、宁波、嘉兴、南通、六安等城市，区域高校集聚，研发实力雄厚，已有多个示范项目运行，区域内重点企业包括富瑞特装、舜华新能源、氢枫等；此外，珠三角地区形成了佛山、广州、深圳三大氢燃料电池汽车创新核心区，重点企业包括中集安瑞科、中氢科技、雪人股份等；环渤海区域以北京为轴，聚集多个业内领先的科研机构 and 龙头企业，形成了张家口、济南—潍坊、大连等几大产业集聚区，重点企业包括亿华通、国家能源集团、中国石油等；川渝鄂地区以武汉、成都、重庆三个城市为代表，集聚高校、科研机构资源和整车、造船相关企业资源，重点企业包括雄韬氢雄、武汉氢阳能源、众宇动力等。<sup>[9]</sup>

2020年，TrendBank 势银发布《中国氢能城市竞争力30强榜单》，氢能城市竞争力30强的区域中，隶属于长三角、珠三角、环渤海和川渝鄂四个的区域的城市数量分别为8个、5个、13个、3个，从城市数量来看，环渤海氢能产业集聚区的城市规模最为庞大，从城市竞争力评分来看，长三角的平均实力更强。

<sup>[9]</sup> 资料来源：我国正形成四个氢能产业集聚区，仍需补齐短板明确路径。<http://cesa.escn.com.cn/news/show-1339932.html>

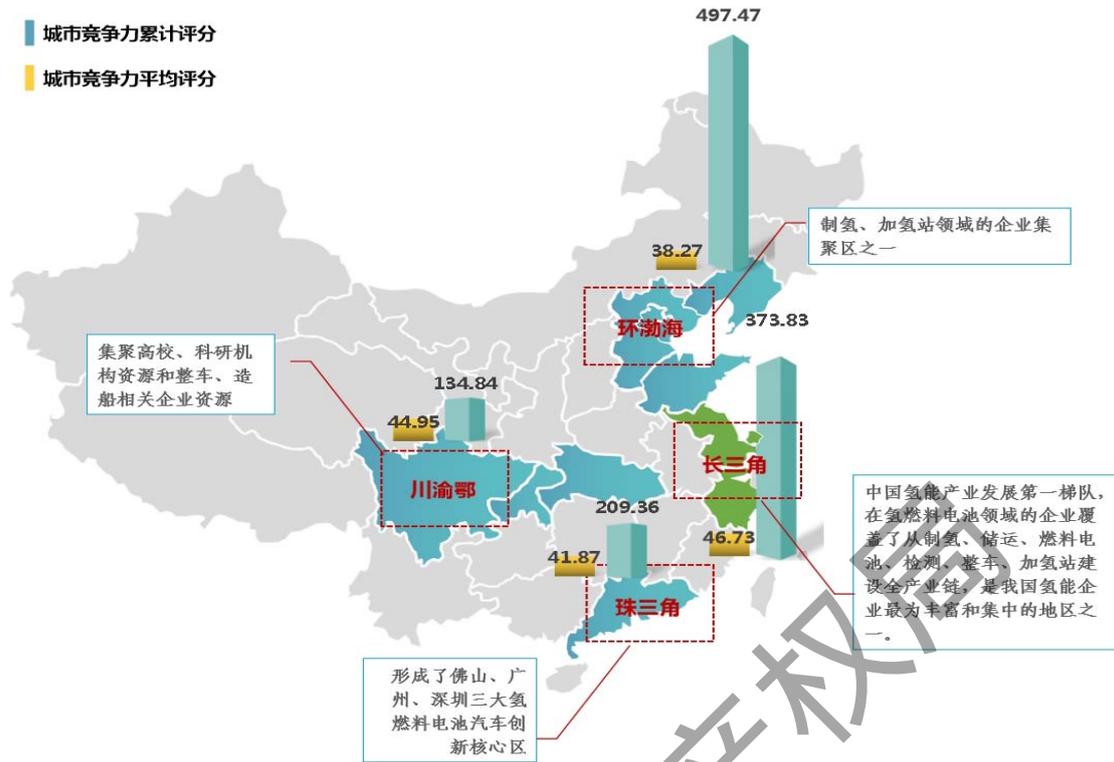


图 1-16 中国氢能产业集聚区分布<sup>[10]</sup>

1.5.2.2 企业加速布局绿氢、燃料电池材料和加氢站等新兴产业

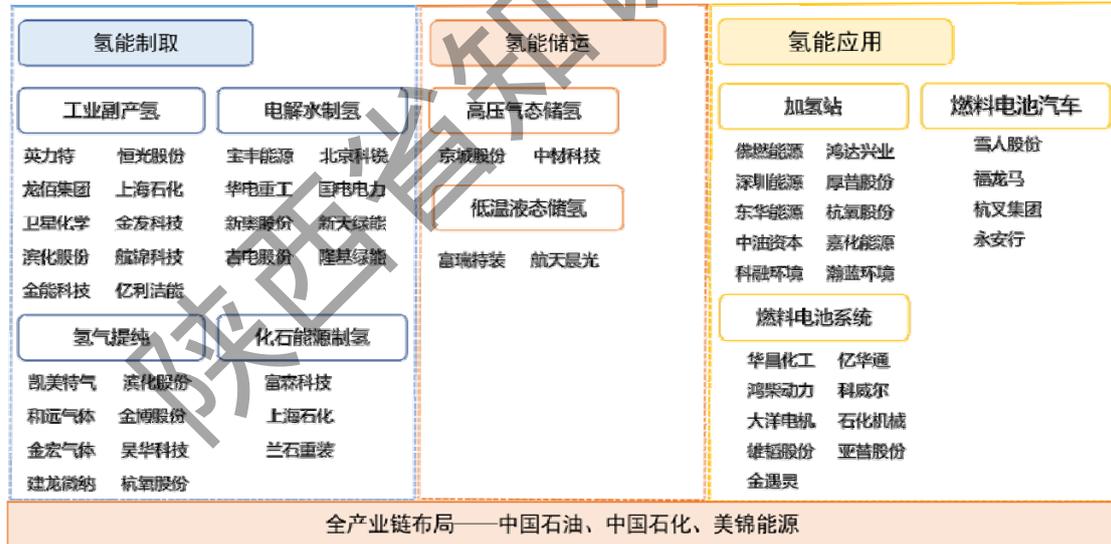


图 1-17 氢能企业布局

目前化工企业在氢能产业的布局大多集中在上游的制氢和提纯方面，对应下游领域多为传统化工，但也有少数企业已开始着手布局绿氢、燃料电池材料和加氢站等新兴产业。非化工企业则在氢能产业中的布局则涉及制氢、储运、加注及

<sup>[10]</sup> 资料来源：《中国氢能城市竞争力 30 强榜单》发布：嘉兴位列全国第六、全省第一。[https://zj.zjol.com.cn/red\\_boat.html?id=100794974](https://zj.zjol.com.cn/red_boat.html?id=100794974)

应用等多方面。其中，氢能制取及制氢/提纯设备、加氢站建设及加氢设备为各公司抢布局的业务。

氢能应用方面，已有公司布局氢能源客车、自行车、无人机等业务，配套的燃料电池系统业务也有诸多公司布局。当前加氢站的建设、运营主体与加油站并不相同，除了传统的能源公司参与加氢站业务，一些装备制造公司、工业气体公司也已参与进来。另外，当前上市公司在氢能产业上的布局不少为示范项目，距离真正实现商业化运营可能还有一段距离，国内氢能企业布局见图 1-17。

## 1.6 陕西省产业态势

### 1.6.1 产业发展基础

陕西省作为能源大省，在发展氢能产业方面具有得天独厚的条件。首先是资源优势，成本低廉。我省能源化工基地副产氢资源丰富，副产氢折合纯氢资源超过 200 万吨/年，其中高品质副产氢约 20 万吨/年。2019 年全省新增光伏发电装机 223 万千瓦，位居全国第五，大容量装机项目主要集中在陕北毛乌素沙漠产煤地带。以此为基础，利用弃光（风）电解煤矿疏干水制氢，具备成本和环保双重优势。榆林已开工建设的中石油 80 万吨乙烷裂解制乙烯项目，副产氢气约 8 亿方/年，年产化工项目副产氢 20 万吨以上，5000 万吨兰炭尾气含氢量 130 万吨以上，这些尾气均可产生成本低廉的高纯氢气。

其次，氢能源成本低。副产氢制氢成本每公斤 8 元至 10 元，200 公里内终端氢气成本低于每公斤 35 元，远低于粤、沪等地区，可达到国家燃料电池汽车示范城市群考核指标。

再次，新能源汽车产业布局。为氢能产业发展带来优势。陕西具备完善的纯电驱动技术，清洁燃料发动机、新能源汽车控制系统、动力电池及整车制造产业配套，同时正在积极争取成为全国第九个碳排放权试点省份，获批后将提升氢能技术示范经济效益、带动市场主体参与提供良好助力。

### 1.6.2 产业发展规划

#### 1.6.2.1 省级发展规划

2016年9月，陕西省发改委发布了《陕西省“十三五”战略性新兴产业发展规划》，提出立足现有产业基础，围绕市场需求，发挥全省科技、资源、产业优势，着力推进技术创新，突出成果转化与应用，做大做强新一代信息技术、高端装备制造、新材料、生物技术、新能源、节能环保、新能源汽车等战略性新兴产业，持续引领经济中高速增长和产业中高端发展。重点发展新能源轿车、重卡整车制造，强化动力电池、控制系统以及充电设施等配套产业，建立龙头企业引领的专业化、品牌化、服务化新能源汽车产业体系。

2021年12月，陕西省人民政府印发了《“十四五”制造业高质量发展规划》，提出“重点发展纯电动和插电式混合动力乘用车、氢燃料商用车，丰富新能源汽车产品序列。加快氢燃料电池关键材料与重点技术研发突破，大力发展氢燃料电池堆、控制系统、质子交换膜等较为完备的氢燃料电池产业链，引导整车企业开展氢燃料汽车技术研发与产业推广应用，快速提升氢燃料电池汽车市场渗透率。”

在空间布局方面，针对氢燃料电池车的发展做出规划：“‘两翼’即北翼—陕北氢燃料电池汽车产业集聚区，南翼—陕南专用车及零部件产业聚集区。以榆林汽车产业园和规划的延安氢燃料电池汽车产业园为承载，打造涵盖制氢、储氢、运氢、加氢和氢燃料电池发动机及整车制造的延榆氢燃料电池汽车产业链集聚区，并积极开展氢能重卡的示范应用。”

在发展煤化工方面，提出：“推进煤化工与氢能产业耦合示范，积极推广碳捕集、利用与封存等减碳降耗措施，有序减量替代。”

在前沿材料规划领域提出：“鼓励以绿色能源、新型电池材料、电子级硅材料、储能与储氢材料、核能材料等为代表的新能源领域前沿新材料和以特种磁性材料、电子浆料为代表的电子信息专用新材料的技术储备和产业化应用。鼓励生物、环保、固碳等领域新材料的突破发展。”

2018年7月，陕西省人民政府关于印发《推动汽车产业加快发展支持措施的通知》中规定：扩大氢燃料汽车在全省推广应用。对于购买省内生产的氢燃料汽车，重卡按每辆1万元补助，乘用车按每辆5000元补助。

2021年5月，陕西省科技厅印发《实施“两链”融合加快构建现代化产业体系三年行动方案（2021—2023年）》，围绕高端机床、半导体与集成电路、光子、先进金属材料、新能源汽车等重点领域，围绕产业链部署创新链，提升产

业链核心竞争力。形成制约产业发展的“卡脖子”关键核心技术攻关清单、科技资源清单和企业资源清单，集聚式、一体化统筹配置创新资源，部署实施一批重点专项，支持组建一批创新联合体，布局建设一批共性技术研发平台，推动产学研深度融合和产业链上中下游、大中小企业融通创新，全面提升产业核心竞争力。

2021年6月，陕西省人民政府发布《关于进一步提升产业链发展水平的实施意见》，以“锻造优势长板，补齐弱项短板，做强做大‘链主’企业，提升配套能力，攻克关键核心技术，夯实产业链基础，优化产业生态”为基本思路，着力提升重点产业链核心竞争力，明确氢能产业为陕西省23个重点产业链之一，推动实施“链长制”，将氢能产业列为由省级领导担任“链长”的标志性重点产业链，并由省级部门领导担任氢能产业链“链长”。推动氢能产业链式发展有新突破，打造千亿级氢能产业集群，是陕西在“双碳”目标要求下，推动产业转型升级、加速能源结构调整、推进高质量发展的战略举措。

#### 1.6.2.2 市级发展规划

2021年12月，西安市起草《西安市氢能产业链提升方案（征求意见稿）》，围绕西安市氢能产业发展，针对西安市氢能产业发展的堵点、难点，提出方案。在技术研发、质量提升、成本控制上下功夫，满足产业配套需求。要聚焦育链、补链、强链、延链要求，充分发挥“链主”企业头雁引领作用，大力培育引进配套企业，打通上下游产业链，聚企成链、聚链成群，带动产业加速发展。

2021年8月，西咸新区密切对接氢能及燃料电池技术和产品研发生产的高科技企业，计划年内实现氢产业项目落地。

2021年11月，汉中市氢能源研发推广中心成立，标志着汉中市氢能源研发工作全面启动。陕西俊浩悦启信息科技有限公司聘请西安科技大学、西北工业大学、陕西理工大学有关专家教授成立了汉中氢能源研发推广中心，计划年内筹建氢能源实验基地，为汉中建设氢能城市作出积极贡献。

2021年5月，榆林市发布《榆林市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》，计划总投资9989亿元，在包含精细化工、煤矿、电厂等项目，打造万亿级能化产业集群。

在创新平台建设方面：争创多能融合国家实验室，创建国家防沙治沙长期科研基地、煤炭绿色开发实验室、黄河科学研究院等，探索建立中药物研发平台、

5G 智慧医疗创新应用平台、新能源汽车及智能汽车制造业创新中心、智能无人机器人研究中心、陕北山地苹果研究院、黄芪研究院、超细白绒山羊工程院等。在创新中心建设方面：建设羊产业大数据中心、绿色农业投入品工程技术研究中心，建设榆林科创新城西部氢谷、镁基新材料等企业研究中心，建设能源大数据中心、榆林高新区智能无人系统、榆神工业区煤化工、府谷高新区铝镁材料设计制造等创新中心。在重点科研专项方面：重点实施煤炭绿色开采、煤炭清洁高效利用和新型节能、煤化工提质增效、多源煤基固废综合资源化、可再生能源与氢能、铝镁合金新材料制作工艺、智能无人系统、污染治理和生态破坏恢复、现代特色农牧业、医疗卫生等关键技术科研专项。在低碳化发展重点项目方面：建成“西部氢谷”示范园，建设兰石化 80 万吨乙烷裂解制乙烯副产氢气 PSA 提纯项目，建设科创新城氢能小镇，争创国家燃料电池示范市。大力引进光催化制氢及氢能全产业链示范项目。在新能源 330KV 汇集站建设电网侧“共享储能电站”，在榆横工业区建设电化学储能电池制造项目等。在装备制造产业重点建设工程方面：发展氢燃料电池、氢能汽车等氢能装备制造，发展甲醇重卡、甲醇燃料电池、新能源与混合动力矿用车、甲醇锅炉等制造。

### 1.6.3 产业主体构成

#### 1.6.3.1 典型企业

##### （一）延长石油集团

陕西延长石油（集团）有限责任公司（简称“延长石油”）是集石油、天然气、煤炭等多种资源高效开发、综合利用、深度转化为一体的大型能源化工企业，隶属于陕西省人民政府，注册地在延安市，排名世界 500 强企业第 265 位。延长石油产业主要覆盖油气探采、加工、储运、销售，石油炼制、煤油气综合化工，煤炭与电力，工程设计与施工、技术研发与中试、新能源、装备制造、金融服务等领域。目前已形成原油生产能力 1200 万吨/年、炼油加工能力 1740 万吨/年、天然气产能 53 亿方/年、煤炭产能 1100 万吨/年、化工品产能 670 万吨/年、煤制油 110 万吨/年、乙醇 10 万吨/年。

2018 年 5 月 20 日，陕西延长石油集团联合昆山市与南京大学共建了“氢能与燃料电池产业创新中心”，根据三方签署的《共建“氢能与燃料电池产业创新

中心”协议》，将加快集聚国内乃至全球创新要素，瞄准世界先进水平，全力开展氢能产业前沿技术研发攻关和共性技术攻关，创制产业技术标准，重点突破高效低成本可再生能源制氢技术，耦合可再生能源电力的高效低成本的氢发电技术，提高氢燃料电池汽车整车研制能力，优化集成与控制技术等。为了加强产学研战略合作，延长石油与南京大学组建了国家级高新技术企业江苏延长桑莱特新能源公司，致力于推动氢能制取、储存、加注和氢燃料电池、动力系统集成等全产业链协同发展。

### （二）西安凯立新材料股份有限公司

西安凯立新材料股份有限公司是西北有色金属研究院控股的国家级高新技术企业。企业从事贵金属催化剂的研发与生产、催化应用技术的研发、废旧贵金属催化剂的回收及再加工等业务。

近年来西安凯立新材料股份有限公司开展“氢能专项”课题研究，进行“制氢-储氢-氢利用”相关催化剂及工艺开发研究。“制氢”以质子交换膜电解水制氢为主要研究对象，开发了PEM法电解水用贵金属催化剂。“储氢”以有机液体储氢技术为研究对象，开发有机化合物储氢技术及催化剂。“氢利用”以质子交换膜燃料电池为研究对象，开发核心材料氢燃料电池催化剂。

### （三）陕西汽车控股集团有限公司

陕西汽车控股集团有限公司（以下简称“陕汽”），总部位于陕西西安，前身是始建于1968年的陕西汽车制造厂。陕汽是我国重型军车的主要研发生产基地、大型全系列商用车制造企业，中国汽车产业绿色、低碳环保转型发展的积极倡导者和有力推动者，是我国首批整车及零部件出口基地企业。

企业在清洁能源与新能源、智能网联商用车领域处于行业领先地位，具备新能源商用车系统集成及核心零部件开发能力，拥有国内第一张重卡自动驾驶测试牌照，是全国智能网联汽车领域国家高端装备制造业标准化试点企业。2021年12月9日，陕西汽车控股集团有限公司与陕西御氢氢能源科技有限公司签署“液态有机储氢新型氢能重卡合作项目”，双方将采用液态有机储氢技术，打造续航里程长、车辆运营综合成本低的新型氢能重卡，双方将运用各自优势资源在重卡领域示范、推广该项技术。此外，陕汽集团持续进行了燃料电池汽车的研发投入，已研发出燃料电池客车、重卡及市政专用车等车型，成功开发出了L3000型燃料

电池洒水车，并已示范运行。

### 1.6.3.2 学研代表

#### （一）西安交通大学

科创新城绿色零碳智慧能源站项目进展，这是西安交通大学管晓宏院士团队与中核集团合作开展的全国首个基于氢能的零碳园区“环保-经济”双示范项目。

西安交通大学动力工程多相流国家重点实验室是国内最早开展光催化分解水制氢的研究单位之一，经过 20 多年的研究，形成了太阳能光催化制氢的多相流能质传输集储与转化理论及方法，取得了国际领先的系列研究成果，开发了多类高效低成本制氢光催化剂与光催化反应体系，构建了国际首套直接太阳能光催化制氢规模化示范系统。

除此之外，能源与动力学院的郭烈锦院士团队经过 20 年攻关，开发出了超临界水蒸煤制氢发电供热多联产技术，并在西安热电有限责任公司启动了首个 50MW 超临界水蒸煤热电联产示范项目。

#### （二）西北工业大学

西北工业大学也在光催化制氢、燃料电池关键材料及系统方面有创新技术积累。例如：西北工业大学理学院应用化学系张健教授团队先后在光电/电催化水分解制氢催化材料的研究中取得重要进展，相关研究工作分别发表在《先进材料》和《德国应用化学》上；材料学院李炫华教授与合作单位提出一种两相反应界面的光催化系统，通过构筑光热基体和光催化材料复合体系，在光照下，光热基体将液态水转化为水蒸气，同时水蒸气在催化剂表面被光催化分解为氢气。该方法设计简单，产氢性能优异，表现出优异的普适性，为后续氢能的实际应用提供新的思路。

#### （三）西北大学

西北大学在储氢材料与技术方面的研究，开发出了基于金属氢化物车用燃料贮存系统，目前已经确定合作对象，进行产业化，走在全国前列。

西北大学化工学院王玉琪教授所带领的团队对储氢材料和储氢装置的研究已经开展了 13 年之久，目前研究进展位于国内前列。如今，团队与湖南湖大艾盛汽车技术开发有限公司合作，拟打造中国第一辆采用固体储氢技术的氢燃料汽车。

陕西省知识产权局

## 第二章 产业发展方向

### 2.1 全球产业发展态势

本章以全景模式分析全球氢能产业专利态势，全面展示国内外氢能产业专利技术的发展概况、技术路线、发展趋势、重要申请人等有关信息。

#### 2.1.1 氢能产业迅猛发展，专利申请增速明显

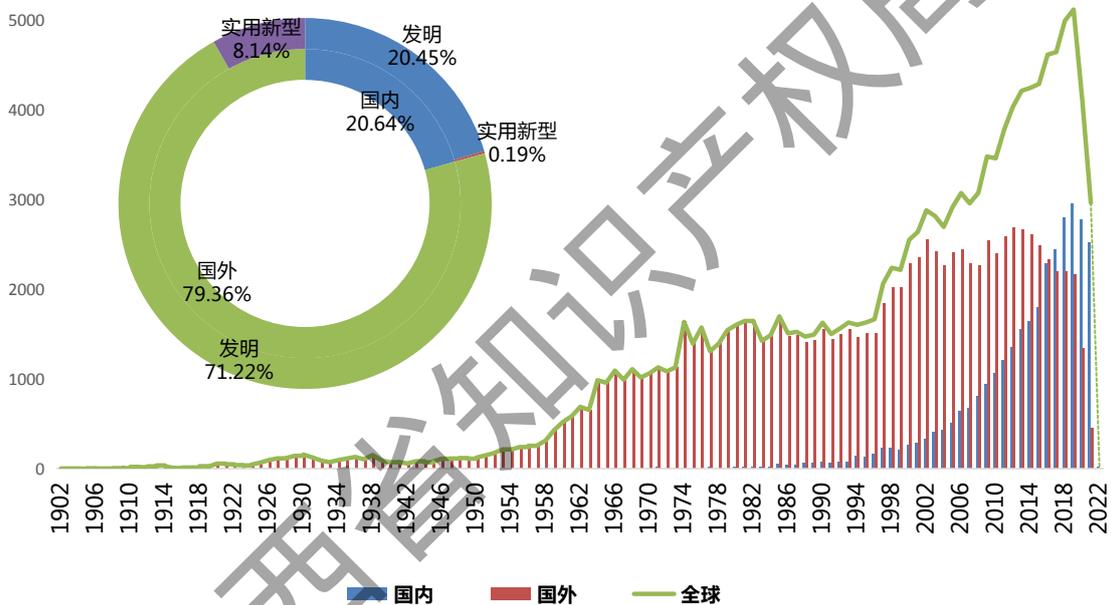


图 2-1 氢能产业专利申请趋势

氢能作为可存储能源，是一种推动由传统石化能源向绿色能源转变的清洁能源，被视为未来能源革命的颠覆性技术方向。在未来可持续发展的能源供给体系中，氢能将成为与电并重的一种主体二次能源。世界各国正以前所未有的速度推进氢能产业发展，截至 2022 年 1 月，全球氢能产业技术相关的专利申请共有 152781 项，国外申请量为 121241 项，占比 79.36%，国内申请量为 31540 项，占比 20.64%。其中发明专利申请 140054 件，占总申请量的 91.67%，发明授权 66972 件，授权率为 47.82%。

图 2-1 显示了氢能产业全球、外国与中国专利申请趋势，整体来看，目前正处于快速成长阶段，但是国内外目前所处阶段差异明显。

国外：

第一阶段（1902~1960年）：萌芽期。该阶段以石油为代表的石化燃料在能源结构中占据重要地位，氢能多以石化燃料的副产物存在，专利申请基本处于基础研究阶段。

第二阶段（1961~2000年）：成长期。20世纪70年代，随着石油危机以及以及对空气污染的关注引发了第一轮氢能热。1974年国际氢能协会在美国成立；1976年国际氢能期刊创刊，1977年国际能源署氢能和燃料电池技术合作计划设立，相关的技术研发与学术组织建立起来，同时，丰田、日产和本田汽车制造商启动燃料电池车的开发，三洋电机、松下电器和东芝公司启动家庭燃料电池的开发等行动，使氢能的研究不断热化，在这一时期，专利申请量持续增长。

第三阶段（2001年至今）：平稳发展期。加快实现碳中和以应对气候变化，正逐渐成为全人类的共识。在追求加速实现净零排放的同时，为保证为不断增长的人口和新兴经济体的发展提供足够的能源，可再生能源与氢能受到愈发广泛的关注。由于国外对氢能的研究较早，技术在这一阶段已经布局完毕，因此技术进入平稳发展期，专利申请增量处于平稳区间，增长放缓。

国内：

第一阶段（1985~2000年）：萌芽期。我国在氢能产业方面的专利申请开始于1985年，远远晚于国外。在这一阶段，我国拥有煤资源优势，能源结构主要以消耗石化资源为主。对氢能的研究主要集中在清华大学、南京大学、中科院广东化学研究所等高校或研究院所，专利数量处于较低水平。

第二阶段（2000年至今）：成长期。2000年左右，为改变我国汽车工业核心技术空心化的问题，国家863计划正式启动电动汽车重大专项，确立了混合动力、纯电动和燃料电池汽车的发展方向，和多能源动力总成控制系统、电机及其控制系统和电池及其管理系统三纵三横的自主研发技术布局。氢能源作为重要的燃料，进入了快速发展阶段。支持氢能发展的政策不断发布，为产业发展提供了沃土，促进了氢能产业的发展与壮大，这一时期，专利申请量迅猛增长。

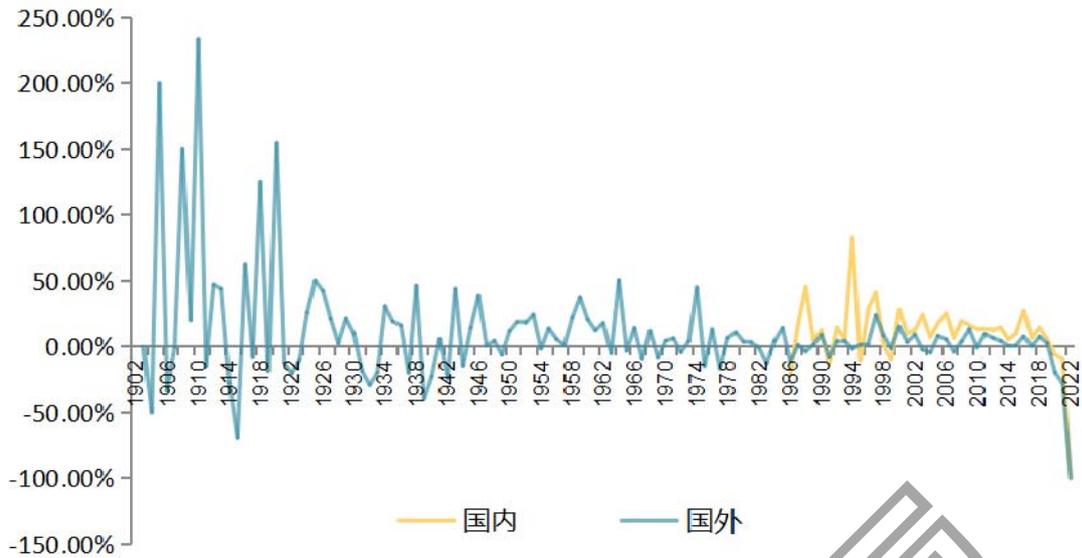


图 2-2 中国/国外发明专利增长率

由专利申请趋势来看，氢能产业的专利变化趋势与市场、政策调控相匹配，能准确的反映产业发展变化的重要特征，该产业具有较强的专利控制力。进一步比较国内外发明专利增长率，可以发现，我国氢能相关专利技术起步较晚，但增速明显，自 2000 年后我国氢能领域发明专利申请增长率超过了全球整体增长率。2016 年，我国氢能产业专利申请首次超过全球申请总量，标志着我国正在快速发展，逐步成为促进全球氢能发展的关键力量之一。

### 2.1.2 美中德日实力强劲，国际竞争激烈

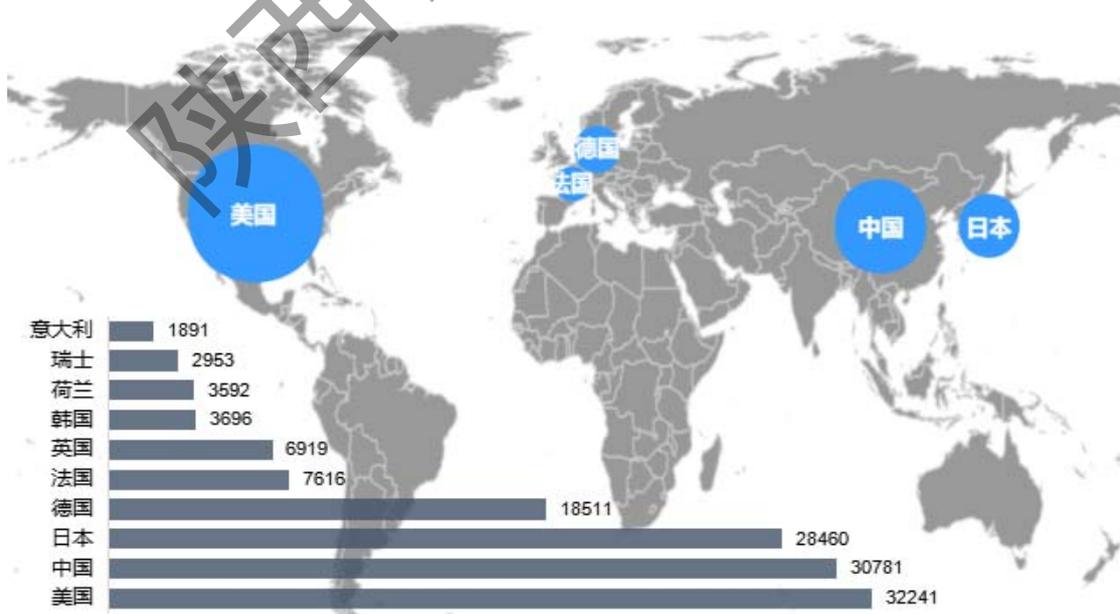


图 2-3 技术来源国

对氢能产业的专利申请公开国家（地区）进行分析，如图 2-3 所示。氢能产业全球前十大技术来源国依次为美国、中国、日本、德国、法国、英国、韩国、荷兰、瑞士、意大利，其中美国、中国、日本和德国是最主要的技术来源国，技术实力远超其他国家。

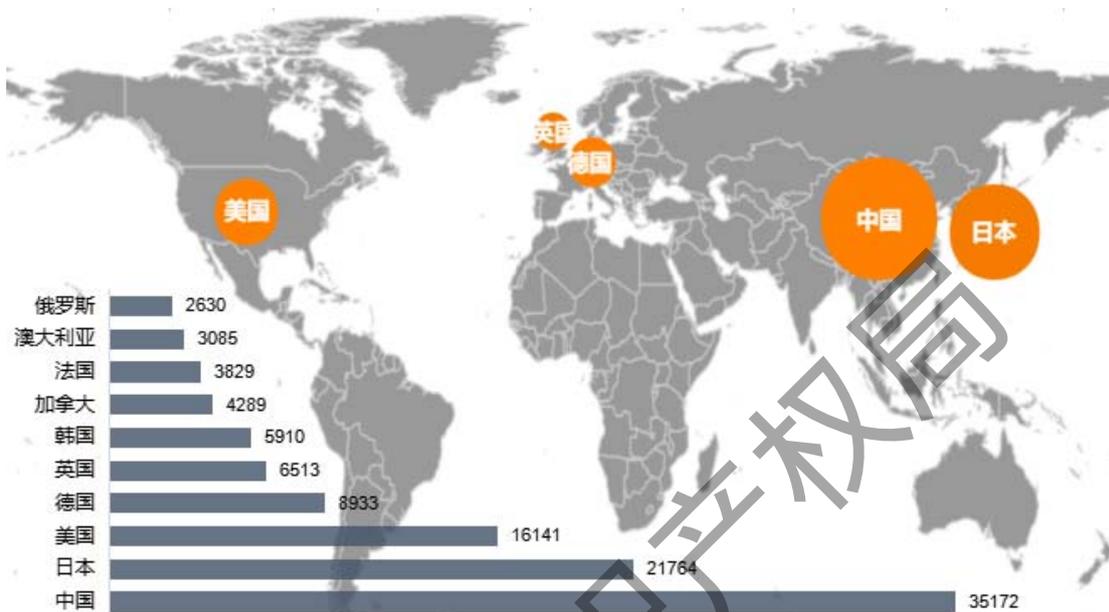


图 2-4 技术目标国

如图 2-4，氢能产业前十的技术目标国依次为中国、日本、美国、德国、英国、韩国、加拿大、法国、澳大利亚和俄罗斯，其中中国、日本和美国最为重要。

纵观全球，美、日、中、德、法、英均处于氢能产业领先地位，且均重点关注氢制化学品、制氢技术和氢燃料电池技术领域，如图 2-5 所示。目前氢制化学品是氢能最大的应用领域，在整个产业环节具有绝对优势，随着氢能应用领域的拓展，氢能源电池、燃料电池和加氢站也进行了相应数量的专利布局。

美国在氢能领域全面发展，纯化氢气、氢气气液固化、制氢、氢制化学品技术领跑全球；日本由于能源供给的局限性（94%来源于海外），急切想要摆脱对海外化石能源的过渡依赖，在 1973 年石油危机后成立了“氢能源协会”，促使日本在制氢、氢能冶金、储氢领域发展优先于其他国家；而欧洲的德、法、英等国家，基于能源战略，重视在制氢、氢能冶金、氢制化学品、储氢等领域的技术发展，具有较强的技术沉淀；中国在氢制化学品领域的专利申请量仅次于美国，得益于强大的高校、院所的研发力量，在氢燃料电池和燃料电池汽车领域均拥有技术优势。

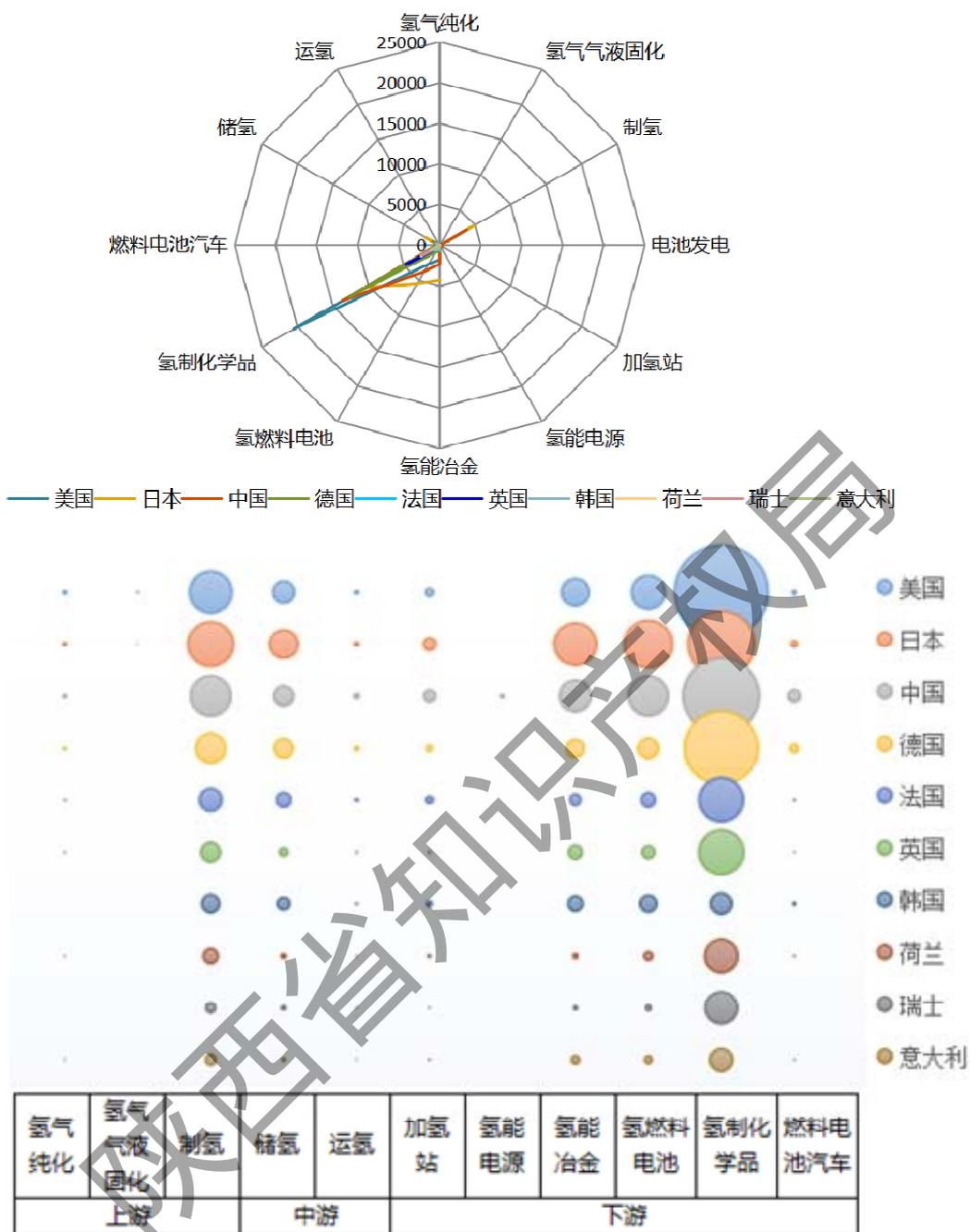


图 2-5 氢能技术强国技术布局分析

### 2.1.3 主要创新主体专利布局

分析发明专利申请量排名前列的申请人可以了解全球氢能产业巨头的研发实力。行业巨头抢占技术高地，控制核心技术和产品市场，专利实力与技术实力高度相关，与市场竞争力的地位相当。

表 2-1 氢能领域申请人发明专利数量 TOP20

申请人	发明专利申请量	有效发明专利	发明专利授权率	期限届满失效	审中
德国-巴斯夫（化工）	3342	336	10.05%	30.01%	1.38%
荷兰/英国-壳牌（化工）	2713	223	8.22%	37.15%	2.17%
中国-中石化（化工）	1875	1217	64.91%	3.95%	18.40%
美国-拜耳（生物公司）	1642	44	2.68%	45.92%	0.18%
美国-埃克森美孚公司（化工）	1628	128	7.86%	46.31%	1.17%
德国-赛诺菲（医药）	1234		0.00%	60.62%	0.00%
日本-住友（化工）	1212	141	11.63%	42.24%	2.15%
法国-液化空气集团（化工）	1000	244	24.40%	14.40%	11.50%
日本-新日本制铁公司（钢铁）	930	225	24.19%	29.78%	6.13%
美国-陶氏杜邦（化工）	914	46	5.03%	53.50%	0.33%
美国-雪佛龙（能源）	819	57	6.96%	35.16%	2.08%
德国-赢创工业（化工）	806	89	11.04%	32.51%	1.61%
美国-环球油品公司（化工）	755	82	10.86%	35.63%	3.31%
德国-林德公司（化工）	712	42	5.90%	15.59%	1.54%
荷兰-阿克苏诺（化工）	626		0.00%	73.96%	0.00%
日本-丰田（汽车）	614	84	13.68%	9.12%	3.58%
法国石油（化工）	602	40	6.64%	49.34%	0.17%
日本-松下集团（电器）	594	24	4.04%	59.76%	0.84%
瑞士-诺华公司（医药）	582		0.00%	60.48%	0.00%
日本钢铁工程控股公司（钢铁）	496	205	41.33%	1.81%	10.08%

目前氢能领域发明专利申请量排名前二十的企业如表 2-1 所示，美国（5 家）、日本（5 家）、德国（4 家）、法国（2 家）、荷兰（2 家）、瑞士（1 家）、中国（1 家），其中生物化工类企业 15 家、钢铁企业 2 家、能源企业 1 家、汽车企业 1 家、电器类企业 1 家，生物化工类企业参与活跃与氢能下游应用格局息息相关。

德国巴斯夫、荷兰壳牌、美国拜耳、埃克森美孚、德国赛诺菲等老牌企业，虽然专利申请量较大，但是因期限届满导致专利失效比例更大，有效发明专利量不高。近年来对氢能技术的积累达到一定程度后，技术研发后劲不足。中国石化在近年来专利申请量激增，有效审查中专利数量最多，占前 20 名企业全部有效专利总和的 37.7%，且中国石化审中专利数量达到了 18.4%，发明专利授权占比达到了 79.5%，说明在氢能产业发展方面，中国石化取得了一定的技术突破，在该技术领域具有很强的技术优势，专利的质量和数量都得到了显著的增长。日本钢铁工程控股公司、法国的液化空气集团和新日本钢铁公司有效专利占比达到

24%以上，说明上述企业近几年的研发活跃度高，对新技术的研发热情高。受限于发明专利 20 年的保护期限，如阿克苏诺、塞诺菲、诺华公司、松下集团、陶氏杜邦等前期具有一定优势的企业，专利陆续进入失效期，虽然有技术的沉淀和积累，但后期研发动力不足，面临着新技术的挑战。

如图 2-6 所示，壳牌、液化空气集团、林德在制氢、储运氢、氢应用均有专利布局；而巴斯夫、中国石化、埃克森美孚公司、拜耳、陶氏杜邦、丰田的主要技术集中在下游领域，除新日本制铁公司布局在氢能冶金技术分支、丰田布局在氢燃料电池技术领域布外，其余重点技术均集中在氢制化学品技术分支。

选取全球氢能产业申请量前两名的企业作为研究对象，分析这两家企业在氢能产业链专利布局的变化，可以看出，企业通过资源整合，在保持技术布局优势的过程中，不断完善产业链结构，扩展技术领域，不断加强企业市场竞争地位。

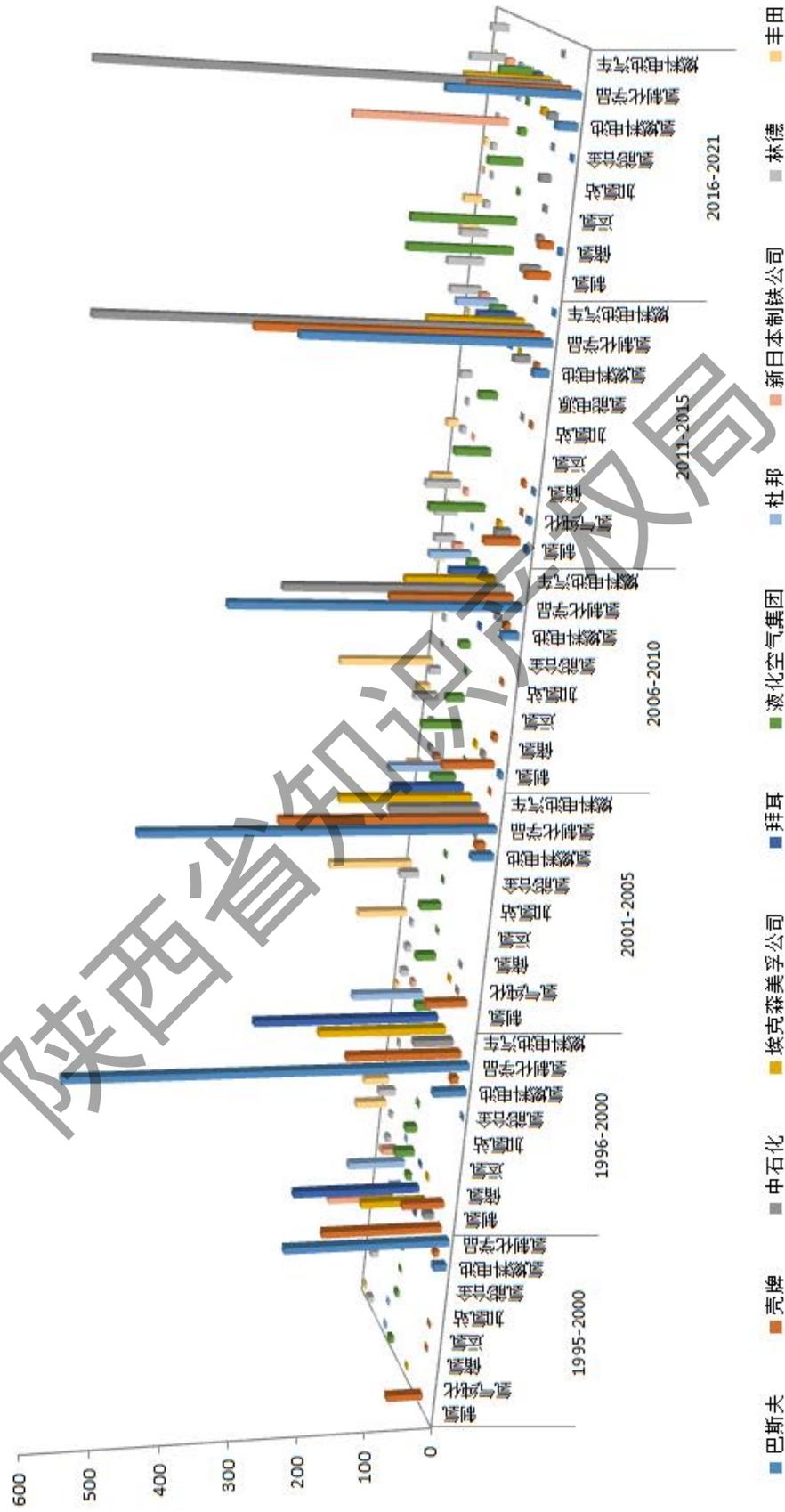


图 2-6 全球优势企业近 30 年重点技术布局变化分析

## 巴斯夫

表 2-2 巴斯夫氢能产业链二级技术分支专利布局情况

技术分支	1911-1950	1951-1994	1995-2020
制氢	0.03%	0.21%	0.27%
氢气纯化			0.15%
储氢			0.18%
氢能冶金	0.06%	0.06%	0.33%
氢燃料电池		1.05%	4.76%
氢制化学品	1.14%	29.86%	61.49%
燃料电池汽车			0.06%

巴斯夫是全球最大的化工企业，前身为巴登苯胺苏打厂，建立于1865年。巴斯夫在氢能领域的专利布局起步于二十世纪初，如表2-2所示。从1910至今，在上游制氢、下游氢制化学品和氢能冶金领域持续布局。1995年后，巴斯夫加强了对上游氢气纯化技术、氢燃料电池、燃料电池汽车技术领域的布局。目前巴斯夫已经完善全产业链布局，逐渐成为氢能领域的领导者。

## 壳牌

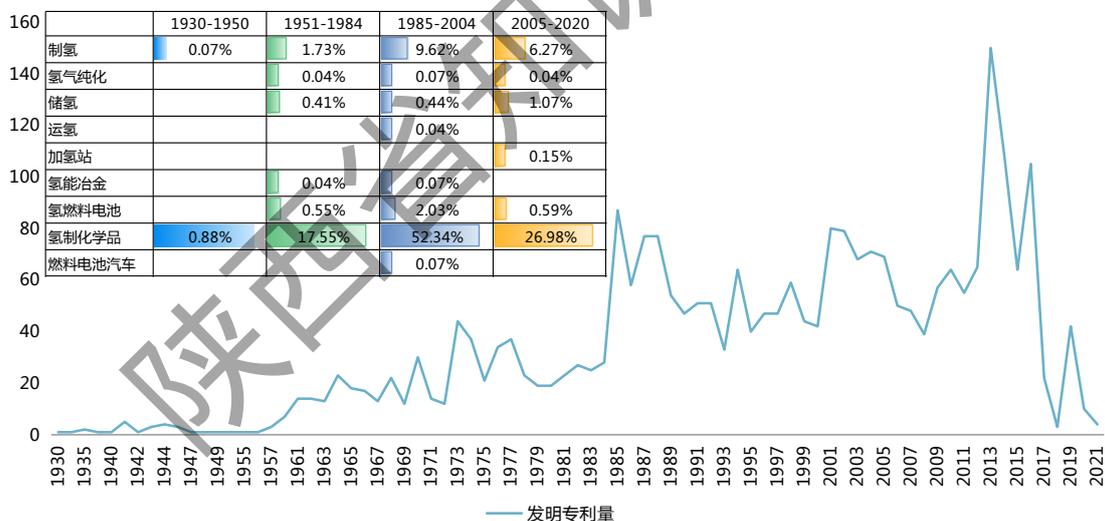


图 2-7 壳牌在氢能领域发明专利申请趋势及二级分支专利申请占比图

壳牌作为世界第一大石油公司，总部位于荷兰海牙和英国伦敦，由荷兰皇家石油与英国的壳牌两家公司合并组成。1951年以后，企业的专利数量开始增长，1951-1984年间，企业的专利布局以氢制化学品为主，1985-2004年间，壳牌的布局数量，布局范围明显增强，在上游制氢、下游氢制化学品和氢燃料电池领域的专利申请占比分别为9.62%、52.34%、2.03%。2005-2020年间，在保持制氢、

氢制化学品的主导地位的同时，壳牌不断调整布局方向，增加储氢及加氢站领域的专利布局，2009年壳牌进入中国氢能领域，建立了第一座商业运营的加氢站，现由同济大学运营。壳牌在长达90年的技术研发周期内，完成了氢能全产业链的技术布局，成为全球氢能领域的佼佼者。

## 2.2 产业发展方向研判

氢能产业是一个系统工程，以下我们将结合产业链、技术链、企业链、资金链、人才链多个角度综合解析产业现状。

### 2.2.1 产业链

统计专利数据中的产业专利竞争态势和创新主体活跃情况，可以反映氢能产业的结构变化、产业参与主体的竞争合作态势等方面的变化，从而有助于确定产业链发展方向。

#### 2.2.1.1 全球氢能产业活力不断增强

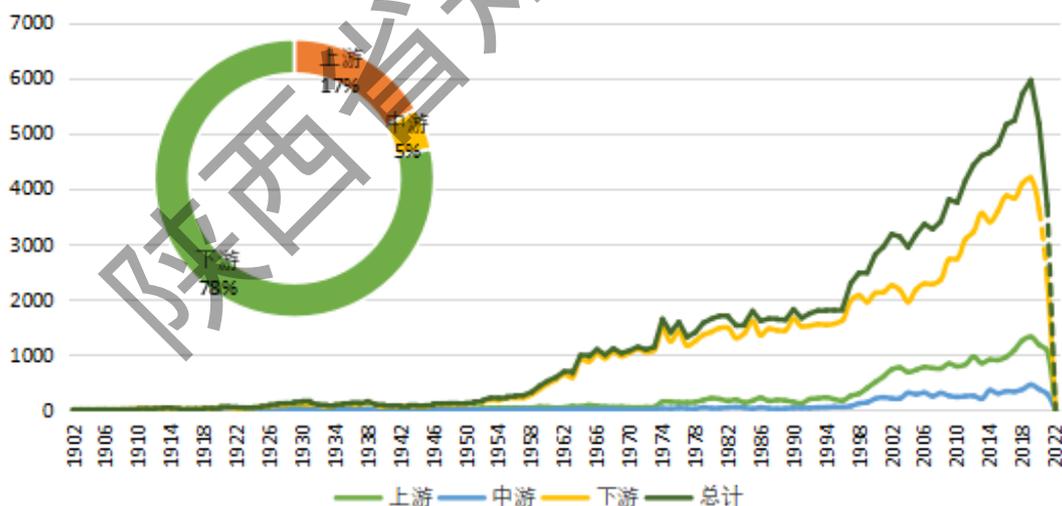


图 2-8 产业链专利申请趋势

如图 2-8 所示，全球氢能产业上游和下游专利技术布局均开始于 1902 年，中游专利申请开始于 1912 年，到了二十世纪五十年代，氢能产业下游的发展尤为迅猛，这一时期，随着工业化的迅猛发展，氢气作为还原剂在氢制化学品、冶金行业广泛应用，同时氢能作为清洁能源应用在氢燃料电池和燃料电池汽车领域，

最终造就下游成为牵引产业发展的重要引擎。

以每二十年作为一个时间节点来看整个产业链发展过程（图 2-9），可以看出，在产业发展初期，上游制氢技术的出现，为下游氢能产业应用挖掘了广阔的空间，下游应用领域的专利迅速增长，形成下游应用领域专利占比不断增加，上、下游专利占比差异不断加大的局面，1963-1982 年，上、下游专利占比差值甚至高达 82.55%，随后，为满足下游日益增长的需求，各国不断重视氢能源的制取，应用需求的增长反向刺激了制氢和储运氢技术的研发，促使 2003-2022 年间制氢技术的专利增长达到了 21.56%，氢储运技术破性的增长到 6.83%。

近年来，上游领域不断创新，取得了丰富的成果，1983 年以后，上游专利占比不断增长，上下游专利占比差距不断缩小，产业链发展更加平衡。

中游储运氢是氢产业链中至关重要的一个环节，但氢气质量轻，密度小，分子结构小，因此储运技术难度大。研究表明，目前较为成熟的储运技术也仅限于高压气态储氢、低温液态储氢、固态合金储氢和有机液态储氢等几种方式，在技术上具有很大的局限性，目前还存在技术瓶颈，因此中游氢储运技术的比重最小。

下游氢应用占比最高，化工领域的氢制化学品、作为动力的氢燃料电池以及燃料电池汽车的广泛应用，促进技术不断革新。1970 年后，下游氢应用的专利申请量迅猛增长，其专利申请量甚至高达 90.61%。

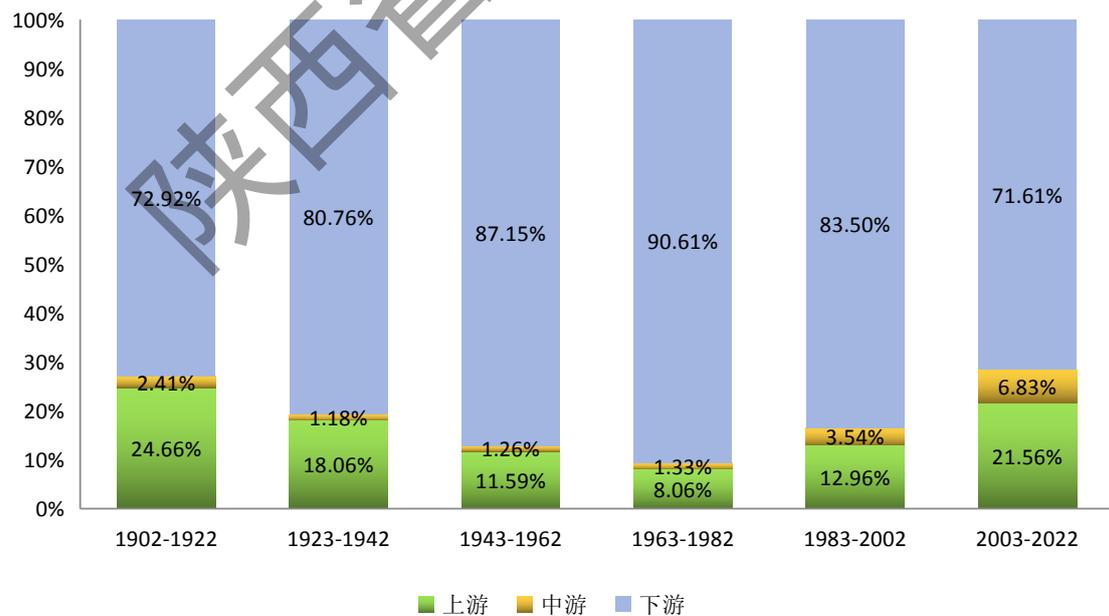


图 2-9 氢能产业链转移占比图

## 2.2.1.2 我国氢能产业发展势头迅猛

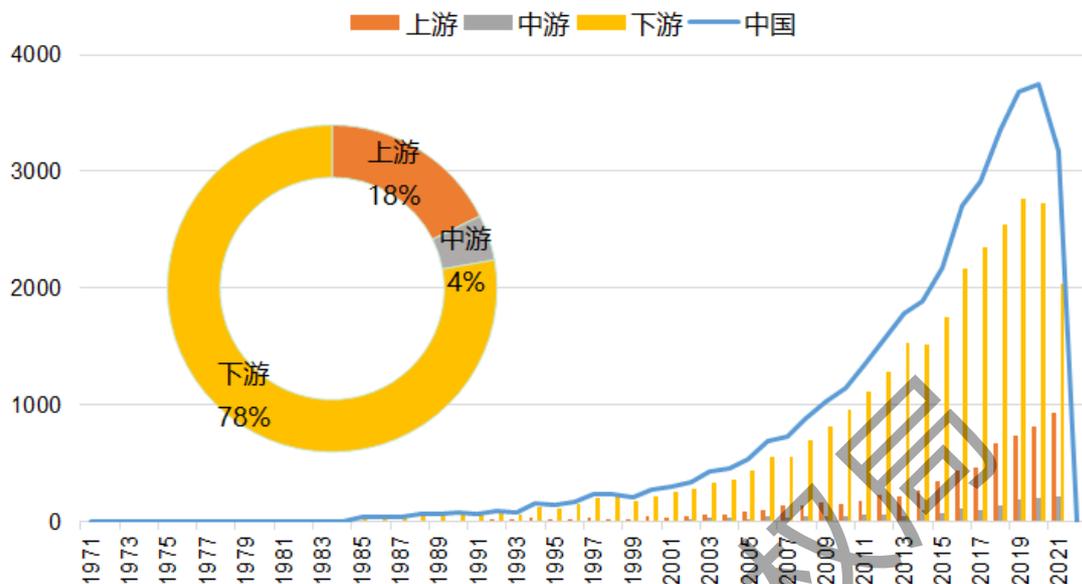


图 2-10 中国氢能产业专利申请趋势

截至 2022 年 1 月，中国氢能产业技术相关的专利申请共有 31540 项，专利申请自 1971 年开始专利申请量逐年增长，2000 年左右专利申请量增幅明显。整体产业专利经历萌芽期和发展期两个阶段。

萌芽期（1985~2000 年），这一阶段专利申请进入一个缓慢增长期，无论是上、中下游的专利申请数量的增长都较为平缓。这一时期专利申请主要以国外申请人在中国的专利布局为主，该时期，专利申请人共 936 位，其中国外申请人为 614 位，占全部申请人总数的 65.60%。国外申请人包括巴斯夫、壳牌、拜尔等知名企业，专利布局主要以下游氢制化学品为主。

成长期（2000 年-至今）：2000 年以后，专利申请量迅猛增长，随着国内支持氢能产业发展政策的不断制定与实施，促进了氢能产业的发展与壮大。上游、中游、下游的专利布局数量都有所增长，下游尤为迅猛。中国石化、中国石油、大连化物等主体成为国内最重要的专利申请人。

### 2.2.1.3 东部竞争实力较强



图 2-11 产业链上游申请人地域分布

产业链上游申请人地域分布如图 2-11 所示，其中排名前十的省市分别为广东、北京、江苏、上海、浙江、山东、辽宁、四川、陕西和湖北，其中广东、北京和江苏的专利申请数量位列前三。

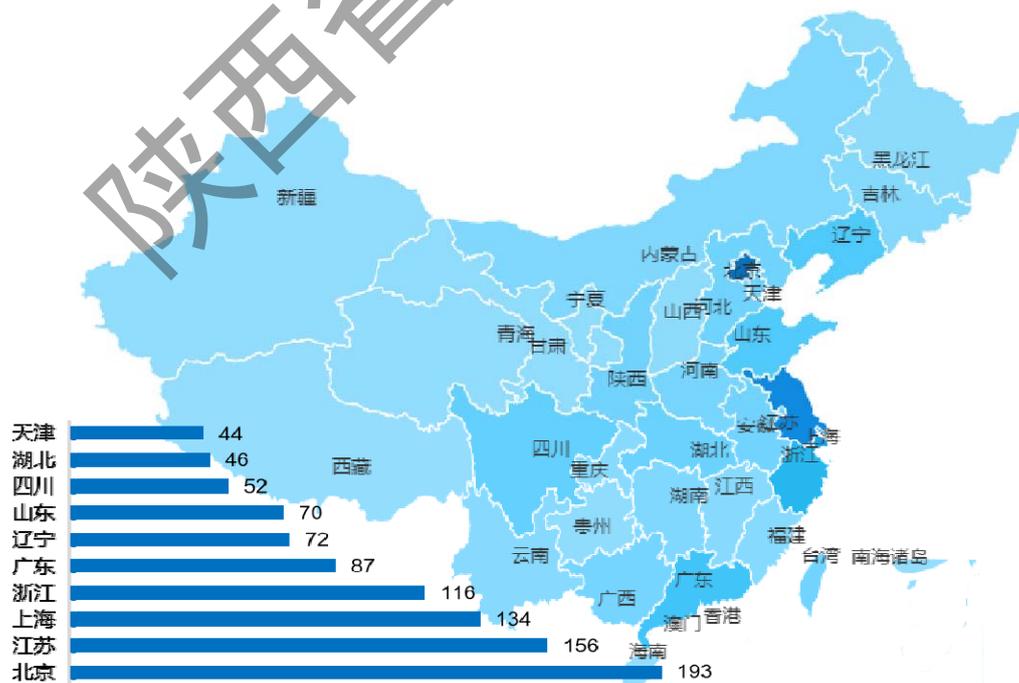


图 2-12 产业链中游申请人地域分布

产业链中游申请人地域分布如图 2-12 所示，其中排名前十的省份为北京、江苏、上海、浙江、广东、辽宁、山东、四川、湖北和天津，其中北京申请数量相较于其他省份处于前列。

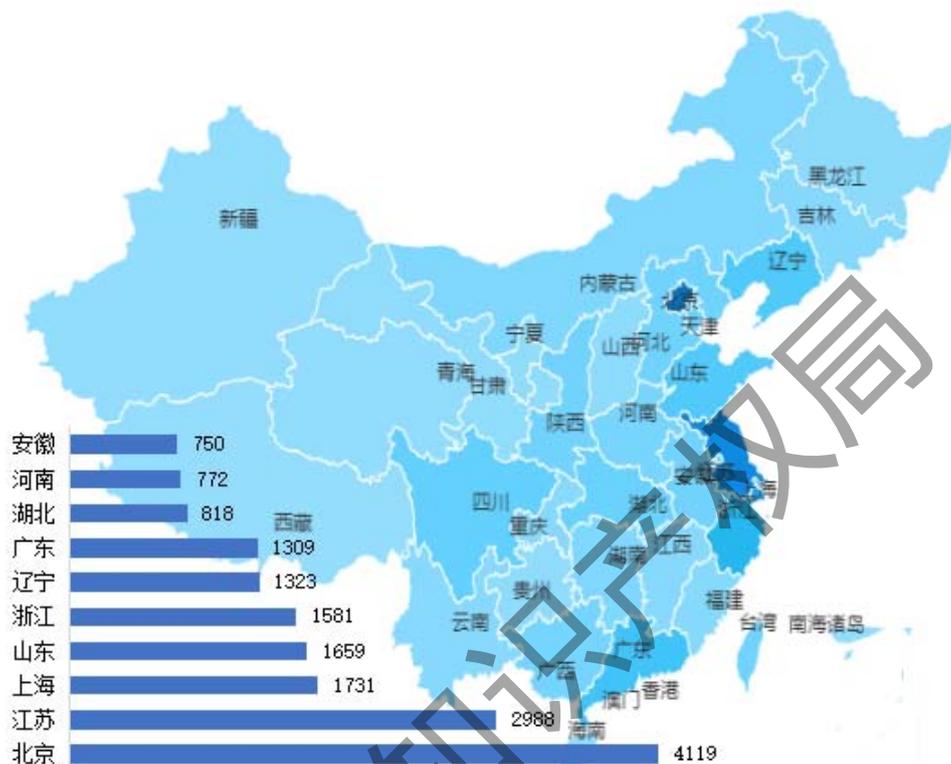


图 2-13 氢能产业下游地域分布

如图 2-13 所示，氢能产业下游地域分布中，北京占比最高，达到 18%。排名前十的省市依次为北京、江苏、上海、山东、浙江、辽宁、广东、湖北、河南以及安徽，陕西在下游的专利占比仅为 3%，排名较后。

通过对产业分布的地域进行分析，北京是氢能产业发展最有活力的地区，在上游、中游和下游的整体实力较强，以中国石油为代表的企业带动了北京市氢能产业的发展。其次为江苏省，在中游和下游的实力较强。第三名为上海，在上、中、下游都具有一定实力，整体来看，中国东部竞争实力较强。

#### 2.2.1.4 国内外产业布局主体存在明显差异

氢能是技术密集型产业，排名前二十的创新主体一定程度上反映了国家和地域的产业结构布局。

氢能产业覆盖制氢、储运氢、氢利用等重点环节，对企业的研发实力、资金

实力和技术实力都有很高的要求。如表 2-3 所示，全球排名前 20 的创新主体全部为企业，标志着在整个产业的竞争环境下，企业是技术的领导者，也是促进产业进步的中坚力量。而中国排名前 20 的创新主体，高校（16 家）、科研院所（1 家）、企业（3 家）。高校占比高达 80%，说明我国在氢能产业领域的技术成熟度与国外差距较大，技术转化不足，未形成产业集群和企业集群优势。

表 2-3 全球及我国发明专利申请量排名前 20 的申请人及申请人类型

全球前 20 申请人	申请人类型	中国前 20 申请人	申请人类型
德国-巴斯夫	企业	中国石油化工股份有限公司	企业
荷兰-壳牌	企业	中国科学院大连化学物理研究所	科研院所
中国-中国石化	企业	浙江大学	高校
美国-拜耳	企业	中国石油天然气股份有限公司	企业
德国-塞诺菲	企业	天津大学	高校
日本-住友	企业	华南理工大学	高校
法国-液化空气集团	企业	大连理工大学	高校
日本-新日本制铁公司	企业	北京化工大学	高校
美国-陶氏杜邦	企业	华东理工大学	高校
美国-雪佛龙	企业	清华大学	高校
德国-赢创工业	企业	万华化学集团股份有限公司	企业
美国-环球油品公司	企业	西安交通大学	高校
德国-林德公司	企业	江苏大学	高校
荷兰-阿克苏诺	企业	上海大学	高校
日本-丰田	企业	中南大学	高校
法国石油	企业	厦门大学	高校
日本-松下集团	企业	北京科技大学	高校
瑞士-诺华公司	企业	东南大学	高校
日本钢铁工程控股公司	企业	昆明理工大学	高校

按照申请人类型对其技术分支进行统计，具体见表 2-4，全球主要创新主体的技术主要聚焦在制氢、储氢、氢能冶金、氢燃料电池和氢制化学品领域，我国高校和科研院所的研究方向紧随国际趋势，布局点也基本集中在上述领域。但我国以中国石化为代表重点企业的研发重点则集中在氢制化学品领域，对其他领域的关注度不足，由此可以看出，一方面，在氢能领域，国内重点企业未充分激发

产业示范作用，企业整合和产业覆盖能力有限，同时，在制氢、储氢等重点领域，国内缺少具有国际影响力的龙头企业，国际竞争力有待提高。

表 2-4 全球/中国主要创新主体技术布局情况

	中国-高校	中国-企业	中国-研究院所	全球（企业）
制氢	513	68	80	1505
氢气纯化		2		11
氢气气液固化				1
储氢	148	9	8	788
运氢	9	4		15
加氢站	30	19	1	138
氢能冶金	204	2		1765
氢燃料电池	430	48	94	1144
氢制化学品	1114	2169	292	14989
燃料电池汽车	19	2	4	161

### 2.2.1.5 单一领域向全产业链整合发展

全球来看，氢能领域包括上、中、下游，细分为制氢、储运氢、等多个领域，未来的发展方向将呈现单一领域向全产业链的整合发展。

如图 2-14 所示，通过美国、中国、日本、德国等国家在上游氢制取纯化、中游氢储运和下游氢应用专利占比情况分析，可以看出，美国和德国在氢能全产业链的布局具有优势。尤其是近年来，德国和日本对氢燃料电池和燃料电池汽车的持续研发和应用，使德国和日本不断加强加氢站的建设，增强了德国在中游储运技术领域的专利布局。

我国在氢能领域整体起步较晚，但技术结构与全球主要国家技术结构相匹配，国内发展符合产业发展的一般规律，并注重全产业链布局。国家《氢能产业发展中长期规划》中明确国家层面在氢能领域的定位为“未来国家能源体系的重要组成部分，用能终端实现绿色低碳转型的重要载体，重点发展的战略性新兴产业”，因此必须形成以氢的制取、储运、运输、应用技术等产业配套的全产业链集群，提高氢能产业的整体实力。



图 2-14 氢能主要技术来源国产业专利占比情况

### 2.2.1.6 世界氢能产业中心已从欧美转向亚洲地区

全球氢能产业发展的历程并未发生线性增长，呈现出区域分布不平衡、动态变化现象。1869年俄国著名学者门捷列夫整理化学元素周期表时将氢元素放在周期表的首位，此后从氢出发，人们对氢的研究和利用也就更科学化了。以不同国家在氢能领域专利技术比重来分析，世界氢能产业发展重心发生了三次明显转移：欧美独树一帜（1902-1962年）→日本短暂逆袭（1963-2002年）→亚洲后来居上（2003-至今）。

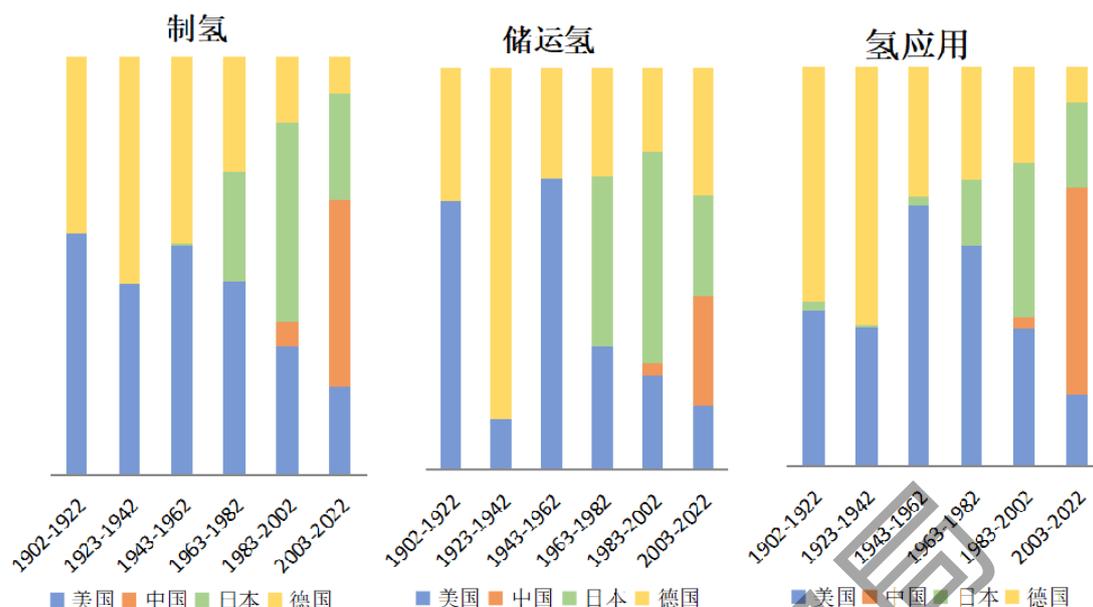


图 2-15 主要国家制氢、储运氢、氢应用技术分工转移

1928 年，德国齐柏林公司利用氢的巨大浮力，制造了世界上第一艘“LZ-127 齐柏林”号飞艇。上世纪 50 年代，美国利用液氢作超音速和亚音速飞机的燃料，使 B57 双引擎轰炸机改装了氢发动机，实现了氢能飞机上天。这一时期欧美大力发展氢能领域，在制氢、氢运输、氢应用的专利技术大量产出，带动了氢能产业的发展。

日本 1973 年石油危机后成立的“氢能源协会”，以大学研究人员为中心开展氢能源技术研发。1993 年，日本开始实施“世界能源网络计划”，并设立了为期 10 年的“氢能源系统技术研究开发”综合项目，由国家科研机构 and 民间社会共同参与，涉及氢气生产、储运和利用等全产业链。同时期，丰田、日产和本田等汽车制造商也开始了燃料电池车研发。2003 年后，日本氢能源预算基本都维持在 200 亿日元以上，在 2009 年-2015 年，为了大力推动所谓的家用热电共生系统的民用化，还有大量的对于燃料电池的政府补贴。日本以政策和发展为导向，促进氢能产业蓬勃发展，新技术不断涌出，带动整个产业爆发式成长。

《国家中长期科学和技术发展纲要》中提出，将“氢能及燃料电池技术”作为未来能源技术发展方向之一，该《纲要》刺激了我国氢能领域的整体发展。由此，2003 年后，我国开始在氢能领域全面发力，该时期我国在制氢、储运氢、氢应用领域专利申请占比明显提升。

二十世纪九十年代以前，美国、德国等发达国家掌握着氢能产业的核心技术。

二十世纪九十年代后，日本、中国以技术需求为导向，积极融入世界氢能产业的发展中。在日本和中国长达近二十年的高速发展之下，全球氢能产业重心从欧美向亚洲地区转移。

## 2.2.2 技术链

专利数据作为技术创新的主要支撑，通过对技术分支的分析，可以揭示技术变化趋势。

### 2.2.2.1 技术结构

#### 2.2.2.1.1 全球

##### (一) 上游技术分布

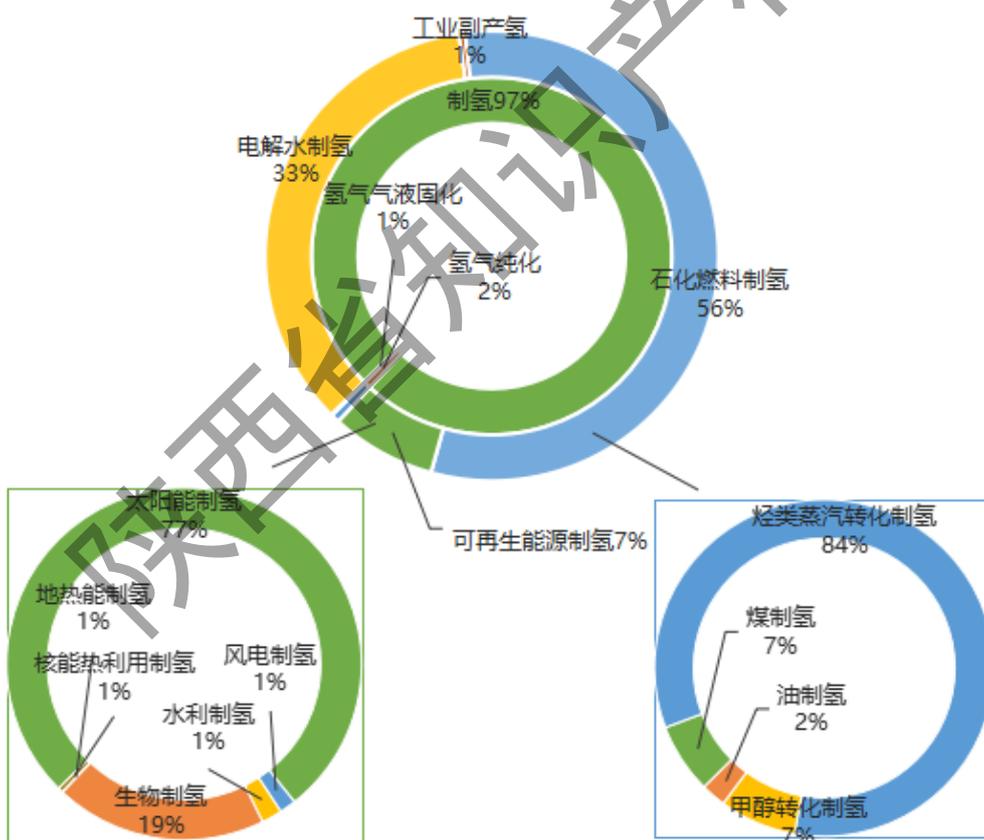


图 2-16 氢能产业上游技术占比

如图 2-16 所示，氢能产业上游中，制氢技术专利申请量占比高达 97%，氢气纯化和氢气气液固化分别占比 2%和 1%；制氢中，石化燃料制氢占比高达 56%，可再生能源制氢占比 7%，电解水制氢占比 33%，工业副产氢仅占比 1%；石化燃

料制氢中烃类蒸汽转化制氢占比高达 84%，煤制氢和甲醇转化制氢均占比 7%，油制氢占比较少；可再生能源制氢中，太阳能制氢占比高达 77%，生物制氢占比 19%，风电制氢、水利制氢、地热能制氢和核能热利用制氢专利数量较少。

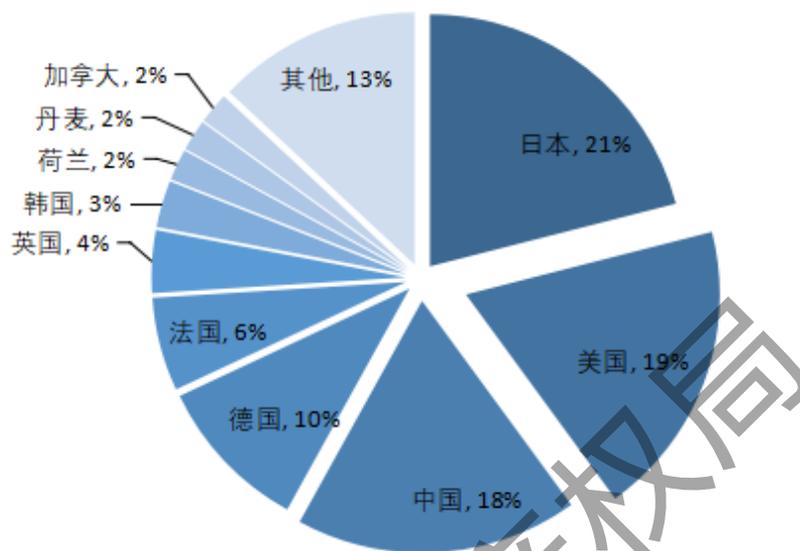


图 2-17 产业链上游申请人地域分布

产业链上游申请人地域分布如图 2-17 所示，排名前十的国家分别为日本、美国、中国、德国、法国、英国、韩国、荷兰、丹麦和加拿大，其中日本、美国、中国和德国占比最高，分别为 21%、19%、18%和 10%，其他国家占比均低于 10%。

分析主要技术来源国在上游重要技术环节的技术转移情况，结果如图 2-18 所示，可以看出：**中国在煤制氢、甲醇转化制氢、太阳能制氢、电解水制氢技术优势显著，其布局区域以国内为主。**

从地域布局来看，中、美、日三大技术来源国在本国进行技术布局的同时，不断加强对另外两个重点技术来源国的专利布局，并在近年来，减少了英国、德国等欧洲国家的专利布局。

从专利申请量来看，中国在煤制氢、甲醇转化制氢、电解水制氢环节的专利申请量远高于日本、美国在该环节的专利申请量，但其专利布局以国内为主，以占领国外市场为目的专利布局局面还未形成，区域布局较为单一。与此相反，日本、美国在该环节的专利申请量并不多，但区域布局范围广泛，技术转移发生较为频繁。



图 2-18 中国、美国、日本产业链上游技术转移分析<sup>[11]</sup>

(二) 中游

[11]注：-2000 指 2000 年以前（包括 2000 年）技术应用国专利申请情况，2000-指 2000 年之后（不包括 2000 年）技术应用国专利申请情况

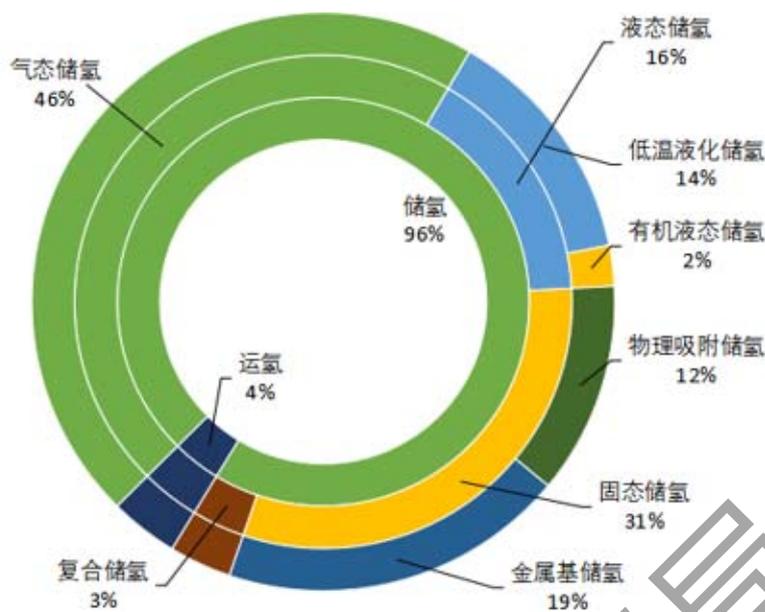


图 2-19 氢能产业中游技术占比

氢能产业中游技术占比如图 2-19 所示，其中储氢占比高达 96%，运氢仅占比 4%。储氢中，以气态、固态储氢为主，占比分别为 46%、31%，液态储氢占比 16%，复合储氢占比较少，仅为 3%。液态储氢中，低温液化储氢占比更高，占中游专利申请总量的 14%，有机液体储氢占比 2%；固态储氢中物理吸附储氢占比 12%，金属基储氢占比 19%。

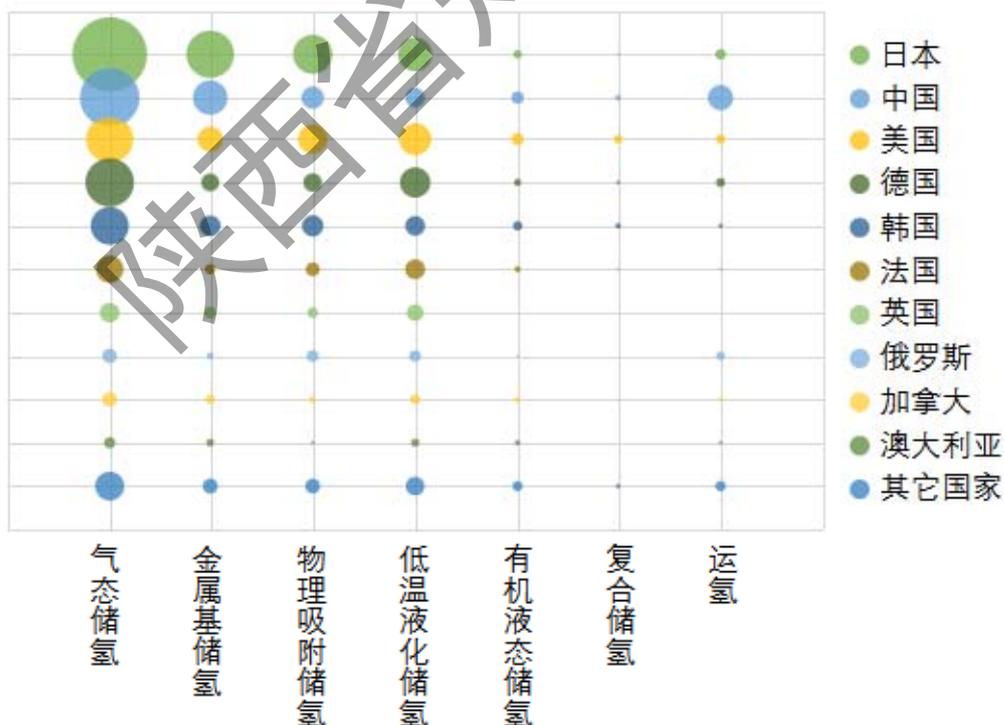


图 2-20 产业链中游技术分支地域分布

如图 2-20 所示，日本、中国、美国、德国和韩国在储氢方向更侧重于气态储氢方式。其它储氢方式虽然有布局，但申请量不多且差距不大，说明该技术领域各国发展状况相同。但是在运氢方向，中国专利申请明显多于其它国家。由此可见，中国在发展储氢技术的同时，也重视运氢技术的研发创新。



图 2-21 中国、美国、日本产业链中游技术转移分析<sup>[12]</sup>

[12]注：-2000 指 2000 年以前（包括 2000 年）技术应用国专利申请情况，2000-指 2000 年之后（不包括 2000 年）技术应用国专利申请情况

通过分析主要技术来源国在中游重要技术环节的技术转移情况，如图 2-21 所示，可以看出：

(1) 中国在金属基储氢、复合储氢、运氢环节具有较强的技术积累，且其布局区域以国内为主。

从布局趋势来看，上游主要技术环节的专利布局能力均呈现强化特征，从专利申请量来看，中国在金属基储氢、复合储氢、运氢环节的专利申请量远高于日本、美国在该环节的专利申请量，但其专利布局以国内为主，以占领国外市场为目的专利布局局面还未形成，区域布局较为单一。与此相反，日本、美国在该环节的专利申请量并不多，但区域布局范围广泛，技术转移发生较为频繁。

(2) 2000 年后，在金属基储氢环节，日本以强化国外区域布局为主，技术转移现象较为明显。

从布局趋势来看，除金属基储氢技术之外，三大技术来源国均不断加强对另外两个区域的专利布局，但在金属基储氢领域，日本的专利布局趋势较为特殊，其降低本国专利布局的同时，加强对中国、美国的专利布局。

### (三) 下游

氢能产业下游技术占比如图 2-22 所示，其中，氢制化学品占比高达 73%，氢燃料电池占比 14%，氢能冶金占比 11%，加氢站和燃料电池汽车均占比 1%。

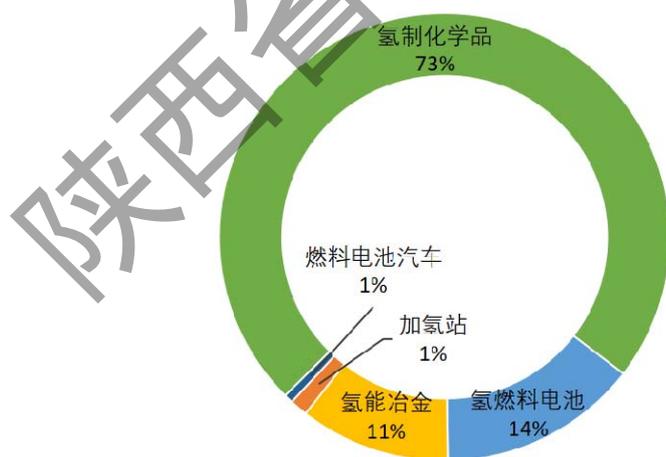


图 2-22 氢能产业下游技术占比

产业链下游技术分支地域分布如图 2-23 所示，氢制化学品是各国的布局重点，燃料电池汽车、加氢站、氢能冶金、氢燃料电池领域的专利布局较少，其中，日本和中国表现较为突出。

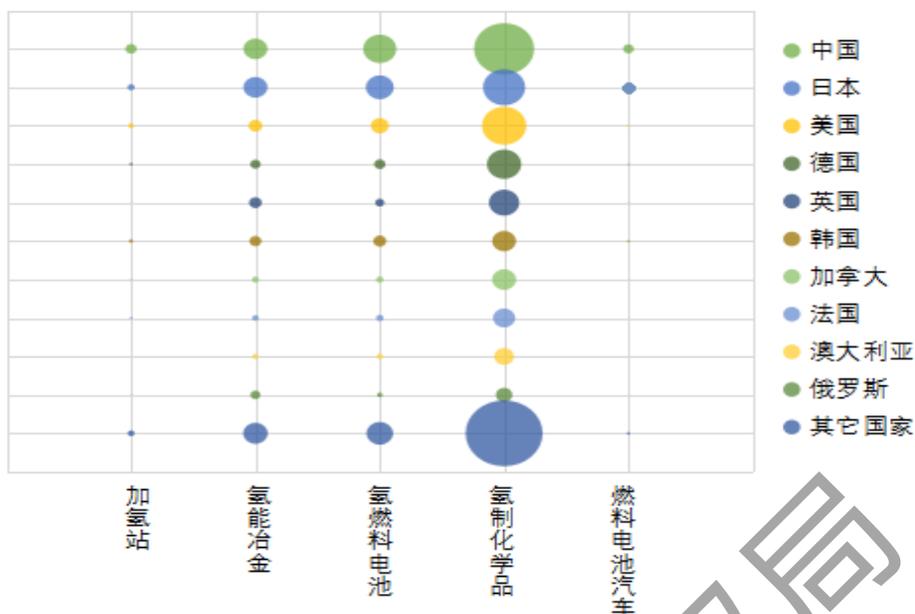


图 2-23 产业链下游技术分支地域分布

		加氢站																								
技术源国	技术应用国	中国		日本		美国		德国		英国		韩国		加拿大		法国		澳大利亚		俄罗斯		印度		南非		
		-2000	2000-	-2000	2000-	-2000	2000-	-2000	2000-	-2000	2000-	-2000	2000-	-2000	2000-	-2000	2000-	-2000	2000-	-2000	2000-	-2000	2000-	-2000	2000-	
美国	中国	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
日本	中国	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
中国	中国	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		氢能冶金																								
美国	中国	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
日本	中国	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
中国	中国	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		氢燃料电池																								
美国	中国	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
日本	中国	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
中国	中国	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		氢制化学品																								
美国	中国	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
日本	中国	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
中国	中国	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		燃料电池汽车																								
美国	中国	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
日本	中国	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
中国	中国	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

图 2-24 中国、美国、日本产业链下游技术转移分析<sup>[13]</sup>

[13]注: -2000 指 2000 年以前(包括 2000 年)技术应用国专利申请情况, 2000-指 2000 年之后(不包括 2000

分析主要技术来源国在下游重要技术环节的技术转移情况，结果如图 2-24 所示，可以看出：

下游，尤其是氢能冶金、氢制化学品、氢燃料电池是国外技术转移的重点，中国是最具市场潜力的区域。

加强下游的技术布局是国外扩大市场占有率，提高企业竞争力的重要手段。2010 年以后，以日本为代表的国家加大了技术转移的进度，并且中国是技术转移的重点目标国，涉及转移的技术包括氢能冶金、氢燃料电池与氢制化学品。

### 2.2.2.1.2 中国

#### (一) 上游技术分布

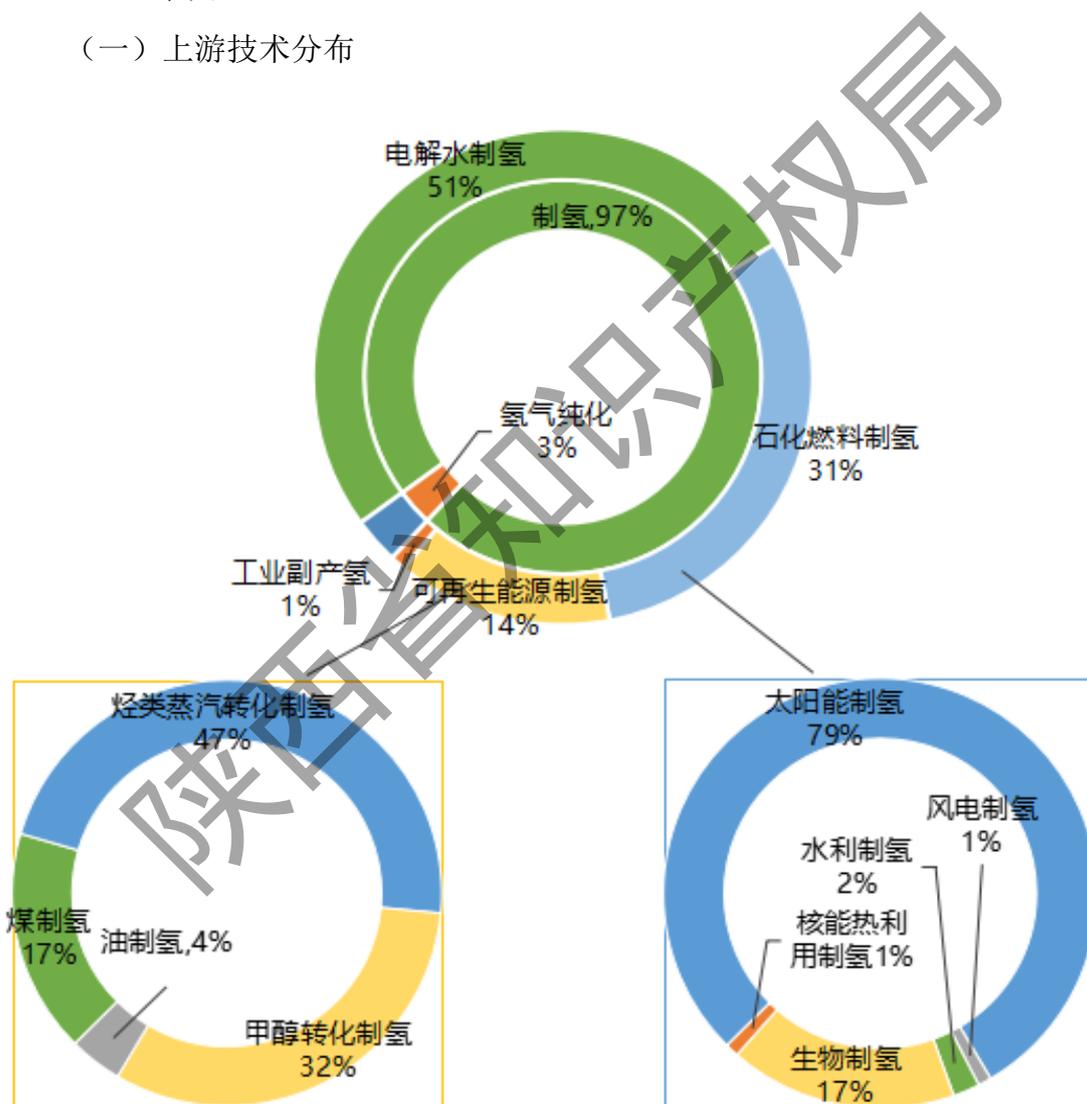


图 2-25 氢能产业上游技术占比

氢能产业上游技术占比如图 2-25 所示，制氢占比高达 97%，氢气纯化仅占比 3%；制氢中，电解水制氢占比高达 51%，石化燃料制氢占比 31%，可再生能源制氢占比 14%，工业副产氢仅占比 1%；石化燃料制氢中烃类蒸汽转化制氢占比高达 47%，甲醇转化制氢占比 32%，煤制氢和油制氢各占比 17%和 4%；可再生能源制氢中，太阳能制氢占比高达 79%，生物制氢占比 17%，水利制氢占比 2%，风电制氢和核能热利用制氢均占比 1%。

主要省市产业链上游技术分支分布如图 2-26 所示，电解水制氢技术是国内研究重点，并且广东在电解水制氢环节的研究成果最多，除此之外，在煤制氢、烃类蒸汽转化制氢、油制氢领域，北京居于首位，申请数量较多，甲醇转化制氢领域，江苏、上海、广东居于前列，太阳能制氢领域，北京、江苏布局的专利数量更多，生物制氢领域，江苏的专利申请数量更多。

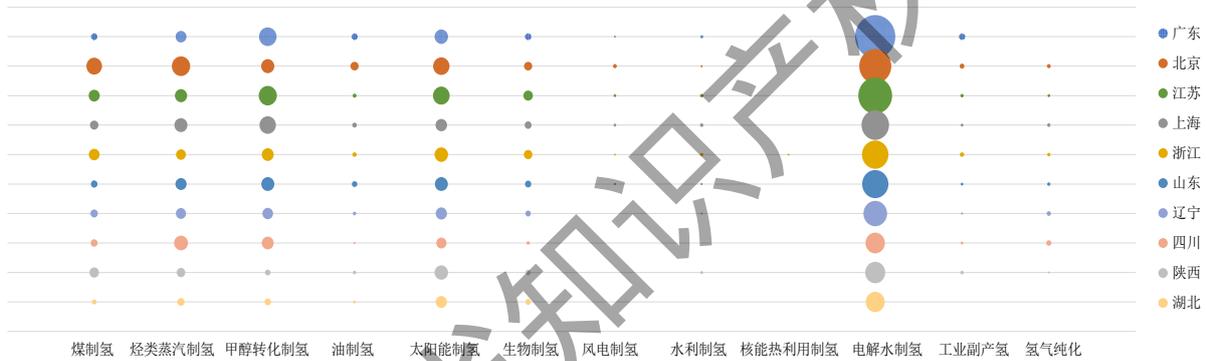


图 2-26 主要省市产业链上游技术分支

(二) 中游技术分布

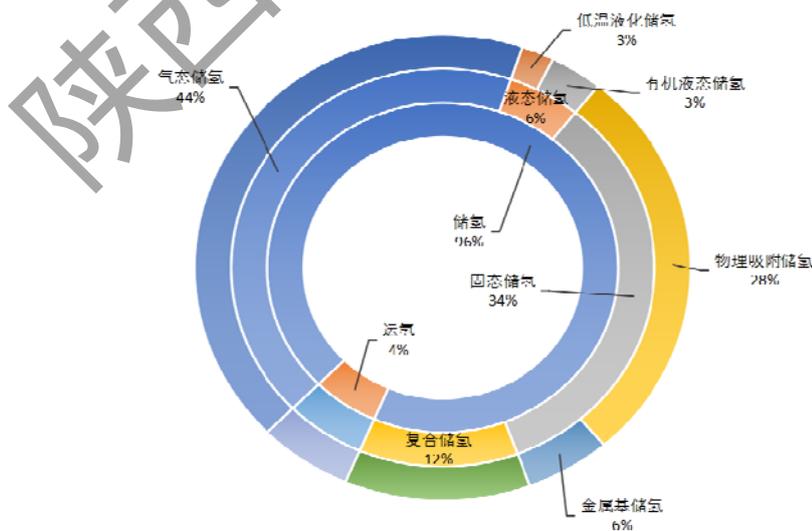


图 2-27 氢能产业中游技术占比

氢能产业中游技术占比如图 2-27 所示，其中储氢占比高达 96%，运氢仅占

比 4%。储氢中，气态储氢占比 44%，液态储氢占比 6%，固态储氢占比 34%，复合储氢仅占比 12%。液态储氢中低温液化储氢和有机液体储氢分别占比 3%；固态储氢中物理吸附储氢占比 28%，金属基储氢占比 6%。

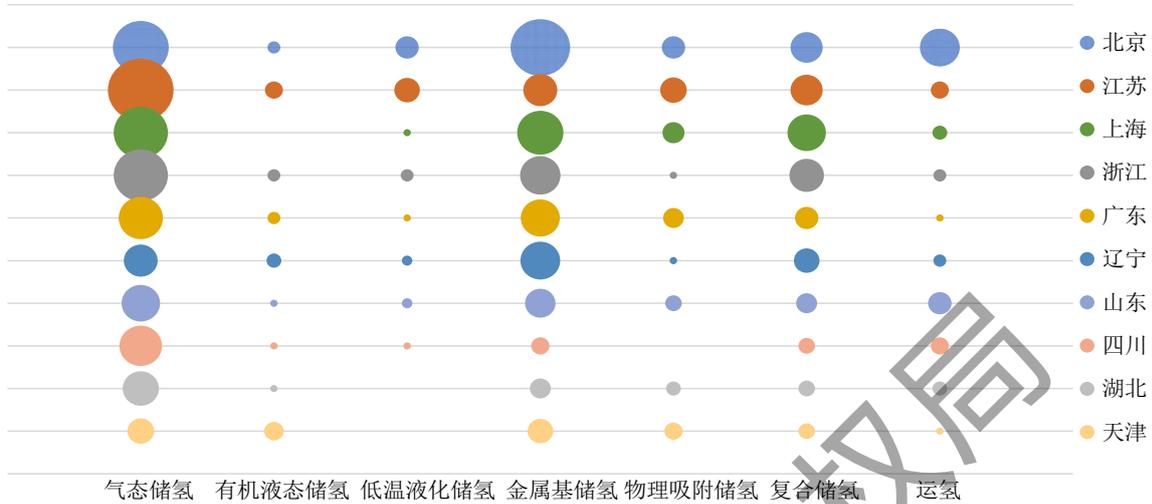


图 2-28 产业链中游技术分支地域分布

产业链中游技术分支地域分布如图 2-28 所示，地域分布方面，主要分布在北京、江苏、上海、浙江、广东、辽宁、山东、四川、湖北和天津，其中北京申请数量较大，其他省份申请数量相对较少；技术分支方面，各省份主要集中在气态储氢、固态储氢和复合储氢，其中气态储氢申请数量最多，固态储氢中，金属基储氢远大于物理吸附储氢，北京在运氢方面相比其他省份布局较多。

### （三）下游技术分布

氢能产业下游技术占比如图 2-29 所示，其中氢制化学品占比 65%，氢燃料电池占比 20%，氢能冶金占比 11%，加氢站和燃料电池汽车占比较少，均占比 2%。

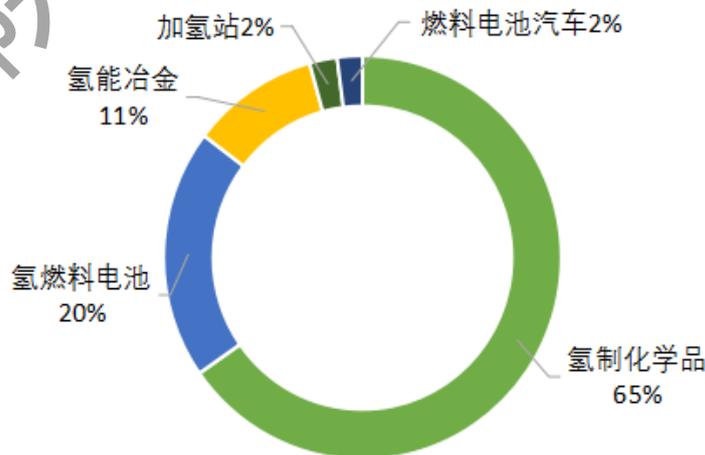


图 2-29 氢能产业下游技术占比

如图 2-30 所示，产业链下游技术分支地域分布中，各省市的技术分支占比  
较为相似，具体来看，各省份的氢制化学品占比最多，其次为氢燃料电池和氢能  
冶金，加氢站和燃料电池汽车占比较少。但值得注意的是，广东在氢燃料电池领  
域的专利申请量较具优势。

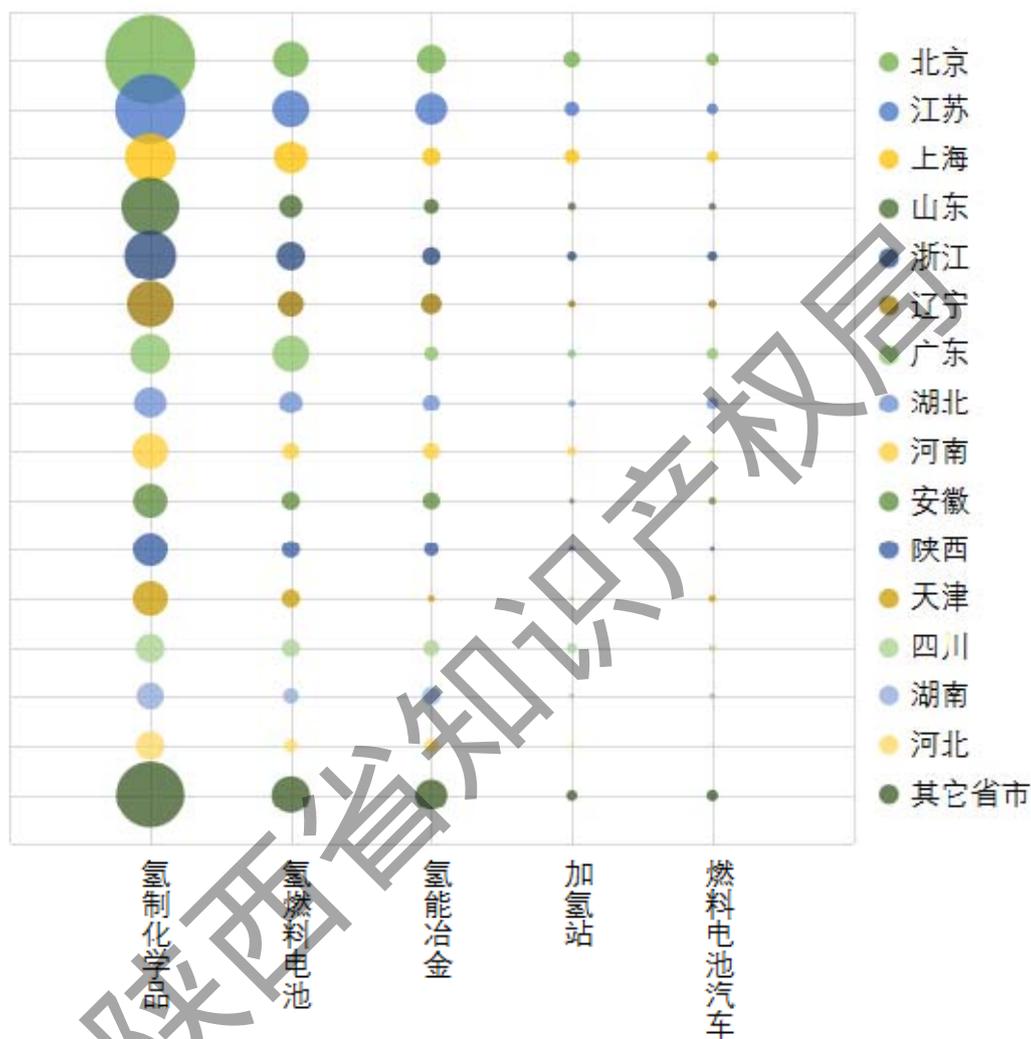


图 2-30 产业链下游技术分支地域分布

### 2.2.2.2 技术路线

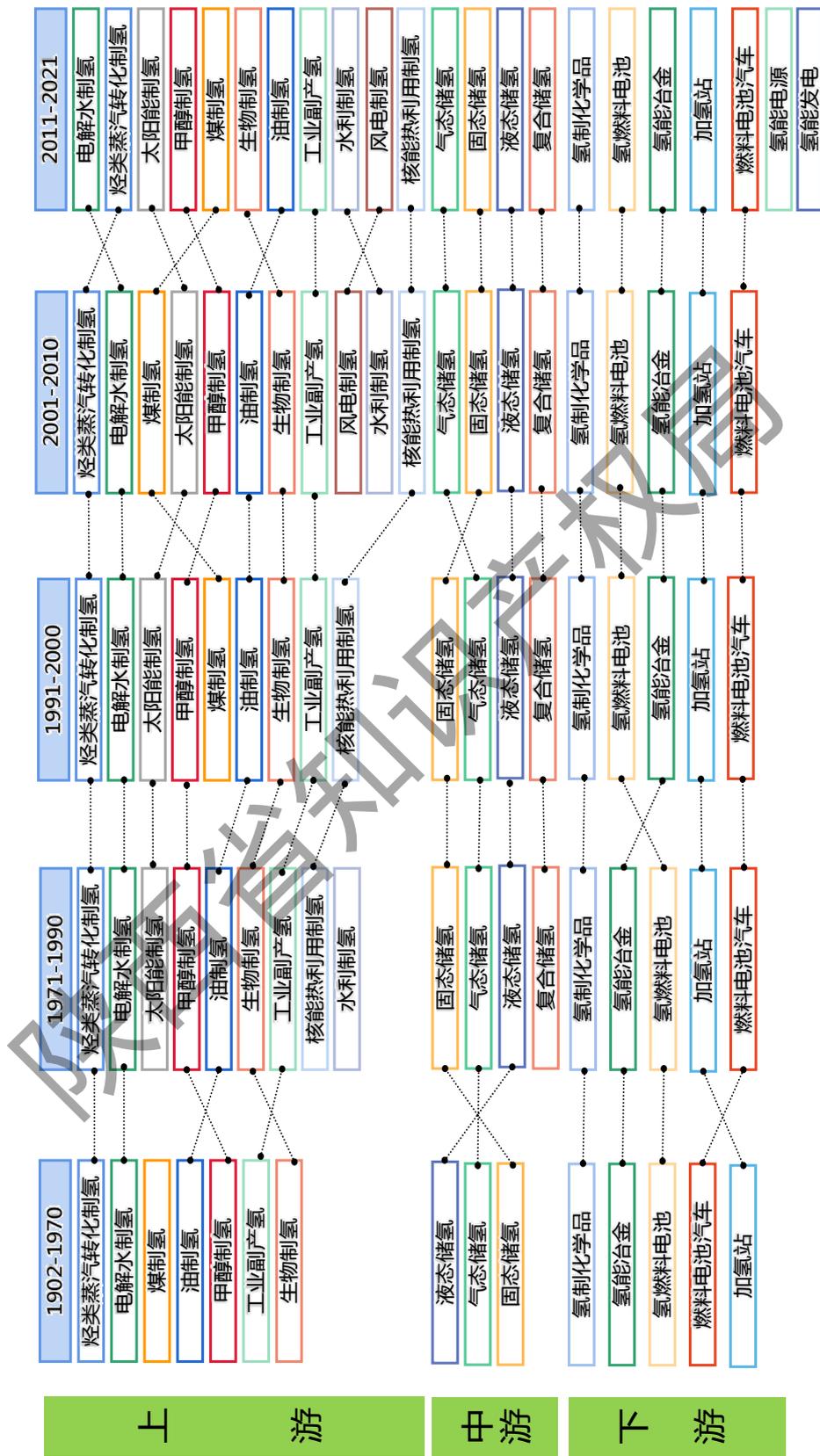


图 2-31 全球三级技术分支技术发展情况

专利数据作为技术的主要表现，可以揭示技术发展的变化方向，图 2-31 分析了上、中、下游各个技术分支在不同时间段专利布局数量的变化，以此了解技术发展的变化方向。

从不同时期上游三级技术分支专利技术占比排名来看，自 1970 年至今，石化燃料制氢领域占据主要地位，烃类蒸汽转化制氢、煤制氢、甲醇转化制氢和油制氢是主要的制氢方式。近十年，技术发展较快的是**电解水制氢**，该技术领域已经取代了石化燃料制氢方式，成为氢能领域未来发展的重点。随着可再生能源技术的发展，太阳能、水利、核能热利用、风能和生物制氢技术不断发展，尤其是**太阳能制氢**技术已经成为研究的重点方向。

在中游技术分支中，气态储氢技术是现阶段的研发重点。1970 年之前储氢主要以液态储氢和气态储氢为主；1971-2001 年后，由于固态储氢技术门槛高，资金需求大，因此气态储氢逐渐超越固态储氢技术，成为研发热点。值得一提的是，国家发改委 2022 年 3 月出台的《氢能产业发展中长期规划(2021-2035 年)》，提出了关于氢能基础设施建设和安全管理的具体要求，致力于加快构建安全、稳定、高效的氢能供应网络。固态储氢方式相较于气态储氢方式和液态储氢方式，既可以大幅提高体积储氢密度，又可以提高储运氢的安全性，可以解决氢能高密度储存和安全应用这两个核心问题，因此在未来**固态储氢**方式有可能获得更多的关注。

在下游技术分支中，氢制化学品和氢能冶金一直处于主导地位，但是随着氢能汽车的发展，以及各国政策的引导，**氢燃料电池、加氢站**将迎来快速发展期。

根据各技术分支发展情况，绘制重点技术或主流技术的技术路线，具体分析如下。

#### 2.2.2.2.1 上游技术路线

##### (一) 石化燃料制氢

在国内，复合氧载体制氢工艺被赋予了新的名称-化学链制氢，自此，国内对化学链制氢技术的研究不断热化，在反应器改进、联合工艺等方面做出了一系列研究。

化学链制氢是最具有工业化前景的制氢技术，它是一种制氢兼顾二氧化碳捕集的新技术。其实化学链制氢技术来源非常早，1938 年，在公开号为 US2198560A

的专利中，KELLOGG 提出了一种生产氢气方法的改进，具体涉及一种使蒸汽与铁接触的方法，所述蒸汽与铁混合以形成悬浮液，所述蒸汽用作铁颗粒的载体。该方法考虑在足够高的温度下处理该蒸汽和铁的悬浮液或混合物，以由于铁颗粒的还原作用而分解蒸汽。在氧化阶段之后是分离阶段，其中从悬浮液中除去铁氧化物或氧化的铁颗粒，并以第二悬浮液的形式再充入还原气体，以在还原区中将氧化铁还原成金属铁。在铁的还原之后，金属材料再循环到氧化阶段，用过的还原气体作为燃料来加热供应到还原区的气态材料，如同蒸汽被引入到氧化阶段一样。

2004 年，在公开号为 US20050175533A1 的专利中，THOMAS THEODORE J 等人提供了以复合氧载体为载体的制氢工艺，该工艺通过两阶段工艺来满足该需要，在该方法中，含有合适金属氧化物的多孔复合颗粒既提供了发生氧化还原反应的大表面积，又提供了经受多次处理循环的能力。该方法提供了比现有技术方法更高的能量转换效率。

2010 年以后，国内对化学链制氢技术的研究不断热化，在反应器改进、联合工艺等方面做出了一系列研究。

2017 年，公开号为 US10988378B2 的专利中，清华大学提供了一种使用单塔填充床的化学链制氢的中试装置和制氢方法，通过该方法可以较大规模地实施化学链制氢技术，为氧载体的评价和技术难点的鉴定提供了条件。

现有技术中化学链反应器大部分为轴向移动床或流化床反应器，在反应中存在压降大，气体分布不均等问题，基于此，2017 年，中国石油化工提供了一种径向反应器，应用于化学链反应，能有效降低压降，解决气体分布问题，反应效率更高，还解决了气固分离问题。

在传统的化学链-蒸汽甲烷重整(CL-SMR)中，初始阶段的  $\text{CO}_2$  不仅降低了合成气的选择性，还导致了温室气体  $\text{CO}_2$  的排放。2020 年，西北大学研究了一种原位利用二氧化碳联产合成气和氢气的化学链耦合工艺，在公开号为 CN112744785A 的专利中，西北大学将化学链-蒸汽甲烷重整(CL-SMR)与化学链燃烧(CLC)和  $\text{CO}_2\text{-H}_2\text{O}$  共裂解相结合，不仅大大提高了燃料重整反应器中合成气的纯度，而且提高了合成气的总收率。

## (二) 电解水制氢

开发不依赖镍、铱、铂等贵金属的析氧催化剂，对氢能的开发具有重要的

### 意义和商业推广价值。

就目前的技术发展，电解水制氢的成本较高，这主要是因为阳极析氧反应动力学缓慢，过电位较大，电解水需要的电压远远高于水分解的热力学电势。通常需要贵金属材料作为催化剂，如二氧化铱、二氧化钌等。已报道的非贵金属析氧催化剂主要有过渡金属氧化物、硫化物、磷化物和硼化物等，然而大量贵金属的使用使得此类催化剂价格居高不下，很大程度上限制了此类催化剂的商业化应用，而且其催化性能有待于进一步提升。

因此，开发一种不依赖镍、铱、钌等贵金属的析氧催化剂，而且其制备方法简单、易于大规模生产，对氢能的开发具有重要的意义和商业推广价值。

2013年，在公开号为US20140342254A1的专利中，SUNPOWER TECHNOLOGIES公开了一种通过使用包括光催化封端的胶体纳米晶体(PCCN)和等离子体纳米颗粒的光活性材料来裂解水并产生氢气的系统。所述光活性材料可在太阳光和水的存在下使用以引发氧化还原反应，所述氧化还原反应可将水分解成氢和氧。

2017年，南昌大学在公开号为CN107570154A的专利中，公开了一种铁基制氢电催化剂及制备方法，2019年，中国科学院化学研究所提供一种适用于析氧反应(OER)高性能全铁基析氧催化剂，该催化剂用于电解水制氢的阳极析氧催化剂，可有效降低电解析氧反应的过电位。并且由于其为全铁基催化剂，不含有其他过渡金属，降低了催化剂的制造成本，而且催化性能优异，可以有效降低电解成本，是一种新型、廉价、高效的析氧催化剂。2020年，中南大学公开了一种 $\text{NF-NiFeO}_x(\text{OH})_y\text{-S}$ 电极及其制备和作为OER催化材料的应用，暨南大学在公开号为CN112575338A的专利公开了一种Fe基电解水析氧催化剂及其制备方法。

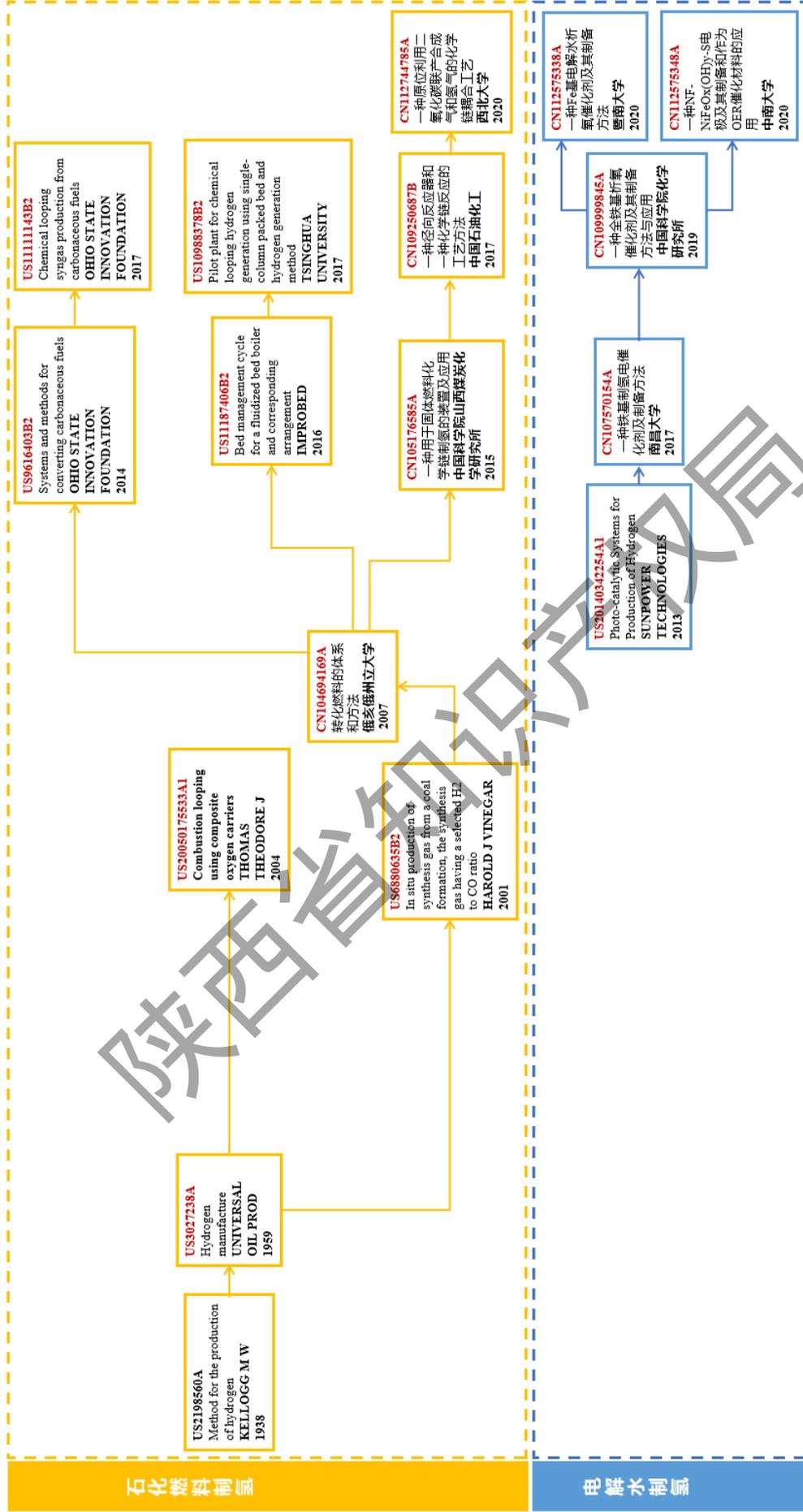


图 2-32 产业链上游技术路线图

## 2.2.2.2.2 中游技术路线

复合储氢是技术改进重点，碳基泡沫纳米复合储氢材料、金属-有机框架化合物等复合储氢材料成为高校的研究热点。

2006年，在公开号为W02007064942A1的专利中，华盛顿大学公开了包含碳基泡沫和固态储氢材料的复合材料，随后，同济大学、西南大学等高校纷纷展开了碳基泡沫材料的研究。

多孔配位聚合物的合成与性质研究是二十世纪九十年代后期发展起来的无机化学和材料化学中重要的研究领域之一。由于具有开放孔道结构的配位聚合物密度小，仅是传统金属氢化物的三分之一，采用多孔配位聚合物作为储氢介质可大大降低储氢器的重量。这一特点尤其符合氢燃料电池汽车的供氢系统要求。此外该类材料还具有比表面积大、孔洞体积大的特点，因此是一种新型高容量轻质储氢材料，近年来已成为一种新型的储氢方法。2010年，在公开号为CN102002061A的专利中，南开大学提供了一种多孔铜配位聚合物材料及其制备方法，本发明制备的多孔铜配位聚合物材料是在低温水热条件下得到的，工艺简单、收率高且具有很高的热稳定性。2020年，上海大学在公开号为CN111825849A的专利提供了一种含脲基的金属-有机框架化合物及其制备方法，该化合物具有混合键特征，化合物结构中不仅存在羧基与双核铜单元之间的配位键，还存在脲基团与阴离子之间的氢键，配位键和氢键对框架起到了共同的支撑作用，使化合物的结构得到了稳定，表现出微孔的特征，有望用于气体吸附领域。

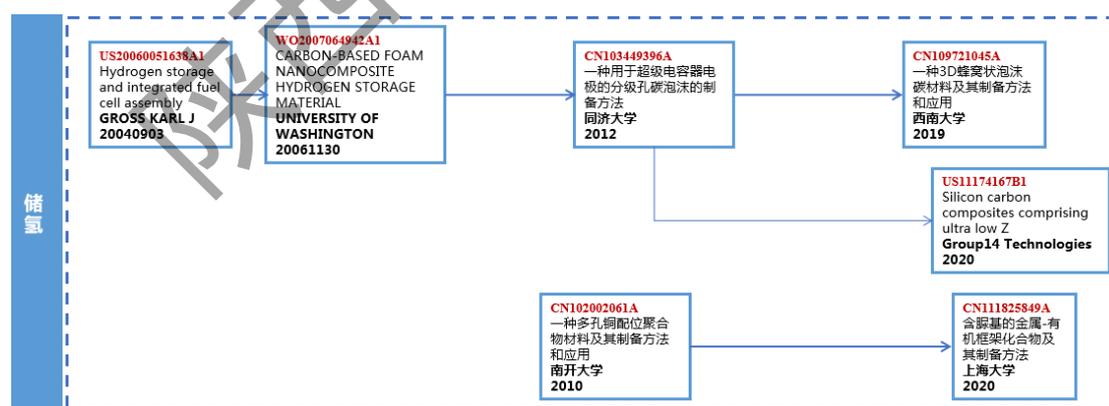


图 2-33 产业链中游技术路线图

## 2.2.2.2.3 下游技术路线

## (一) 加氢站

利用膨胀涡轮、压缩机或加氢罐双回路设计避免注氢时最高温度超过 85℃。

将氢气作为氢气汽车的燃料，从氢气站的氢气供应源充入氢气汽车的燃料箱，氢气的温度在设置于填充氢气的路径中的膨胀阀处升高。对于已经开始扩散的燃料电池车辆，由于燃料箱材料的温度限制和燃料电池本身的操作温度限制，在充氢期间的最高温度被限制在 85℃。

因此，在公开号为 W02012147340A1 的专利中，日本神户制钢所提供的一个具有往复压缩机的加氢站，能够冷却从往复压缩机供给到加氢罐的氢气，抑制加氢罐内部的温度上升。

2017 年，TOKICO SYSTEM 公开了一种涉及膨胀涡轮和压缩机型高压氢气充装系统及其控制方法，该充装系统应用于氢站，有利于降低充装部的温度。

2020 年，在公开号为 US11187382B2 的专利中，Air Liquide 公开了一种用于填充加压气罐的装置，特别是车用氢气罐，包括流体输送回路，该流体输送回路设置有用以连接到气源的上游端和用以连接到待填充的不同罐的至少两个平行下游端，该输送回路包括：温度调节部件，用于调节从源向下游端传送的气体的温度；气体温度调节构件位于输送回路中至少两个下游端的上游，这意味着气体温度调节构件对于至少两个下游端是共用的。

## （二）氢燃料电池

①Nafion 膜是质子交换膜研究的焦点，重点包括自增湿、超薄化、高柔软性、高离子传导率四个方面。

美国杜邦销售的全氟化磺酸官能化聚合物膜 (Nafion) 是目前最广泛使用的质子交换膜之一，该膜侧链含有磺酸基，具有耐热与耐化学腐蚀性能。富勒烯化合物带有酸性官能团如磺酸基团 (-SO<sub>3</sub>H)，具有高的质子传导率，但对热和/或化学分解的抵抗力差。2002 年，公开号为 US20030148161A1 的专利中，索尼公司公开了一种富勒烯基质子导体，包括通过至少部分氟化的间隔分子连接到富勒烯的质子传导官能团。以聚合物作为质子交换膜的电化学装置，由此该装置能够实现自增湿特性。

为了避免离子交换膜的干燥上升，需要两极适当的加湿，通过增加供给气体的水分来应对，但增加水分会导致离子交换膜/催化剂/反应气体共存的三相界面闭塞的“飞溅”，因此，为了使这种水管理变得容易，指出离子交换膜的薄膜化是有效的。

伴随着薄膜化，产生了离子交换膜的尺寸稳定性和强度不足等问题，因此，在制作与电极的接合体时，存在着向离子交换膜皱褶，产生针孔等电极接合体无法制作的问题。2001年，公开号为JP2002313365A的专利公开了一种高柔软性，高离子传导率，氢透过少的离子交换膜，具体为侧链上具有萘等磺酸基的氟树脂类高分子离子交换膜。

磺酸官能团的氟化聚合物物理性能和机械抗性更好，但为提高离子传导能力和亲水性，2012年，公开号为US9539568B2的专利公开了一种制备包含磺酸官能团的交联氟化聚合物的方法。

在质子传导膜领域，水通道的连接或体积的增加是改进质子传导性的研究的主要方向，为增加质子传导性的同时不增加体积，2020年，公开号为KR102272937B1的专利提供了物理改性聚电解质膜Nafion膜，包括离子传导膜和一维分散相。

### ②国内申请人对电堆控制的研究不断热化，重点涉及一致性与温度控制。

产生电堆不一致性主要有两方面的原因：1)膜电极的不一致性，在制造膜电极过程中，由工艺及材质均匀性问题导致的性能差异；2)流体分配的不一致性，由于极板加工过程及电堆组装过程引起流场的阻力降不同，导致进入各个单电池的反应物流量不一致，从而引起单电池的性能差异。单电池性能不一致将影响电堆性能的发挥，并减短使用寿命。2014年，中国科学院大连化学物理研究所提供一种简便的测试燃料电池内流体分配一致性的检测方法。2019年，针对燃料电池电堆温度分布一致性的问题，中国科学院大连化学物理研究所通过继电器调控各节双极板的平均产热功率，实现电堆温度的精细调控。

### ③乙醇、甘油等生物质原料代替烃类燃料，转变为富氢气体与氧反应，能够高效地产生电能。

将重整用烃类燃料转变为富氢的重整气体的重整器通过原料重整产生的富氢燃料和作为氧化剂的空气中的氧之间的反应，能够高效地产生电能。

但是，由于配置在重整部的重整催化剂被硫磺化合物毒害而导致性能劣化，因此重整用烃类燃料中的硫磺化合物在导入重整部之前必须去除，2003年，公开号为JP2004228016A的专利为了去除硫磺化合物，在连接置于脱硫器上的氢制造装置的PEFC系统中依次配置了脱硫器。2012年，W02012164897A1的专利中，

PANASONIC 提供了一种氢生成装置及其操作方法以及燃料系统，其能够使未被转化为硫化氢的硫磺化合物吸附在氢化脱硫催化剂上，从而硫磺化合物的含量比以往更低。

2013 年，基于专利 W02012164897A1，加氢脱硫系统可以被配置为使得即使在长时间操作的情况下不必更换脱硫剂。但是，在将含有硫化合物的原料供给到加氢脱硫催化剂之前，需要将原料与氢气混合，并且需要将加氢脱硫催化剂加热到约 300℃。为了避免在这段时间内重整催化剂的硫中毒，公开号为 EP2813466A1 的专利提出一种方法：使重整器中产生的含氢气体的一部分流过冷凝器，以从含氢气体中除去蒸汽，然后使含氢气体与设置在增压器上游的原料供应通道汇合。

2020 年，在公开号为 W02020245794A1 的专利中，申请人通过蒸汽重整初始可再生原料生产氢气，并基于原料类型改进氢的操作条件（特别是氢分压）和特定设备（特别是喷射器而不是传统压缩机）。

### （三）氢制化学品

**（1）联产工艺中是提高经济性的有效手段，电解水制氢与联产工艺的结合成为技术发展的新趋势。**

开发和构建用于甲醇和氨的工业生产的分开的方法以及一次制造这些产品之一是广泛的实践。然而，从经济的观点看，在单一工艺步骤中制造甲醇以及氨是有利的，因为与每种产品的单独工艺步骤相比，成本显著降低。不仅用于实施该制造方法，而且已经通过较少购买制造工厂所需的设备场地来降低成本。

2005 年，公开号为 US20070299144A1 的专利提供了从天然气同时生成甲醇和氨的联产方法。2012 年，HALDOR 公开了一种从烃进料联产甲醇和尿素的方法。甲醇和尿素产品从烃类化合物中的分离，通过一次和二次重整，中间甲醇和氨的生成以及在一次过程中将氨转化为脲产物来获得原料，该过程显著减少了二氧化碳的产生量。同年，赫多特普索化工研究了甲醇和脲的联合生产工艺，一种具有基于甲醇-氨联产工艺的专用甲醛生产单元的集成脲-甲醛工艺，与常规工艺相比，该工艺提高了氨生产率并且不降低尿素生产，因此有助于提高效率。

2018 年，在公开为 US11124424B2 的专利中，HALDOR 基于电解水制备氢和氧，分离空气以制备氮和氧。将来自电解和空气分离的氧用于通过烃原料的自热蒸汽重整制备甲醇合成气，来自空气分离的氮和电解的氢结合合成氨。

## (2) 在国内，多相原料的组合加氢方法受到重视。

2002年，FLUOR公司涉及加氢反应器与加氢分离器的集成，将加氢分离器与两个加氢反应器连接，该集成结构可以显著降低成本，减少催化剂用量。

2010年，中国石油化工公开了一种加氢组合工艺，加氢组合工艺充分利用中高压加氢装置的低压分离器低分气的压力和其中的氢气，将其作为低压加氢装置的氢气，使低分气的压力和氢气得到利用。

2011年，HASAN DIND提供一种加氢处理单元，该加氢处理单元将液相（两相）加氢处理与三相加氢处理相结合，其中第一两相加氢处理区包括液体循环和至少两个催化剂床层，三相加氢处理区包括设置在滴流床反应器中的单液程催化剂床，该单元有利于降低反应器体积，降低成本。

2017年，中国石油化工在公开号为CN109777492B的专利中提供了一种能够同时加氢处理炼厂气和生产加氢渣油的方法。在不影响渣油产品质量的前提下提高氢气的利用效率并有效解决了炼厂气加氢处理过程中的温升问题，总体减少设备投资和降低操作能耗。

(3) 临氢设备的核心技术主要源于国外，近年来国内重视临氢设备的改进，主要包括浆态床加氢反应器、上流式加氢反应器。其中，浆态床加氢反应器的改进以北京中科诚毅为代表，企业重点加强多点温度控制设计，上流式加氢反应器的改进以中国石油化工为代表，企业重点加强催化剂均匀控制。

浆态床加氢工艺可以有效利用重质油资源和煤炭资源，脱除原料中的硫、氮和重金属等杂质，同时提高轻油的收率和质量，在对传统的炼制技术带来挑战的同时，由于其价格较低，进而提高加工企业的经济效益，因此浆态床加工工艺成为了近年来石化行业的研究热点。浆态床加氢反应器是该工艺的核心设备，关系到整个装置运行的成功与否。

2015年，在公开号为CN105273747A的专利中，北京中科诚毅公开了一种浆态床加氢反应器的控温措施及其设计方法，通过三个层次实现对温度和压力的管控，处理反应器超温超压工况，该设计自动化程度高，提高了反应器和生产的安全性。2018年，CATECH发明提供了一套加氢反应系统超温、超压等紧急处理措施，在分离器后尤其是冷高分后设置泄压点，通过设计泄压速率和步骤的新思路，使得反应器和高压分离器等高压设备能够在泄压过程更加平稳。

上流式反应器应用较为广泛，如固定床上流式加氢反应器、馏分油液相加氢反应器、悬浮床加氢反应器及沸腾床加氢反应器等。无论哪种上流式反应器，均需使物流在反应器入口处与催化剂床层接触时达到均匀分配，为物流在后续整个催化剂床层的流动提供一个初始均匀分配。基于此，2015年，中国石油化工设计了一种上流式分配器和上流式反应器，在上流式分配器的壳体上设置一分配孔，流体能够通过分配孔从上流式分配器的壳体向外发散地流出，从而使得流体通过上流式分配器后能够均匀地分配，并且能够在分配流体过程中使得混合流体中的气体和液体更加均匀地混合。2018年，中国石油化工在上流式加氢反应器中设置了多层浮动式供氢滤尘层，与传统的上流式反应器相比，由于浮动式供氢滤尘层是将催化剂床层间供氢和过滤粉尘进行巧妙结合，能够有效控制加氢反应程度、提高反应效率和反应均匀性的同时，大幅度抑制了反应过程中催化剂颗粒之间的磨损。

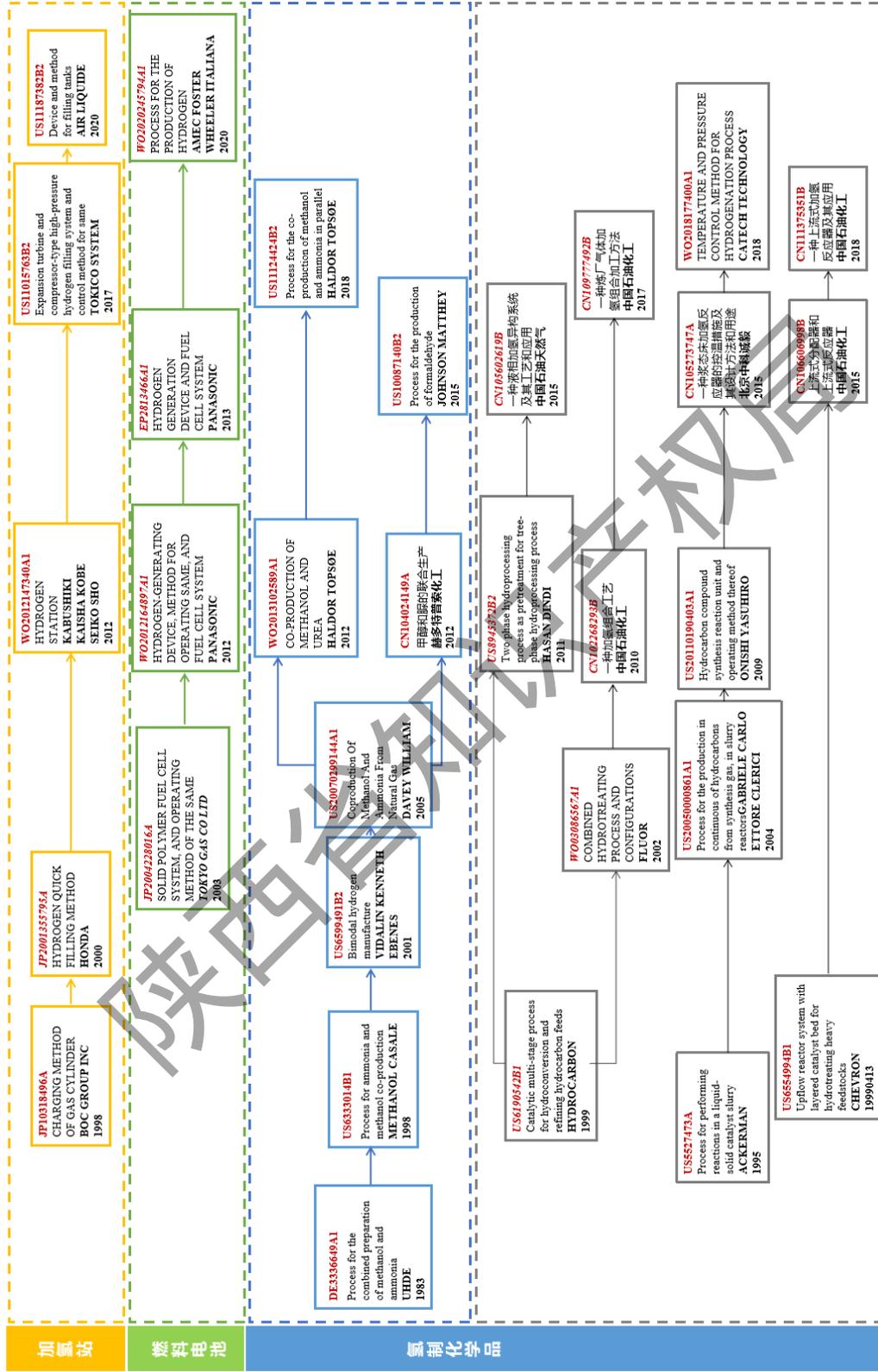


图 2-34 产业链下游技术路线

## 2.2.3 企业链

### 2.2.3.1 重要创新主体技术实力

#### 2.2.3.1.1 全球

##### (一) 上游

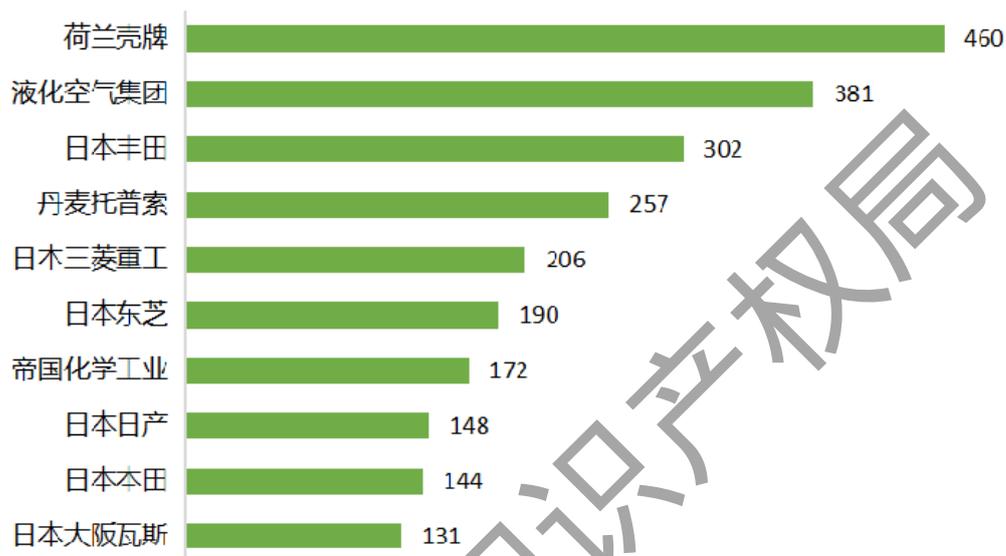


图 2-35 产业链上游申请人前十排名

产业链上游申请人前十排名如图 2-35 所示，其中包括壳牌（SHELL）、液化空气集团（AIR LIQUIDE）、丰田（TOYOTA MOTOR）、托普索（HALDOR TOPSOE）、三菱重工（MITSUBISHI HEAVY）、东芝（TOSHIBA）、帝国化学工业有限公司（ICI LTD）、日产（NISSAN MOTOR）、本田（HONDA MOTOR）和大阪瓦斯株式会社（OSAKA GAS），其中 6 家企业来自日本、其余 4 家企业分别来自荷兰企业、法国、丹麦和英国。

分析产业链上游主要申请人的竞争实力，结果如图 2-36，上游主要申请人中，液化空气集团处于领导者地位，日本丰田、荷兰壳牌、日本本田和日本东芝处于挑战者地位，其余申请人均处于加入者地位。以下，选取壳牌（SHELL）、液化空气集团（AIR LIQUIDE）和日本丰田（TOYOTA MOTOR）作为上游重要申请人，进行具体分析。

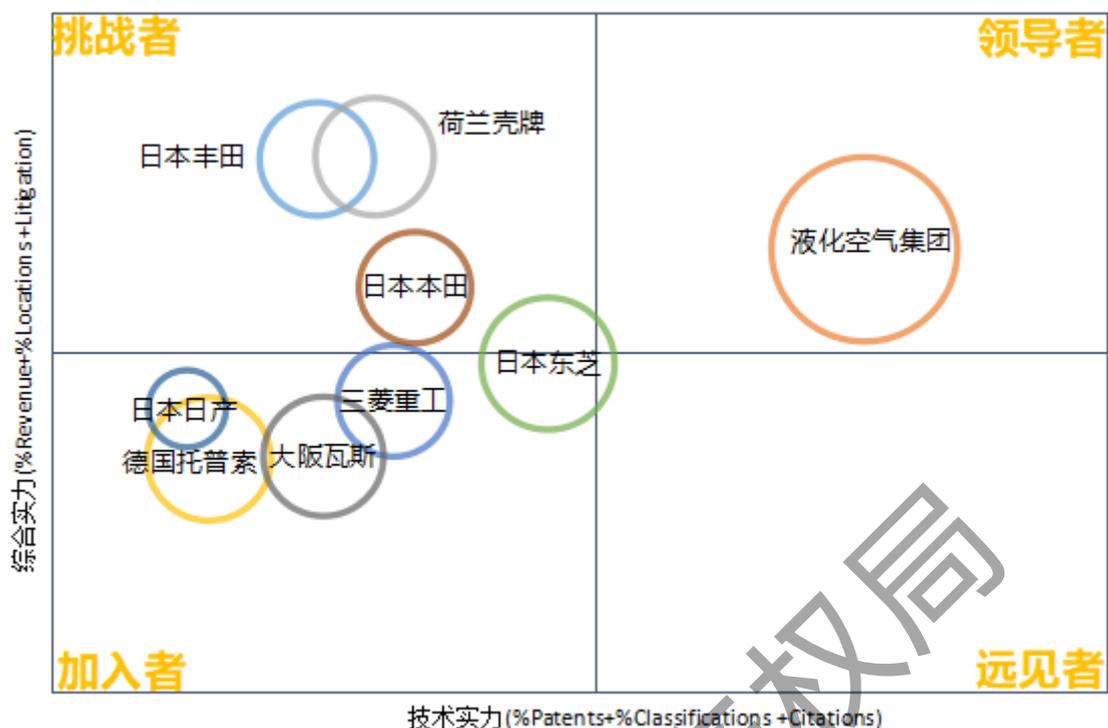


图 2-36 产业链上游主要申请人竞争实力对比

(1) 壳牌 (SHELL)

壳牌在上游的技术分支占比如图 2-37 所示，其在石化燃料制氢技术领域的专利占比高达 95%，可再生能源制氢、工业副产氢占比分别为 4%、1%。

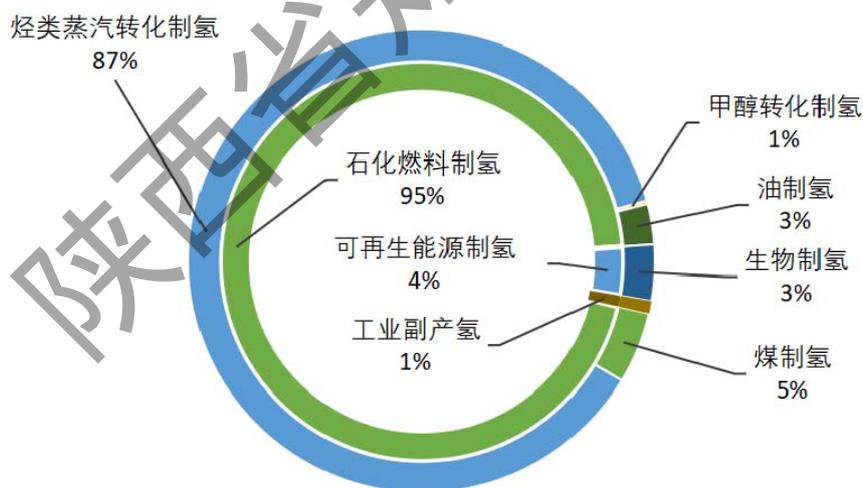


图 2-37 壳牌上游技术分支占比

石化燃料制氢中，烃类蒸汽转化制氢比例高达 87%，煤制氢、油制氢和甲醇转化制氢分别占比 5%、3%和 1%。可再生能源制氢技术，仅布局生物制氢技术。

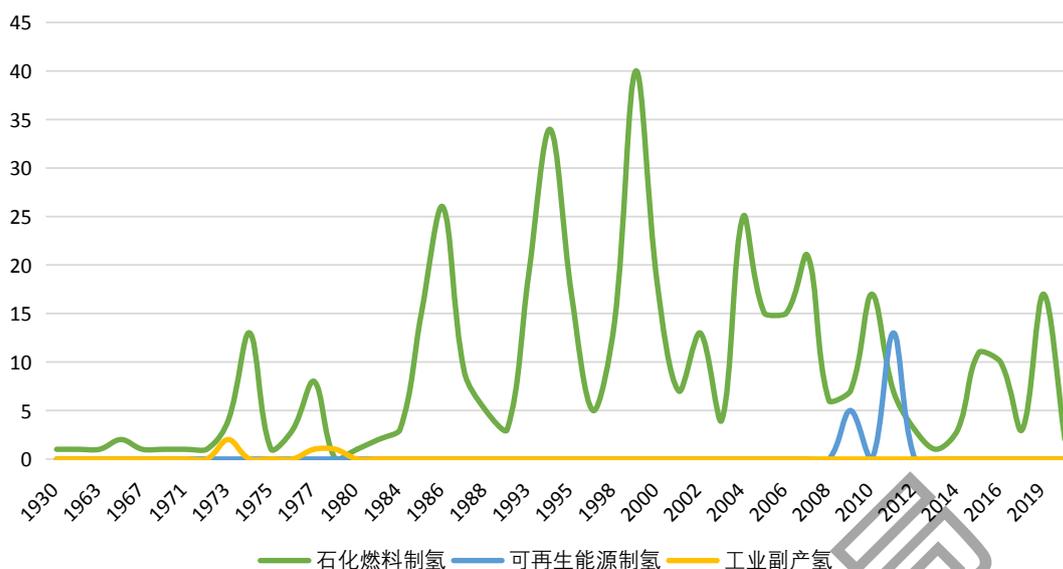


图 2-38 壳牌上游二级技术分支申请趋势

通过对壳牌上游二级技术分支进行分析,其专利申请的布局一直集中在石化燃料制氢技术领域,在 2000 年达到高峰,随后专利数量逐渐下降。工业副产氢和可再生能源制氢的专利申请量少,且仅发生在特定的阶段,工业副产氢仅在 1980 年前进行了少量的专利申请,而可再生能源制氢仅在 2008 年-2012 年间申请了少量专利。

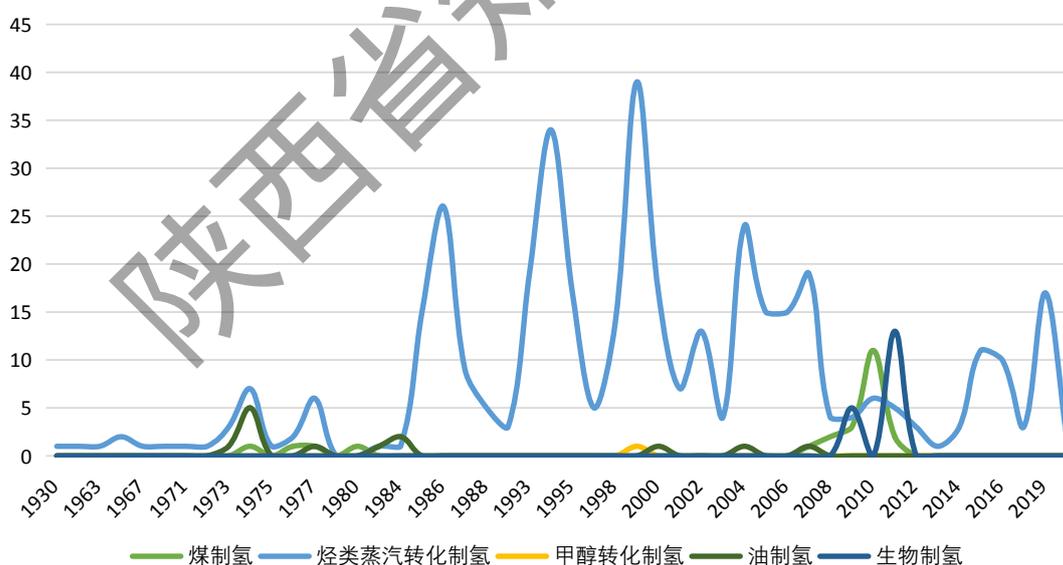


图 2-39 壳牌上游三级技术分支申请趋势

壳牌上游三级技术分支申请趋势如图 2-39 所示,其申请趋势呈波动变化,在石化燃料制氢中,烃类蒸汽转化制氢技术是企业的优势技术,但是近 20 年研发动力不足,专利申请趋势总体下降明显。可再生能源制氢中,生物制氢技术仅

在 2010 年前后申请专利。

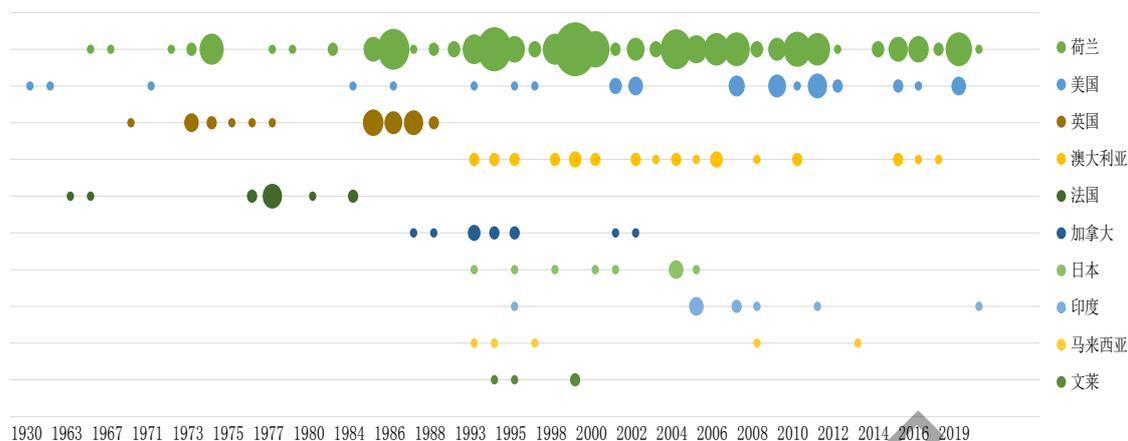


图 2-40 壳牌上游专利申请地域分布

壳牌上游专利申请地域分布如图 2-40 所示，2000 年前企业热衷于开展广泛的专利布局，在荷兰、美国、英国、澳大利亚、法国、加拿大、日本和文莱均进行专利申请。2000 年之后，企业放弃了英国、法国、文莱等地的市场，仅在荷兰、美国、澳大利亚等国进行布局，并加强了在印度的专利布局。

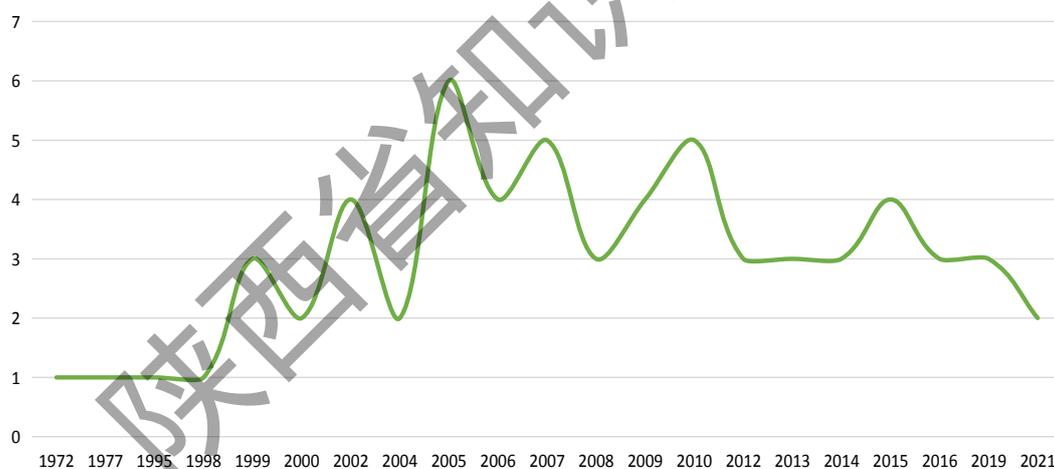


图 2-41 壳牌上游协同创新趋势

壳牌上游协同创新专利申请趋势如图 2-41 所示，协同创新时间早，数量不多，但能够持续开展，在 2005 年达到顶峰后趋于平缓。

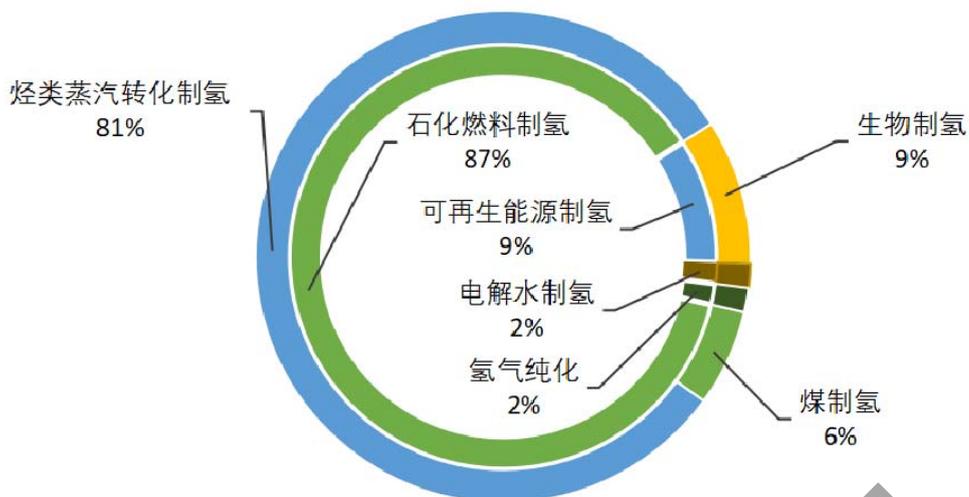


图 2-42 壳牌上游合作专利申请技术分支占比

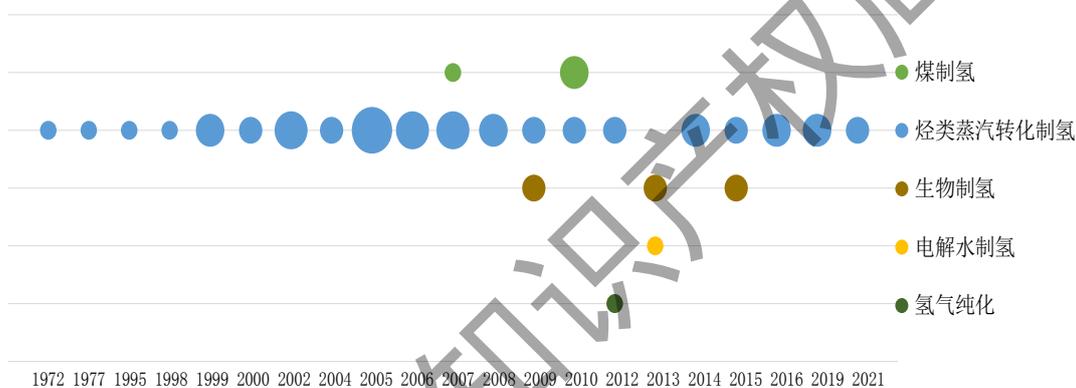


图 2-43 壳牌上游合作申请专利技术分支变化趋势

壳牌上游合作申请专利技术分支占比及趋势分别如图 2-42、2-43 所示，主要为石化燃料制氢技术领域，达到 87%；其次在可再生能源制氢、电解水制氢和氢气纯化等技术领域分别占比 9%、2%、2%。石化燃料制氢中，烃类蒸汽转化制氢高达 81%，煤制氢和生物制氢分别占比 6%、9%、3%和 1%。由此可知，石化燃料制氢一直是企业重点开展合作的方向。

## (2) 液化空气集团 (AIR LIQUIDE)

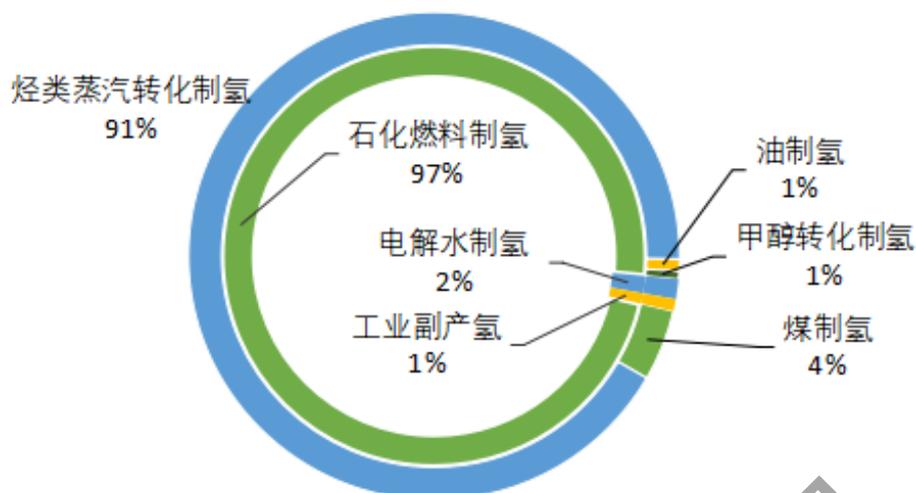


图 2-44 液化空气集团上游技术分支占比

液化空气集团 (AIR LIQUIDE) 上游技术分支占比如图 2-44 所示。其中，石化燃料制氢占比高达 97%，电解水制氢占比 2%，工业副产氢占比 1%；石化燃料制氢技术中，烃类蒸汽转化制氢技术占比高达 91%，煤制氢、油制氢和甲醇转化制氢分别占比 4%、1%和 1%。

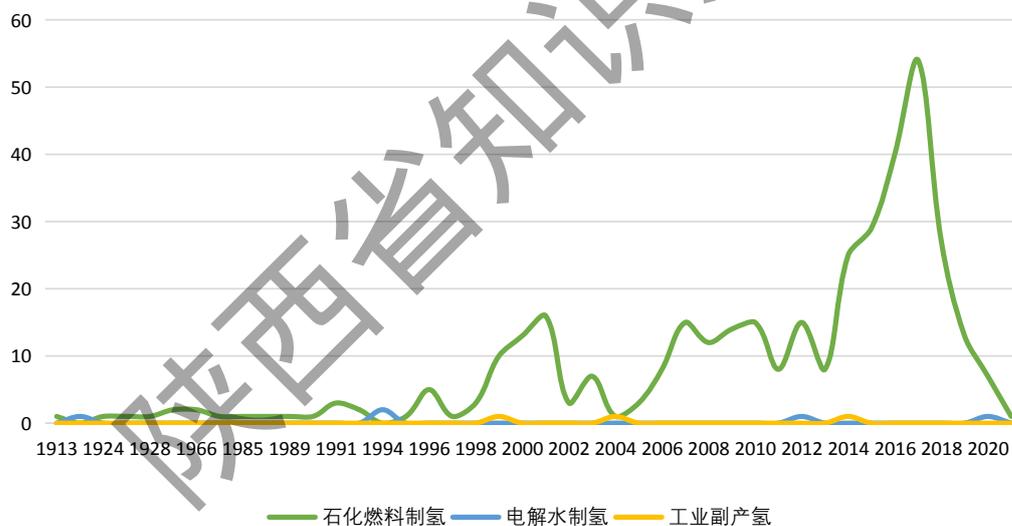


图 2-45 液化空气集团上游二级技术分支申请趋势

通过对液化空气集团上游二级技术分支进行分析，如图 2-45 所示。其专利申请的布局一直集中在石化燃料制氢技术领域。与壳牌不同的是，液化空气集团在 2014 年后加强对该技术领域的布局，申请量不断正增长，在 2018 年进入高峰期。工业副产氢和电解水制氢技术虽有布局，但并非是企业关注的重点。

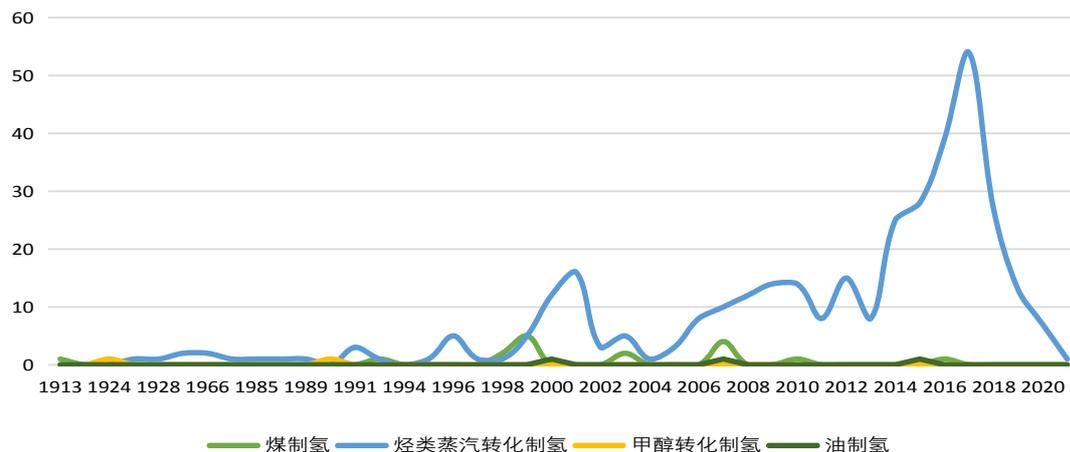


图 2-46 液化空气集团上游三级技术分支申请趋势

液化空气集团上游三级技术分支申请趋势如图 2-46 所示，烃类蒸汽转化制氢是企业重点关注的技术，煤制氢、油制氢技术仅进行少量的专利布局。

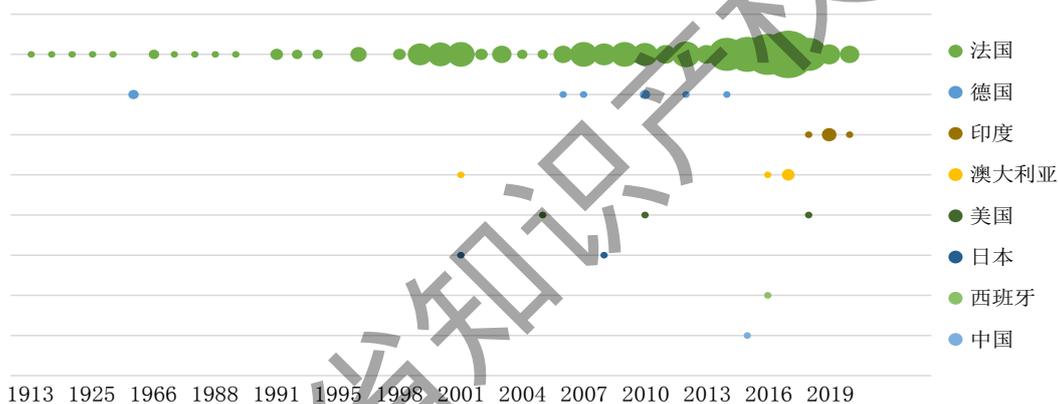


图 2-47 液化空气集团上游专利申请地域分布

如图 2-47 所示，液化空气集团专利主要在本国进行专利布局，在此之外，企业在德国、印度、澳大利亚、美国、日本、西班牙和中国进行了少量的专利布局，但是在近 20 年来，企业放弃了对日本的布局，加强了对中国、西班牙和澳大利亚、印度的专利布局。

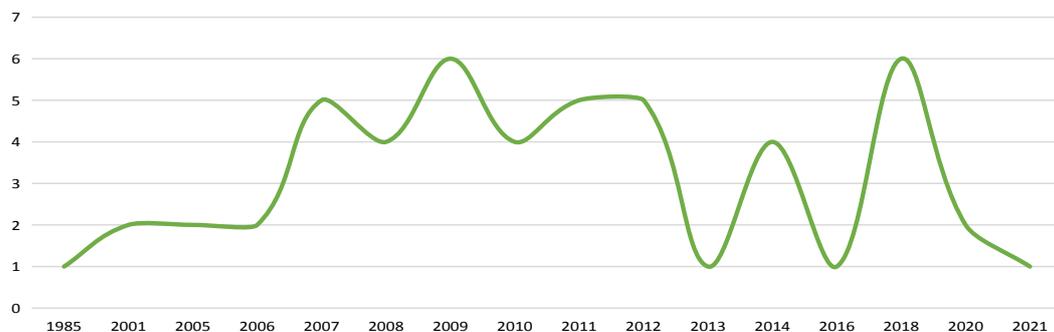


图 2-48 液化空气集团上游专利协同创新趋势

液化空气集团上游专利合作申请趋势如图 2-48 所示，从 1985 年开始，企业持续开展合作研发，在 2001 年后合作研发活动较为频繁。石化燃料制氢是合作的重点，其占比高达 94%，电解水制氢占比为 6%。石化燃料制氢中，烃类蒸汽转化制氢高达 90%，煤制氢和甲醇转化制氢分别占比 2%。液化空气集团合作申请专利各技术分支占比及趋势分别如图 2-49、2-50 所示，烃类蒸汽转化制氢是企业合作的重点技术领域，但 2020 年后，企业开始重视电解水制氢方向的技术合作。

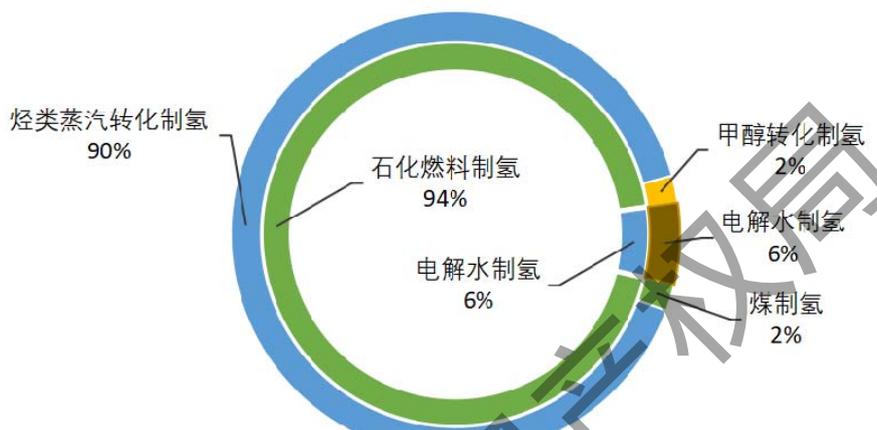


图 2-49 液化空气集团上游合作专利申请技术分支占比

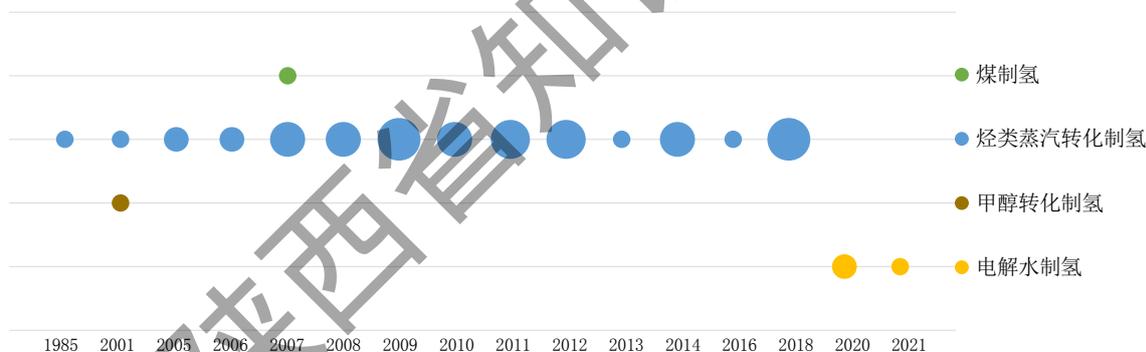


图 2-50 液化空气集团上游合作专利申请技术分支变化趋势

### (3) 丰田 (TOYOTA MOTOR)

丰田上游技术分支占比如图 2-51 所示，其中石化燃料制氢占比高达 80%，电解水制氢占比 12%，可再生能源制氢占比 8%；石化燃料制氢中，烃类蒸汽转化制氢高达 75%，煤制氢、油制氢和甲醇转化制氢分别占比 2%、2%和 1%。

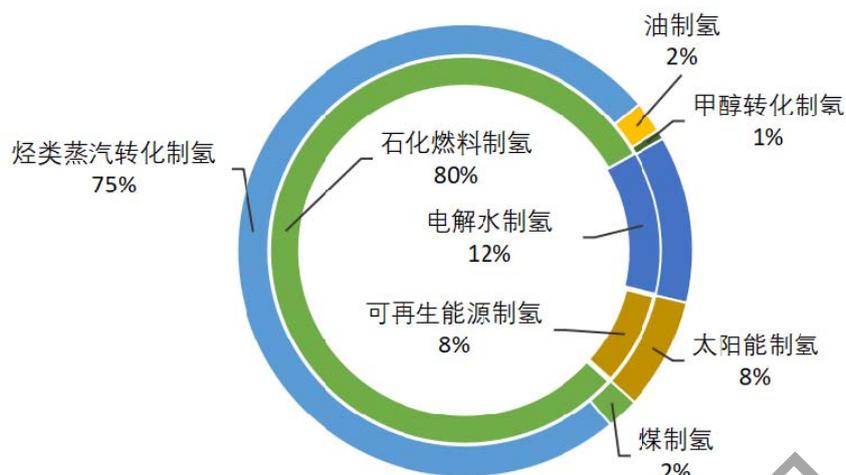


图 2-51 丰田上游技术分支占比

通过对丰田上游二级技术分支进行分析，如图 2-52 所示。其专利申请的布局主要以石化燃料制氢技术为主，并在 2000 年前后进行了大量的技术布局。但是随着时间点的变化，企业研发方向进行了调整，近十余年主要关注的是电解水制氢技术和可再生能源制氢技术。

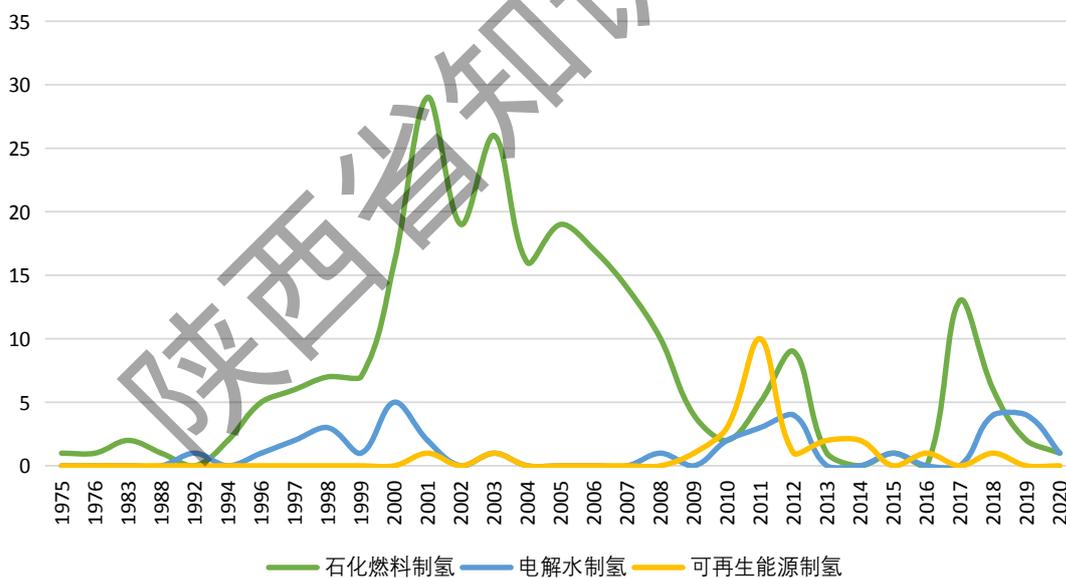


图 2-52 丰田上游二级技术分支申请趋势

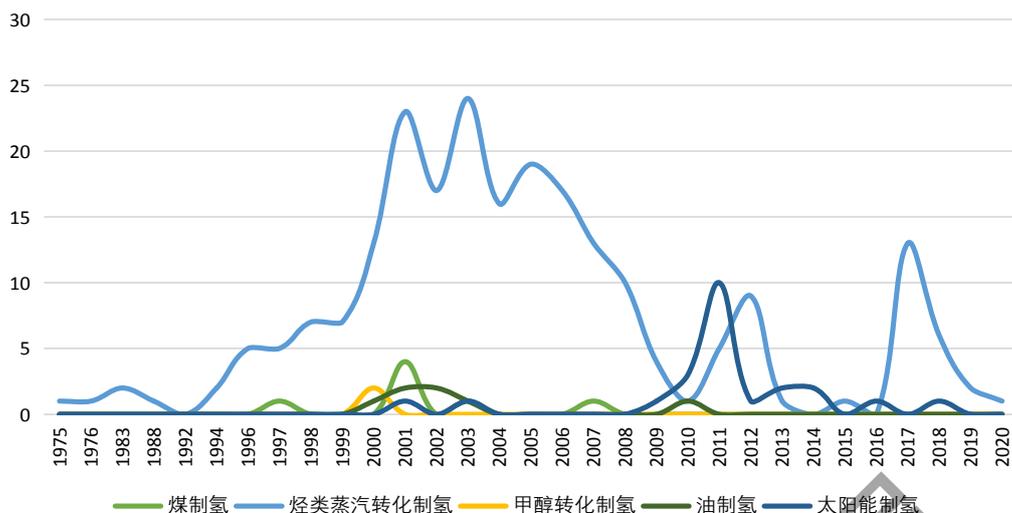


图 2-53 丰田上游三级技术分支申请趋势

丰田上游三级技术分支申请趋势如图 2-53 所示,在石化燃料制氢技术领域,2000 年前后主要采用烃类蒸汽转化制氢技术,且该技术一直延续至今。但是在 2009 年左右,太阳能制氢技术成为企业研发的新热点。

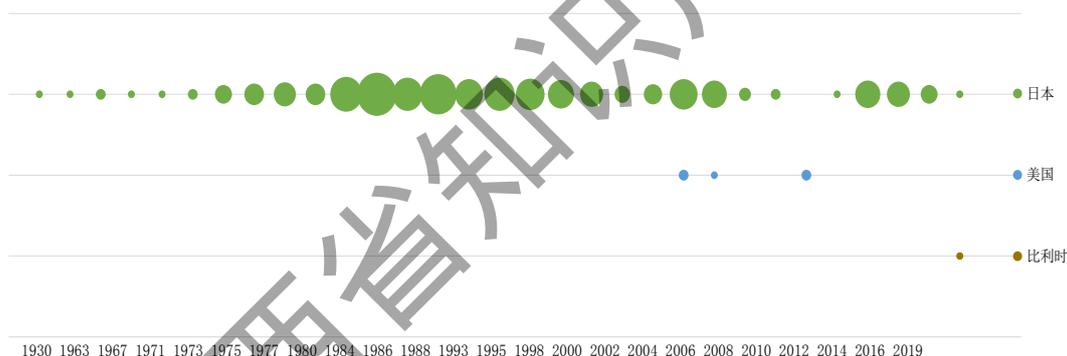


图 2-54 丰田上游专利申请地域分布

丰田上游专利申请地域分布变化如图 2-54 所示,企业的专利布局以本国为主,除此之外,企业在美国与比利时进行了少量的专利布局。

丰田合作申请专利的变化趋势如图 2-55 所示,于 1976 年开始,1999 年以及以后专利合作的数量快速增长,并于 2006 年达到合作申请的峰值,随后合作申请的专利降幅明显,但 2009 年后合作申请量又有所增加。但近年间专利合作发生较少,整体呈现波动变化。



图 2-55 丰田上游专利协同创新趋势

丰田合作申请专利技术分支占比如图 2-56 所示，丰田合作申请专利中，重点方向在石化燃料制氢，其占比高达 87%，可再生能源制氢和电解水制氢分别占比 5%和 8%。石化燃料制氢中，烃类蒸汽转化制氢高达 84%，煤制氢和油制氢分别占比 2%和 1%。因此石化燃料制氢是企业重点开展合作的方向。

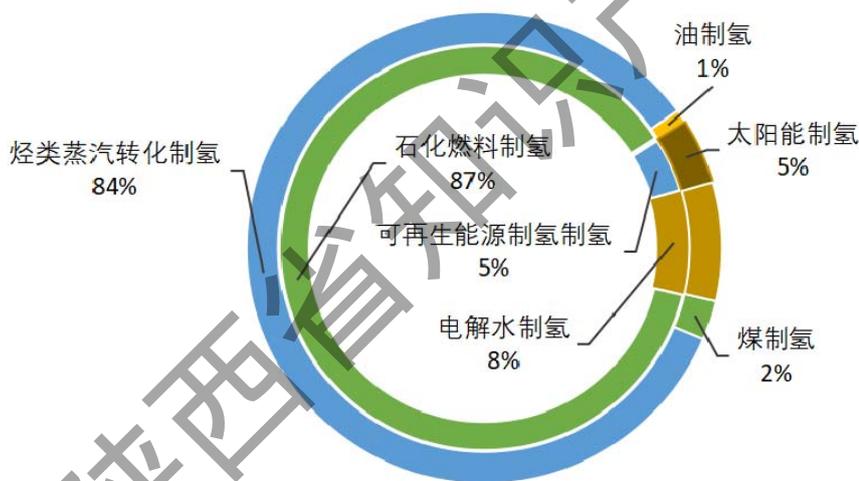


图 2-56 丰田上游合作专利申请技术分支占比

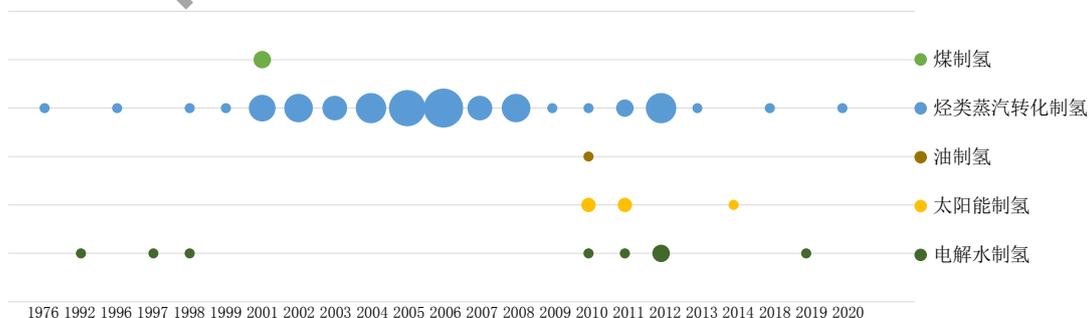


图 2-57 丰田上游合作专利申请技术分支变化趋势

丰田合作申请专利各技术分支趋势如图 2-57 所示，其中烃类蒸汽转化制氢是合作申请的重点，除此之外，近年来，企业在电解水制氢、太阳能制氢领域的

合作研发，由此可以看出，企业在通过合作研发保持技术优势的同时，也在通过合作扩展企业在绿色制氢方面的技术突破。

## （二）中游

分析产业链中游主要申请人，筛选拥有市场控制力的主要申请人，对排名靠前的主要申请人进一步分析。

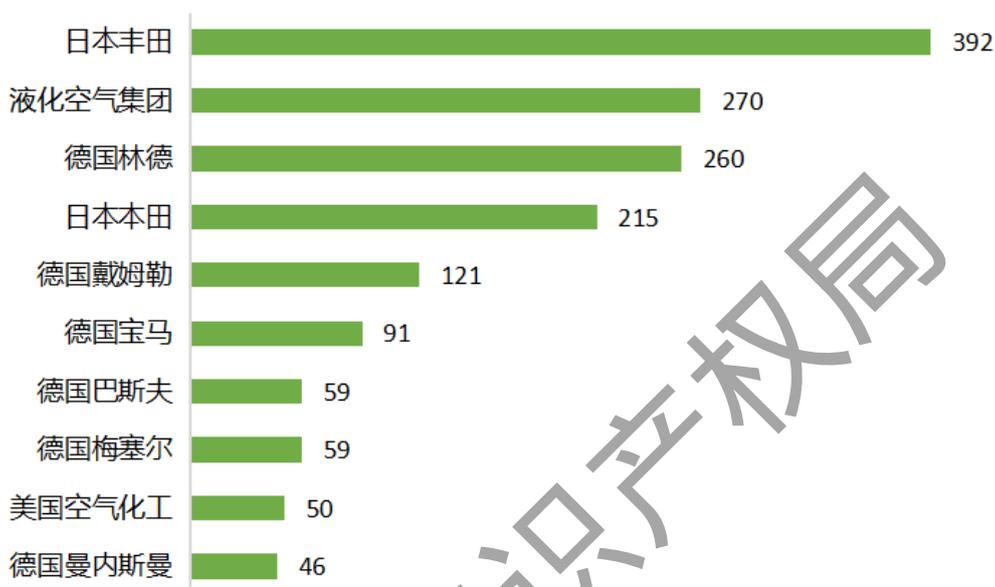


图 2-58 产业链中游申请人前十排名

如图 2-58 所示，对全球氢能产业中游的申请人进行统计，排名前十的申请人分别为日本丰田（TOYOTA MOTOR）、法国液化空气集团（AIR LIQUIDE）、德国林德（LINDE）、日本本田（HONDA MOTOR）、德国戴姆勒（DAIMLER）、德国宝马（BAYERISCHE MOTOREN WERKE）、德国巴斯夫（BASF）、德国梅塞尔（MESSER GRIESHEIM）、美国空气化工产品（AIR PRODUCTS AND CHEMICALS）以及德国曼内斯曼（MANNESMANN）。中游排名前十的申请人均为企业申请人，其中德国 6 位、日本 2 位、法国和美国各 1 位。丰田公司的申请量将近 400 件，具备较强的技术实力。

同时从企业所属技术领域来看，汽车制造企业在对产业中游具有较强技术影响力。其原因在于，储运氢是与下游燃料电池汽车息息相关的环节，加强储运氢环节的技术研发，是完善汽车制造企业产业链的重点工作之一。

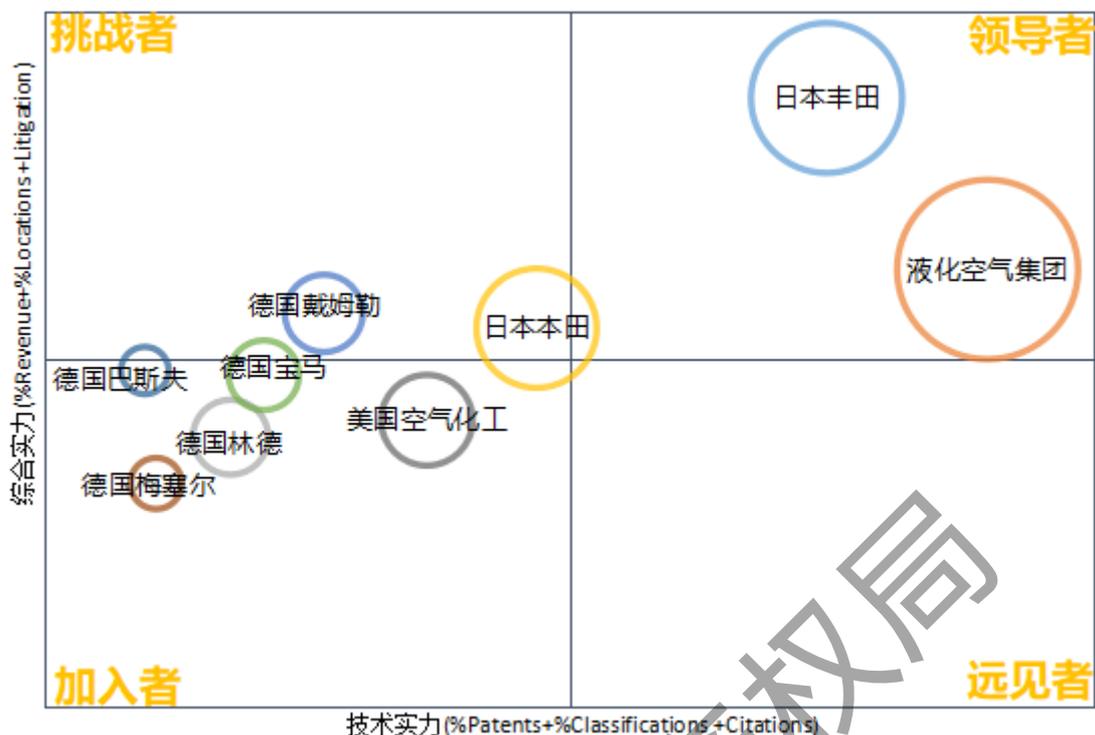


图 2-59 产业链中游申请人竞争实力

对全球氢能产业中游主要申请人技术实力和综合实力进行分析，如图 2-59 所示，日本丰田和法国液化空气集团处于领导者地位，技术实力和综合实力均最强，日本本田、德国戴姆勒处于挑战者地位，综合实力较为突出，其余申请人均为加入者。根据申请人竞争实力，结合专利排名，从发展趋势、专利布局、协同创新等角度对日本丰田、法国液化空气集团和德国林德进行进一步的深度分析。

(1) 丰田 (TOYOTA MOTOR)

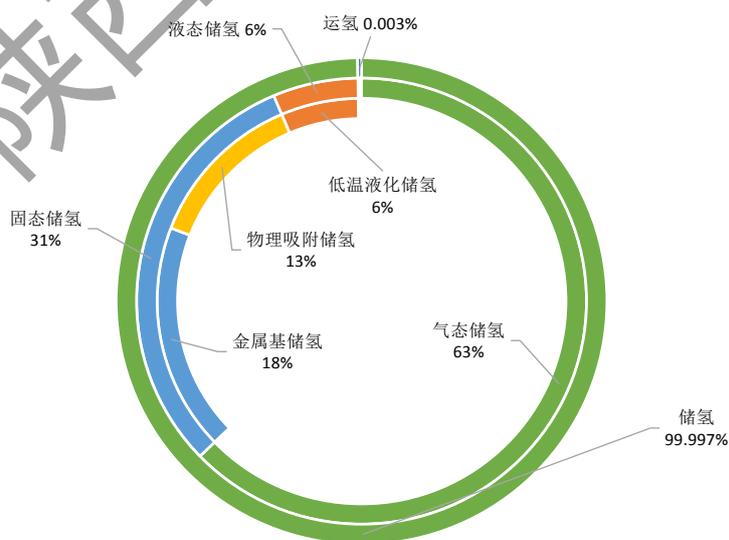


图 2-60 丰田中游技术分支占比

如图 2-60 所示，丰田中游的专利技术几乎全部集中在储氢领域，其中，气

态储氢技术占 63%，固态储氢技术占 31%，液态储氢技术占 6%。液态储氢技术全部聚焦在低温液化储氢技术。固态储氢技术中金属基储氢、物理吸附储氢占比分别为 18%、13%。

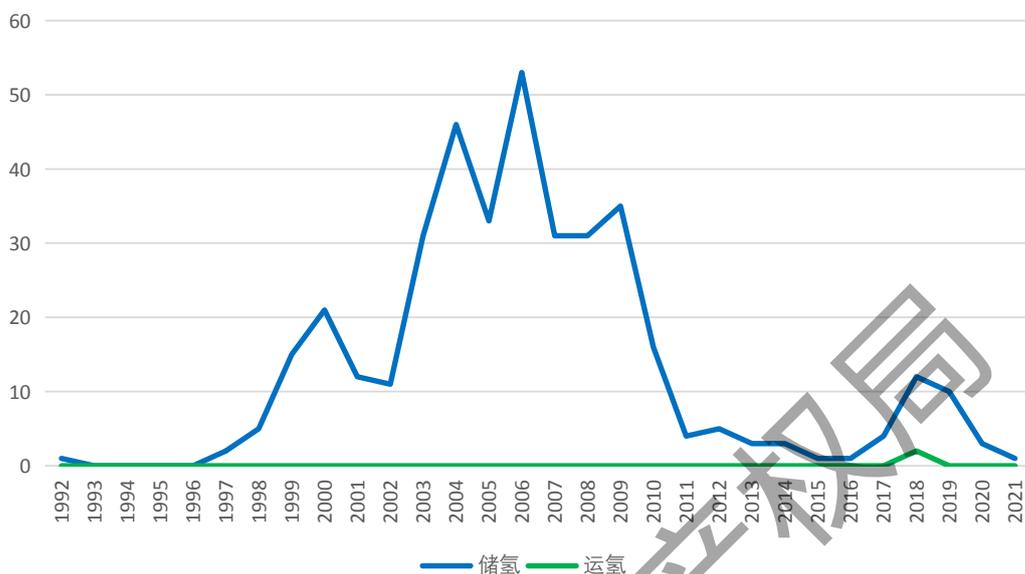


图 2-61 丰田中游二级技术分支专利申请趋势

对丰田中游二级技术分支专利申请趋势申请量进行分析，如图 2-61 所示，储氢是中游的重点，其申请趋势代表中游的专利变化趋势，其专利申请从 1996 年开始快速增长，2006 年专利申请量最多，但随后快速下降，2015 年专利申请量低至 1 件，近年来，企业又开始在该领域布局专利，但专利数量较少。

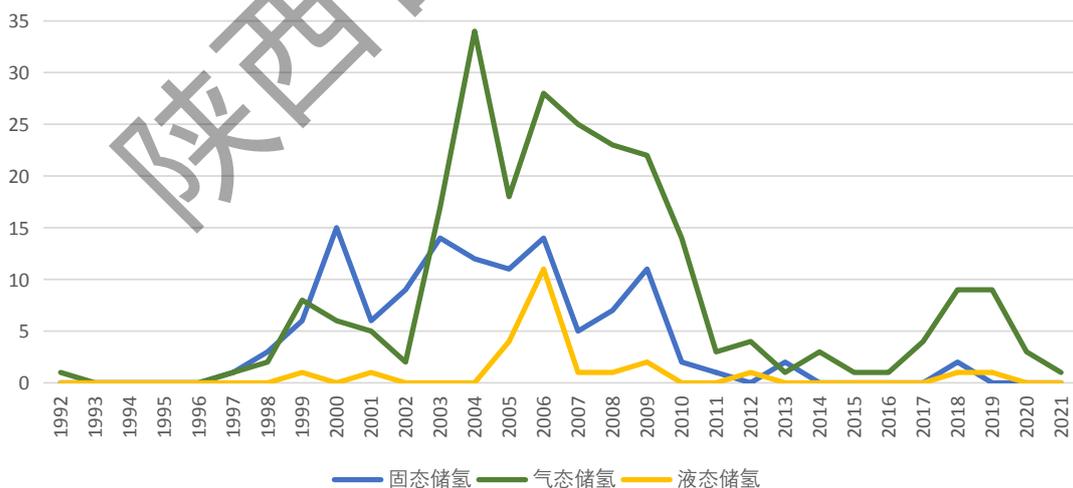


图 2-62 丰田中游三级技术分支专利申请趋势

对丰田中游三级技术分支专利申请趋势申请量进行分析，如图 2-62 所示，气态储氢领域的专利申请于 1996 年开始迅速增长，2004 年达到增长峰值，该年

专利申请量 34 件，随后一段时间，2004-2009 年企业专利申请量较为平稳，但 2010 年后专利申请量快速下降，但近年来，专利申请量有小幅增长。固态储氢与气态储氢发展时期相近，但专利量有较大差异。除此之外，企业在液态储氢也进行了专利布局，但其布局集中在 2005-2007 年间，近年来在该领域的专利申请量非常少。

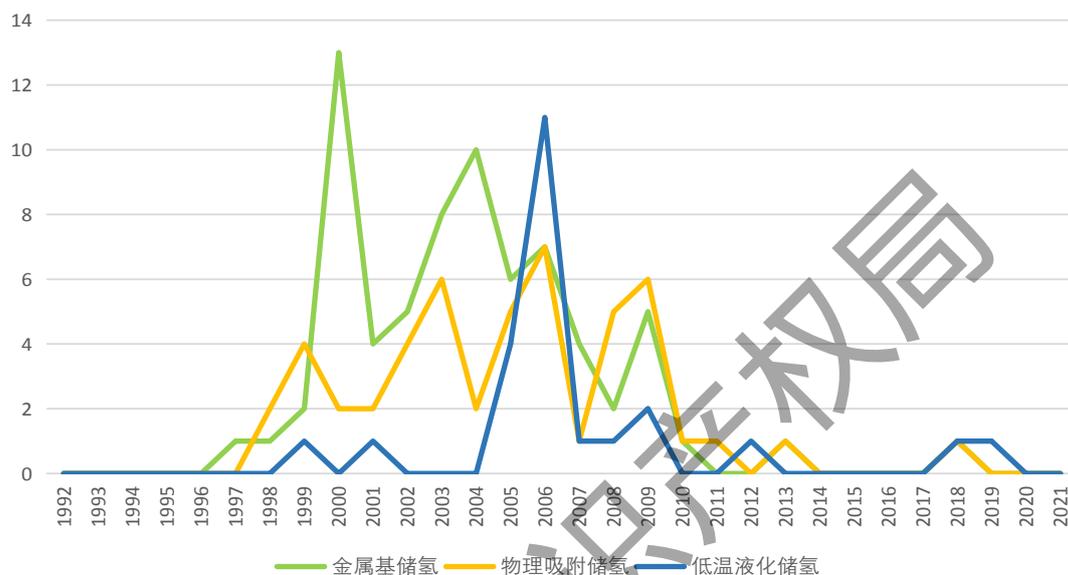


图 2-63 丰田中游四级技术分支专利申请趋势

如图 2-63 所示，金属基储氢、物理吸附储氢专利申请趋势相似，1997 年逐渐增长，1999 年-2009 年年均专利申请量维持在 5-8 件，2010 年后专利申请量逐渐下降。低温液化储氢的专利申请主要集中在 2004-2007 年间。

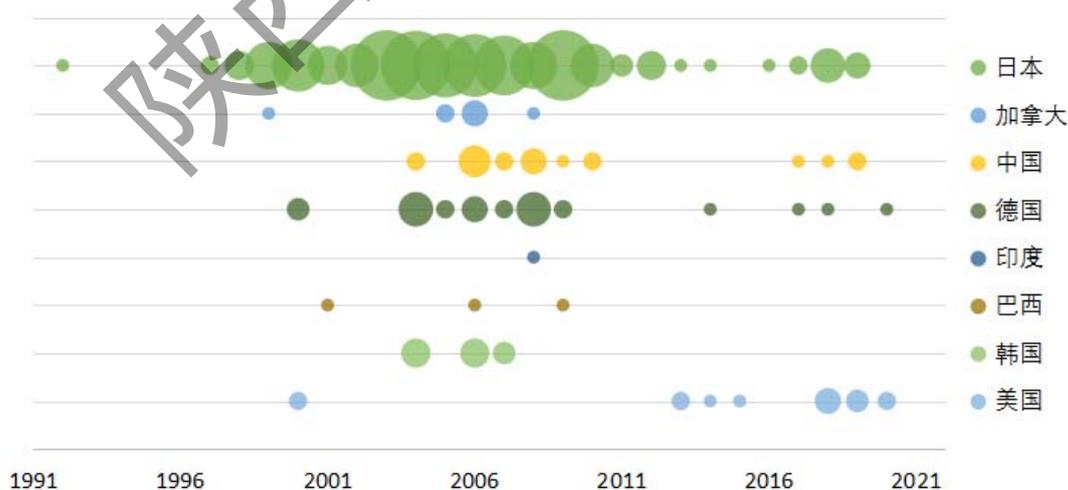


图 2-64 丰田中游专利申请地域布局趋势

如图 2-64 所示，丰田专利申请主要集中在日本本土，占比约为 74%。此外，

在德国、中国、美国进行了持续的专利布局，德国占 9%、中国 6%。但是在 2007 年左右放弃了加拿大、印度、巴西和韩国的布局，加强了在美国和中国的专利布局。

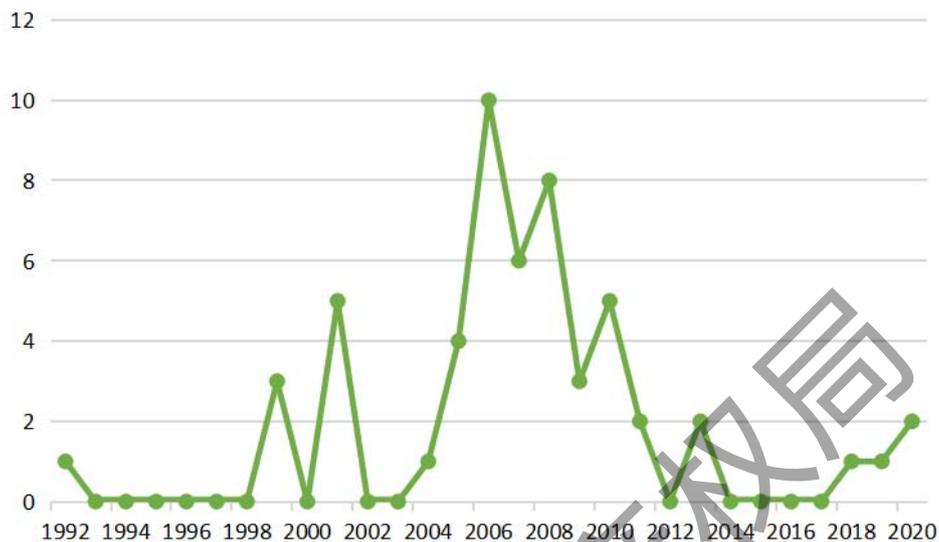


图 2-65 丰田中游专利协同创新趋势

丰田中游的协同创新趋势如图 2-65 所示，企业开展专利合作最早于 1992 年，但前期专利合作发生频率较低，2003 年之后企业合作申请活动密集，在 2006 年达到峰值。

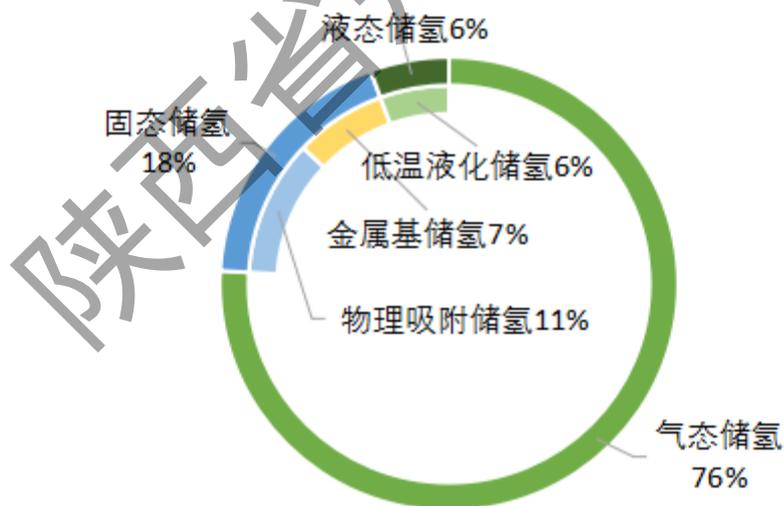


图 2-66 丰田中游专利协同创新技术分支占比

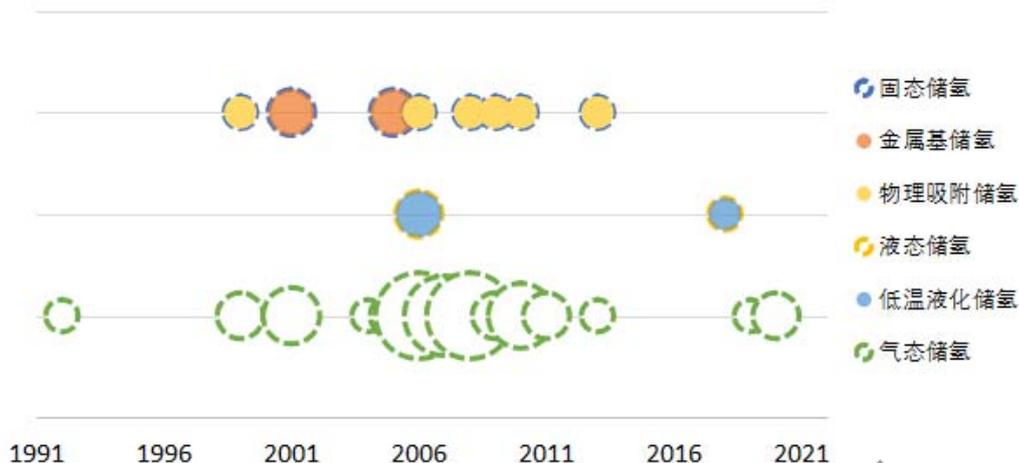


图 2-67 丰田中游合作专利申请技术分支趋势

如图 2-66、图 2-67 所示，丰田主要在气态储氢领域开展合作，气态储氢合作申请专利数量占合作申请专利总量的 76%，并且企业在 2006 年-2011 年间的合作活动最为密集。固态储氢合作申请专利数量占合作申请总量的 18%，液态储氢合作申请专利数量占合作申请总量的 6%。液态储氢技术领域则以低温液化储氢技术为主。固态储氢技术领域中以物理吸附储氢为主，占合作申请总量的 11%；金属基储氢占合作申请总量的 7%。结合图 2-61，可以看出，气态储氢是企业需要突破的技术瓶颈，是企业重点开展合作的方向。

(2) 法国液化空气集团 (AIR LIQUIDE)

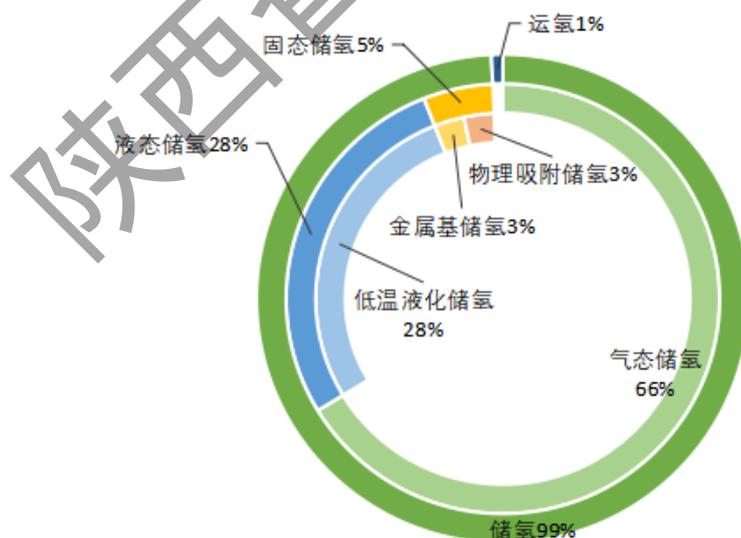


图 2-68 法国液化空气集团中游技术分支占比

如图 2-68 所示，法国液化空气集团的专利技术分布主要以储氢为主，储氢占企业中游总申请量的 99%。而储氢技术领域中的气态储氢技术占储氢总申请量

的 66%，液态储氢技术占储氢总申请量的 28%，固态储氢技术占储氢总申请量的 5%。液态储氢主要以低温液化储氢为主；固态储氢技术主要以金属基储氢和物理吸附储氢为主。

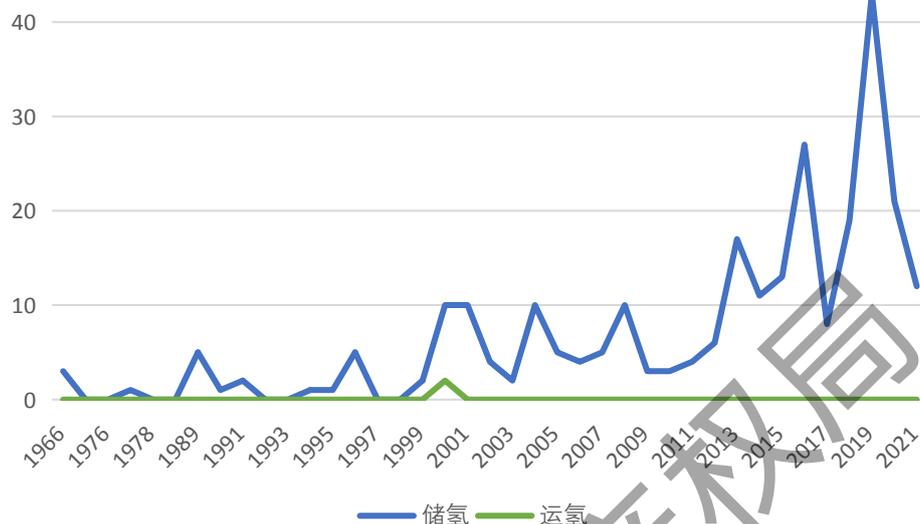


图 2-69 法国液化空气中游二级技术分支专利申请趋势

对法国液化空气中游二级技术分支专利申请趋势申请量进行分析，如图 2-69 所示，储氢是中游的重点，其申请趋势代表中游的专利变化趋势，其专利申请从 1999 年开始快速增长。

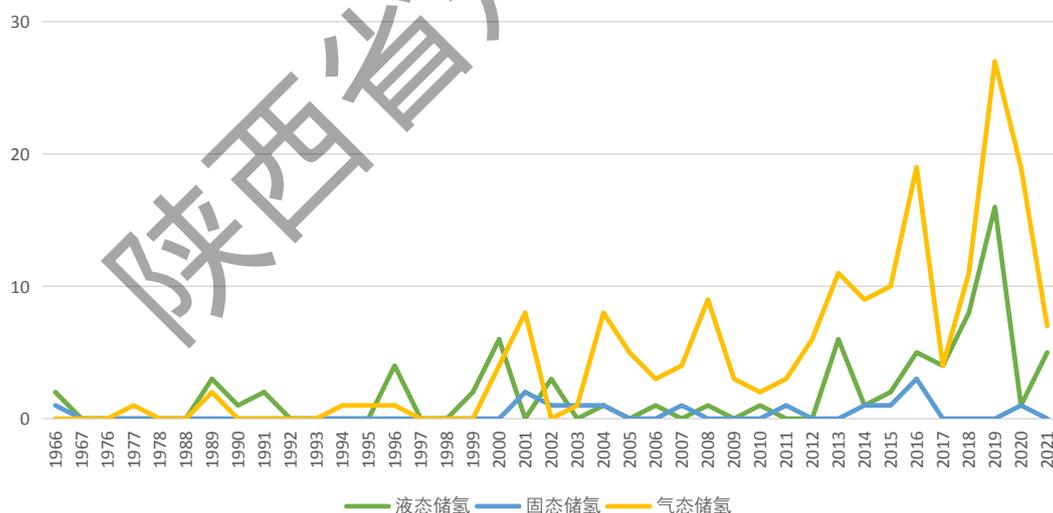


图 2-70 法国液化空气中游三级技术分支专利申请趋势

对法国液化空气集团中游三级技术分支专利申请趋势进行分析，如图 2-70 所示，其中气动储氢、液态储氢仍具增长潜力，而固态储氢增长势头较弱。

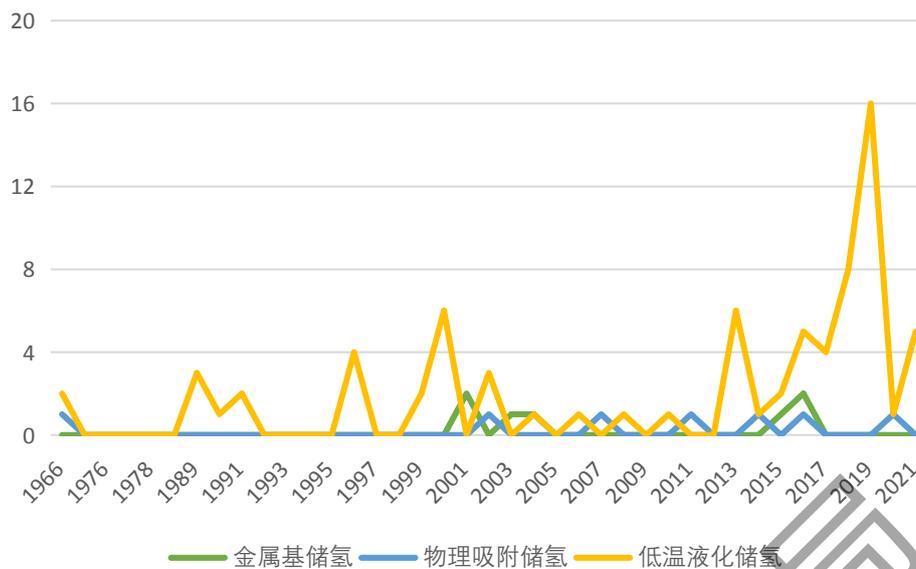


图 2-71 法国液化空气中游四级技术分支专利申请趋势

法国液化空气集团中游四级技术分支专利申请趋势，如图 2-71 所示，液化储氢中，低温液化储氢最具增长潜力，也是企业关注的重点。

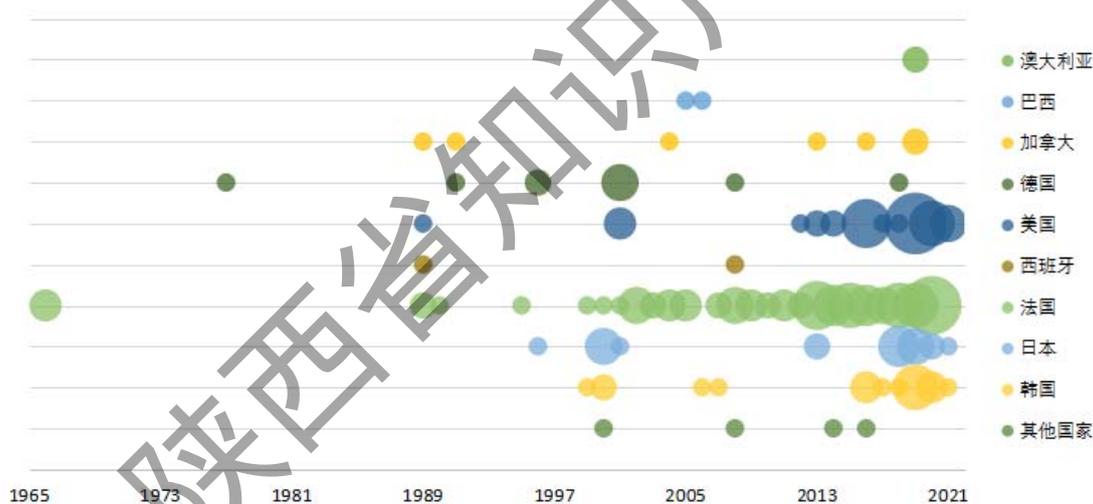


图 2-72 法国液化空气集团中游专利申请地域布局

如图 2-72 所示，法国液化空气集团中游的专利申请主要集中在法国，约有 45% 的专利为本国专利。除此之外，在美国、韩国以及日本等国家也进行了大量的专利布局。其中，美国占 20%、韩国 11%、日本占 10%。法国液化空气集团在全球主要国家都进行了大量的专利布局，尤其是在近十年内加大了专利布局的力度，说明法国液化空气集团重视这一技术领域的发展。

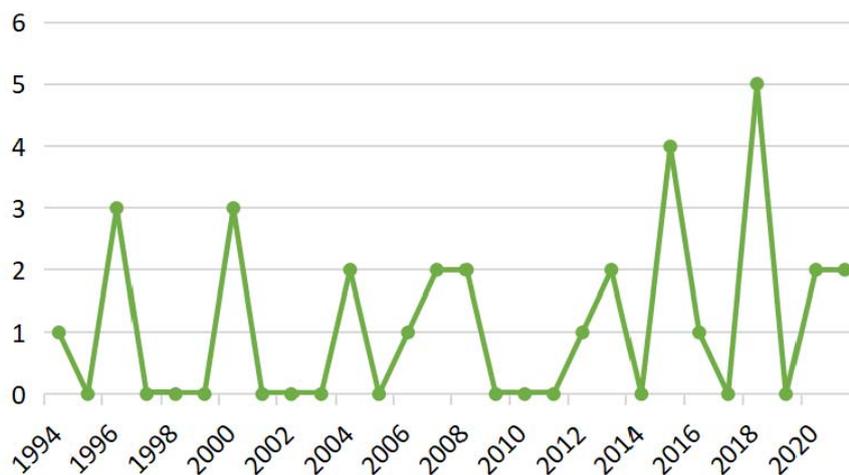


图 2-73 法国液化空气集团中游专利协同创新趋势

法国液化空气集团中游协同创新申请趋势如图 2-73 所示，自 1994 年后断断续续持续开展，总体数量不多。

如图 2-74、2-75 所示，法国液化空气集团中游合作专利申请主要以气态储氢技术领域居多，占合作申请总量的 68%，液态储氢占 22%，固态储氢占 10%，其中液态储氢专利技术领域主要以低温液化储氢技术为主。近年来，法国液化空气开展关注固态储氢，尤其是物理吸附储氢技术。



图 2-74 法国液化空气专利合作申请技术分支占比

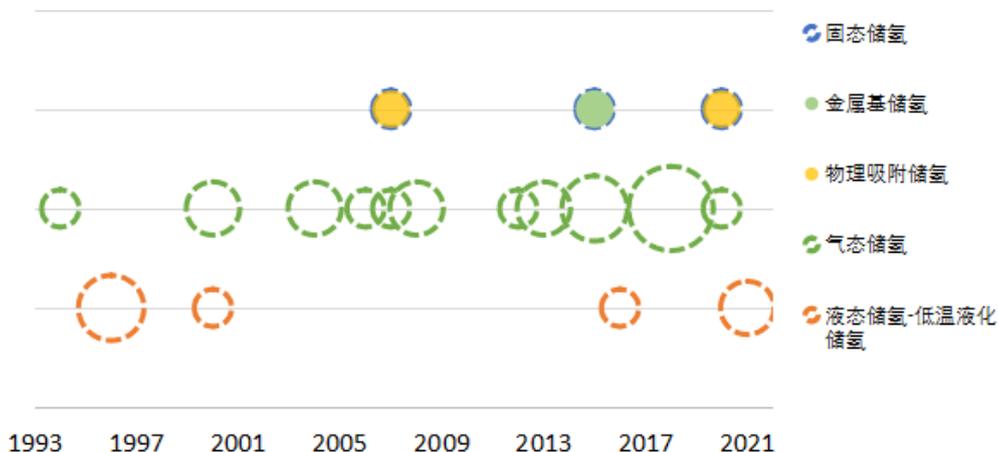


图 2-75 法国液化空气专利合作申请技术分支变化趋势

### (3) 德国林德集团 (LINDE)

如图 2-76 所示，德国林德集团主要以储氢为主，其中气态储氢技术占中游储氢技术专利申请量的 54%，液态储氢技术占中游储氢技术专利申请量的 38%，固态储氢技术占中游储氢技术专利申请量的 6%。在液态储氢技术领域，低温液化储氢占 37%，有机液态储氢占 1%；固态储氢技术中，金属基储氢和物理吸附储氢分别占比 1%、5%。

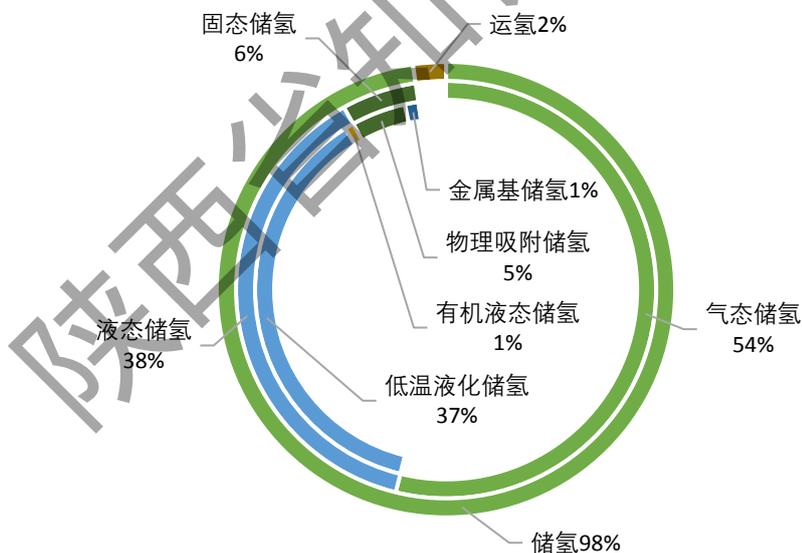


图 2-76 德国林德中游专利技术分支占比



图 2-77 德国林德中游二级技术分支专利申请趋势

德国林德集团二级技术分支专利申请趋势，如图 2-77 所示，储氢技术一直是企业持续关注的重要领域，专利自 1943 年开始申请，在 1997 年迎来快速增长期。在 2007 年后，专利申请进入申请高峰期。德国林德集团对运氢技术进行了少量的技术布局，并且主要在 2010 年之后。

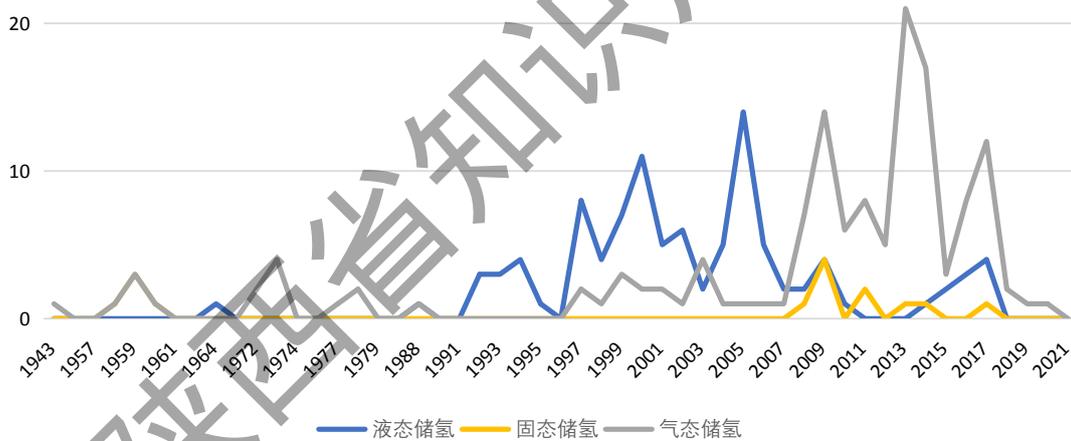


图 2-78 德国林德集团中游三级技术分支专利申请趋势

通过对德国林德集团三级技术分支专利申请趋势进行分析，如图 2-78 所示，气态储氢和液态储氢技术是储氢的主要技术手段，其专利申请时间较早，但截至 2007 年，企业专利布局主要以液态储氢技术为主，2007 年以后企业的专利布局转变为气态储氢领域，同时增加了在固态储氢技术的专利布局。

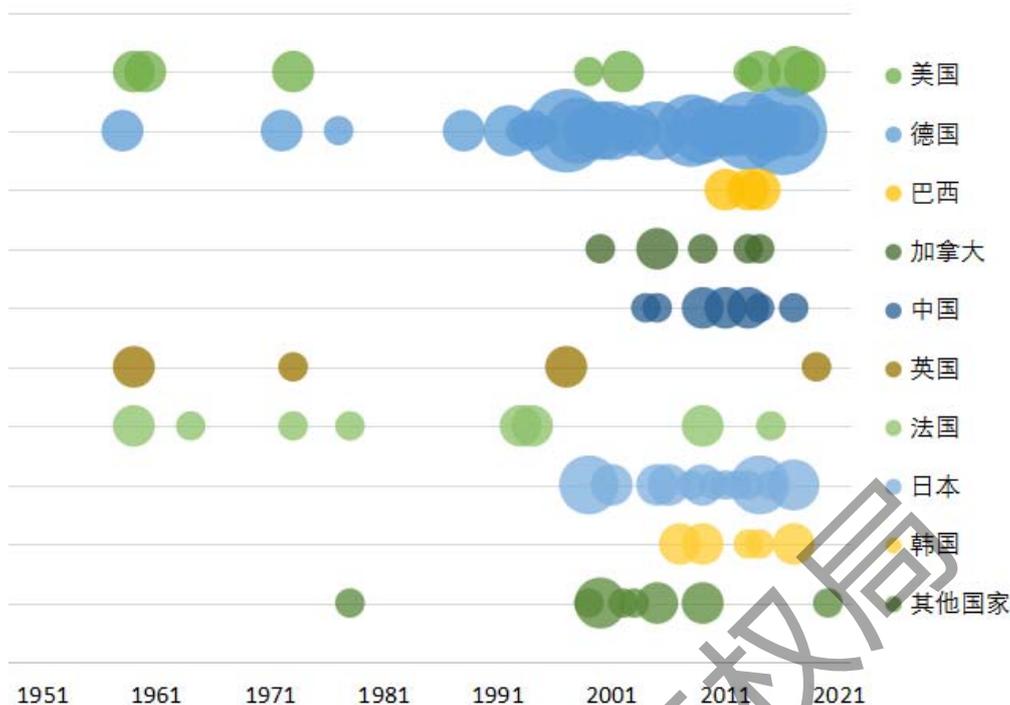


图 2-79 德国林德集团中游专利申请地域分布

如图 2-79 所示,德国林德集团专利申请主要集中在德国本土,占比约为 48%。此外,在日本、美国、法国以及中国也进行了专利布局,其占比分别为 13%、9%、6%、5%。一直以来企业的策略主要以美欧为主,2000 年后开始重视亚洲国家如中国、韩国、日本的布局。同时期在巴西、加拿大等国家也开展了专利布局。

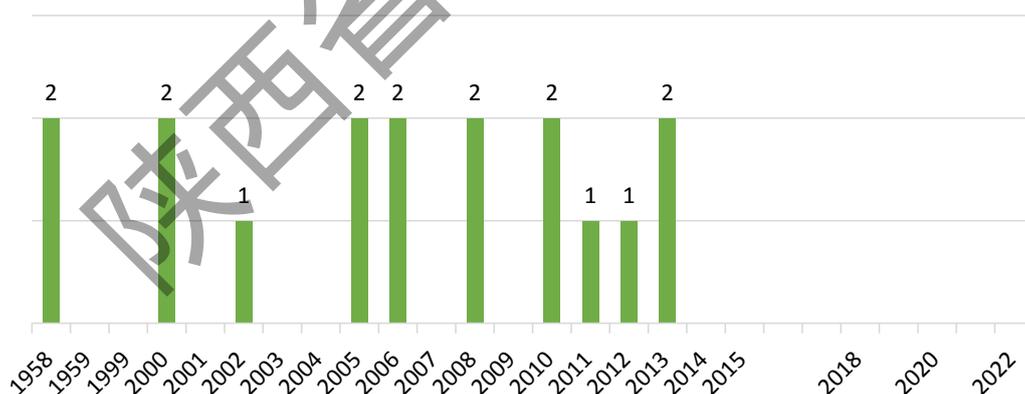


图 2-80 德国林德集团中游专利协同创新趋势

德国林德集团中游协同创新趋势如图 2-80 所示,德国林德集团开展合作主要集中在 1958-2003 年,连续性好,年均合作申请专利数量保持在 1-2 件。说明企业在技术初始研发阶段比较重视借助外部的技术共同研究,在获得技术的基础积累后,重视自身的研究和创新,并且具有持续的技术研发热情。

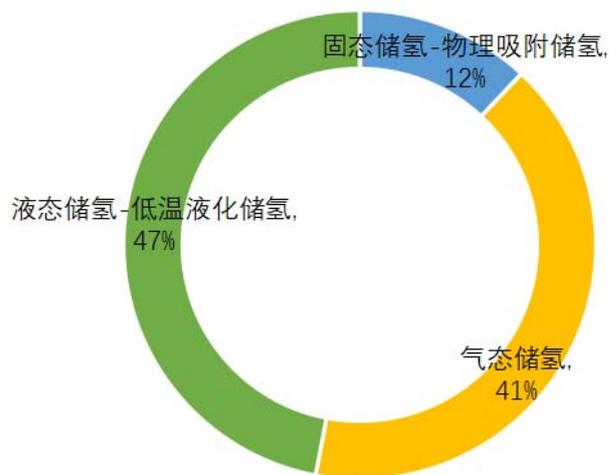


图 2-81 德国林德中游专利合作申请技术分支占比

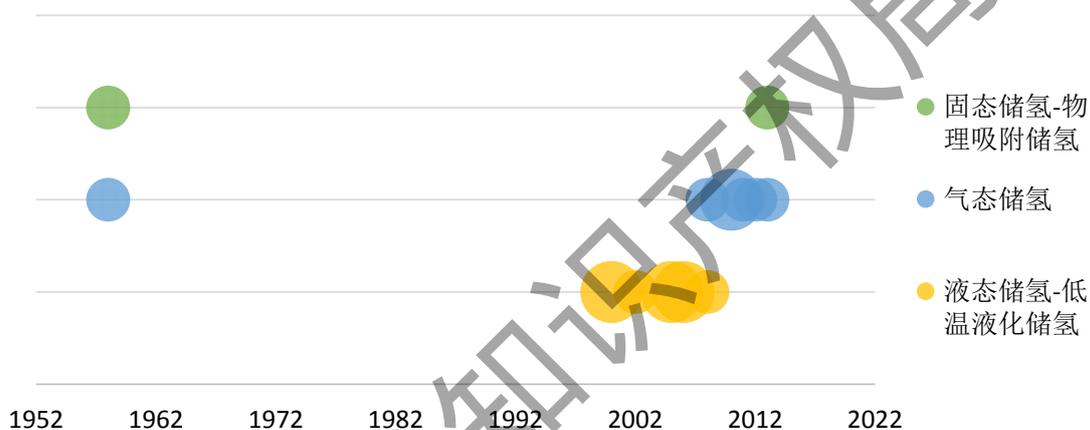


图 2-82 德国林德集团中游专利合作申请技术分支变化趋势

德国林德集团合作申请专利各技术分支占比及趋势，如图 2-81、2-82 所示，该公司的合作研发主要集中在液态储氢技术领域的低温液化储氢技术上，占全部合作研发专利总量的 47%。气态储氢技术领域占全部合作研发专利总量的 41%；固态储氢技术领域主要集中在物理吸附储氢技术上，占全部合作研发专利总量的 12%。

### （三）下游

分析产业链下游申请人数据，筛选拥有市场控制力的主要申请人，对排名靠前的主要申请人进一步分析。

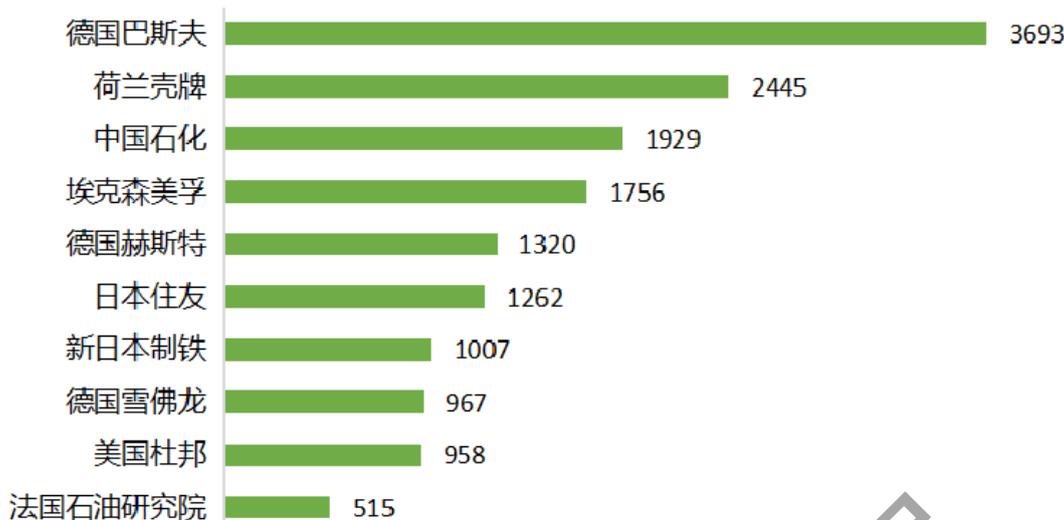


图 2-83 产业链下游申请人前十排名

如图 2-83 所示，对全球氢能产业下游的申请人进行统计，排名前十的申请人分别为德国巴斯夫（BASF）、荷兰壳牌（SHELL）、中国石油化工股份有限公司、美国埃克森美孚公司（Exxon Mobile）、德国赫司特（HOECHST）、日本住友公司（SUMITOMO）、新日本制铁株式会社（NIPPON STEEL）、德国雪佛龙（CHEVRON）、美国杜邦公司（DU PONT）、法国石油研究院（INST FRANCAIS DU PETROLE）。企业申请人 9 位，研究院申请人为 1 位。其中德国申请人 3 位、美国申请人 2 位、日本申请人 2 位、中国、法国、荷兰申请人各 1 位。德国巴斯夫申请量将近 3700 件，具备较强技术积累。

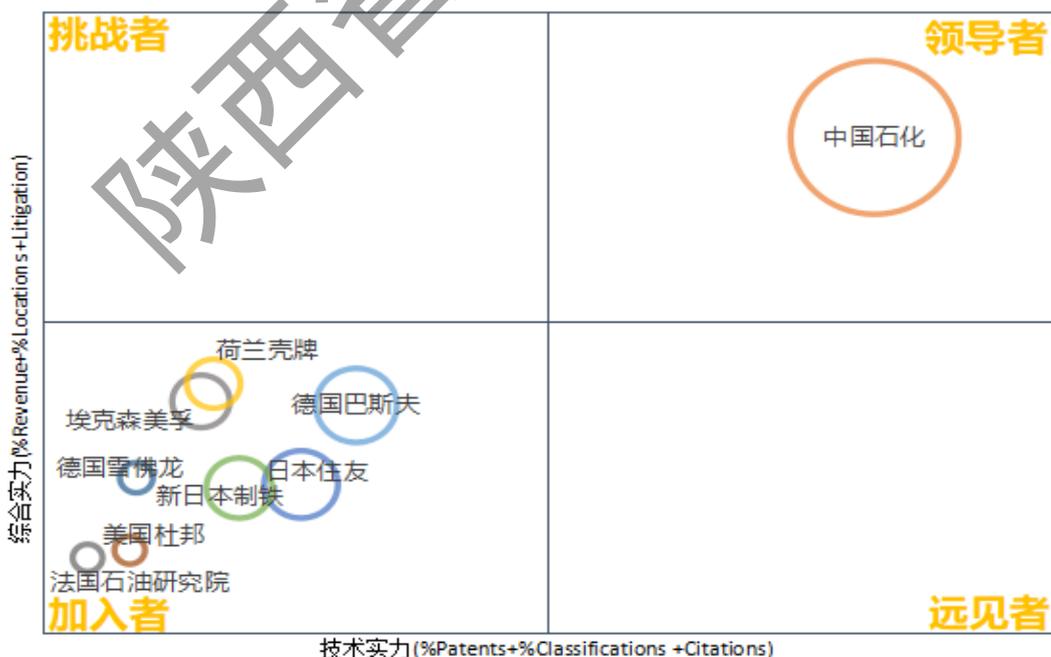


图 2-84 产业链下游申请人竞争实力

对全球氢能产业下游申请人技术实力和综合实力进行分析，如图 2-84 所示，

中国石化处于领导者地位，除此之外，其他企业均为加入者。根据申请人竞争实力排名，结合专利数量排名，从发展趋势、协同创新、专利运营等角度对巴斯夫、壳牌和中国石油化工有限公司进行进一步的深度分析。

### (1) 巴斯夫 (BASF)

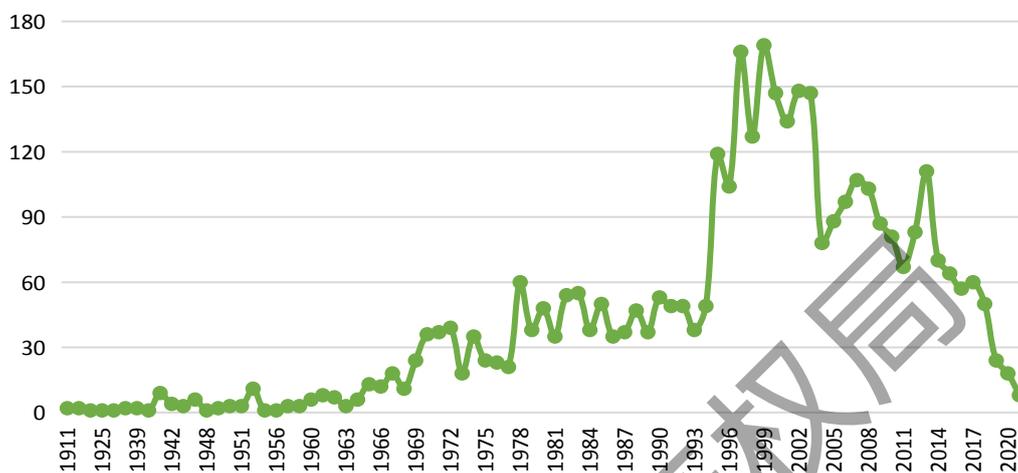


图 2-85 巴斯夫下游专利申请趋势

对巴斯夫氢能产业链下游相关专利进行分析，如图 2-85 所示。专利申请最早开始于 1911 年，但此后将近 50 年的时间内，专利申请零散。在 1963 年以后，专利小幅增长，1978-1993 年间，专利申请量较为稳定，在 1995 年至 2001 间，专利申报活动密集，达到顶峰，2001 年后专利申请活动逐渐减少。

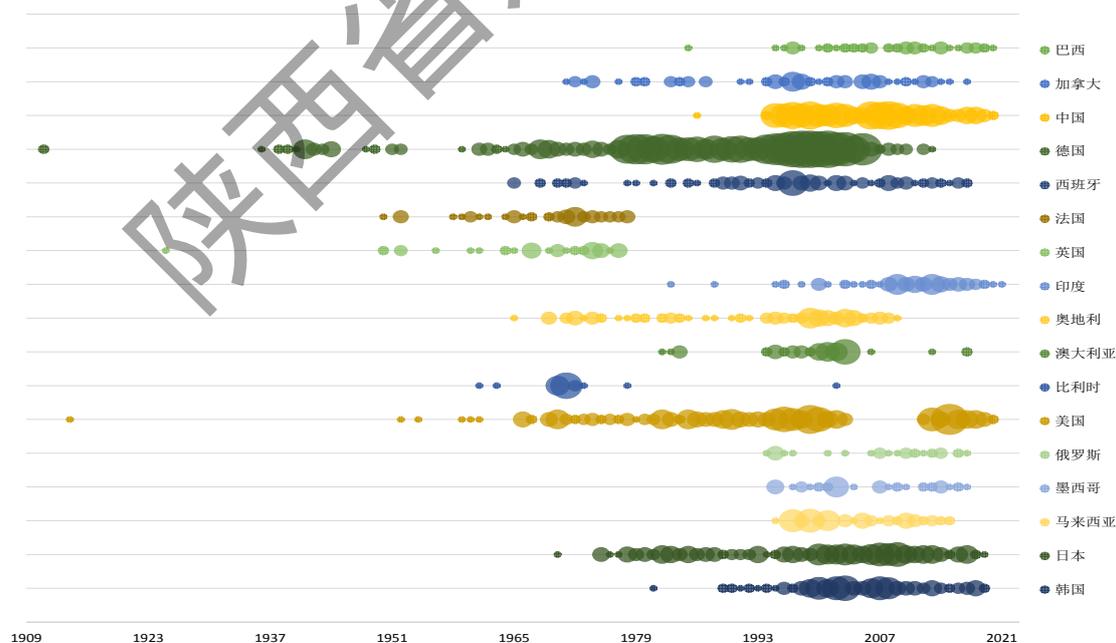


图 2-86 巴斯夫下游专利申请地域分布

图 2-86 分析了巴斯夫在不同地域布局情况，巴斯夫在本国专利申请数量最

多，约为其全部专利申请的 25%，专利申报持续时间最长，连续性最好。1979年后，巴斯夫放弃了在法国和英国的专利布局，加强了在日本、韩国、澳大利亚、印度、巴西和中国的专利布局。近年来，企业尤其重视中国、美国、日本和韩国的专利申请，申请数量较其他国家较多，企业市场版图不断扩张。

如图 2-87、2-88 所示，通过对二级技术分支占比及趋势进行分析，专利基本集中在氢制化学品和氢燃料电池技术领域。其中氢制化学品的专利布局占比高达 93.93%，氢燃料电池占比仅为 5.96%。而加氢站、氢能冶金等领域专利数量较少。1995 年后，企业对氢制化学品、氢燃料电池领域专利布局不断加大。

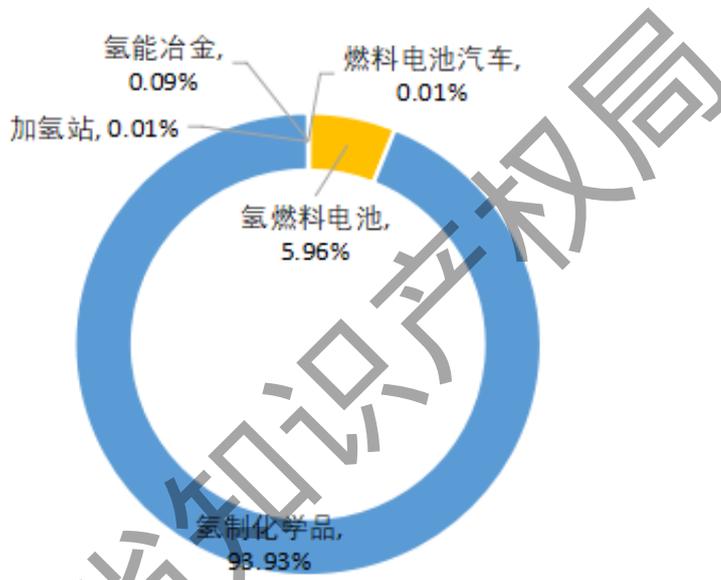


图 2-87 巴斯夫下游二级技术分支占比

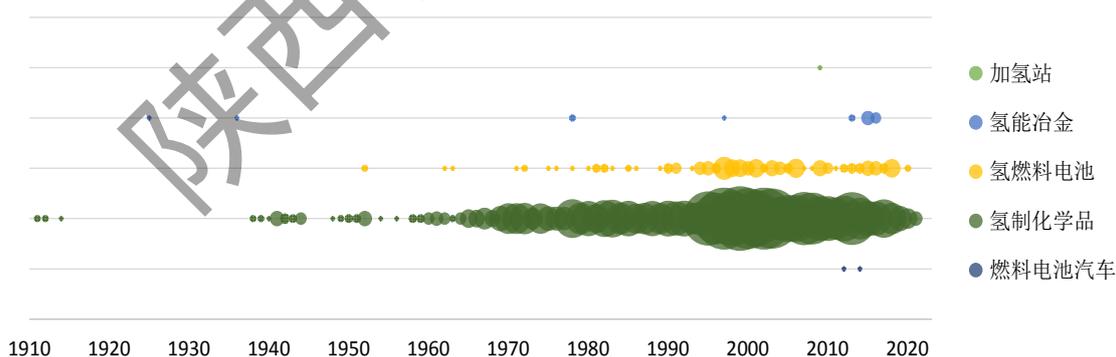


图 2-88 巴斯夫下游二级技术分支变化趋势

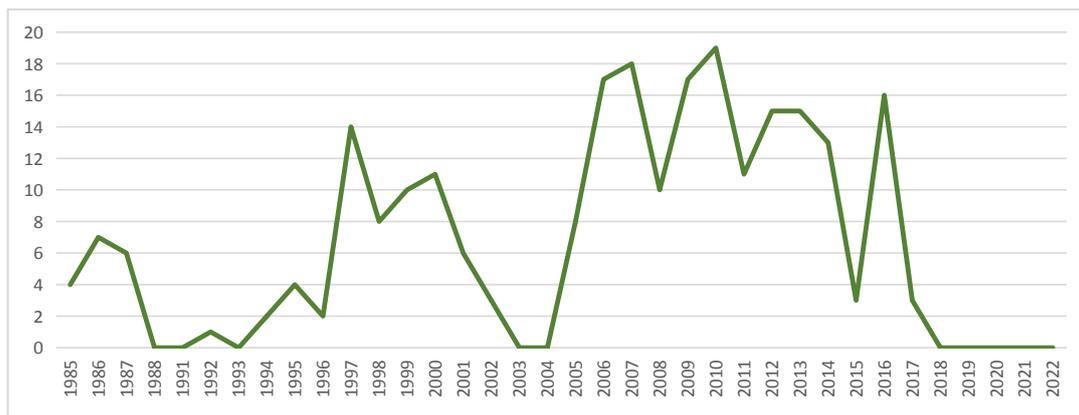


图 2-89 巴斯夫下游专利协同创新趋势

巴斯夫下游协同创新趋势如图 2-89 所示，企业协调创新发生在 1985 年以后，在 1997 年达到第一个高峰，合作申请量超过 10 件。2005 年-2014 年，合作研发较为频繁，合作申请的专利数量超过 15 件。

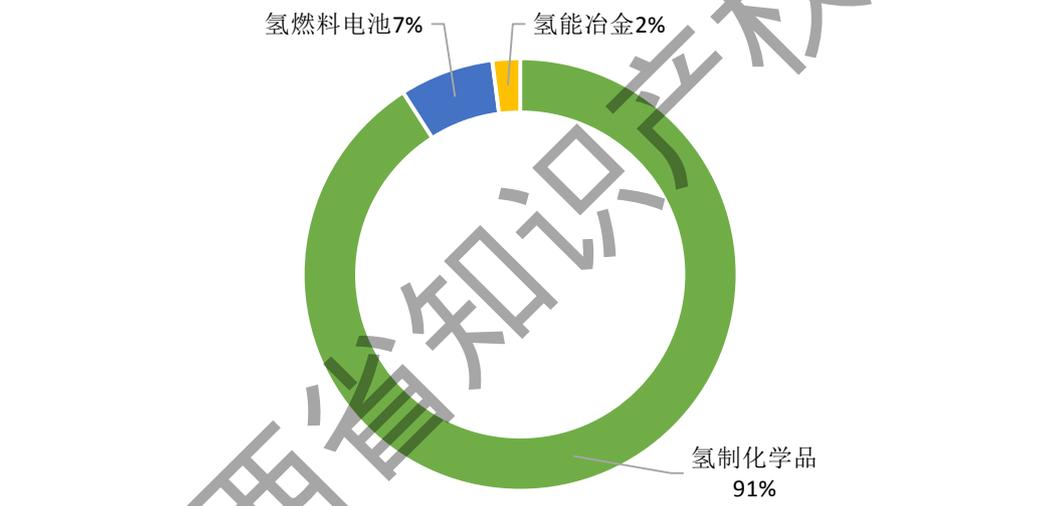


图 2-90 巴斯夫下游专利协调创新二级技术分支占比

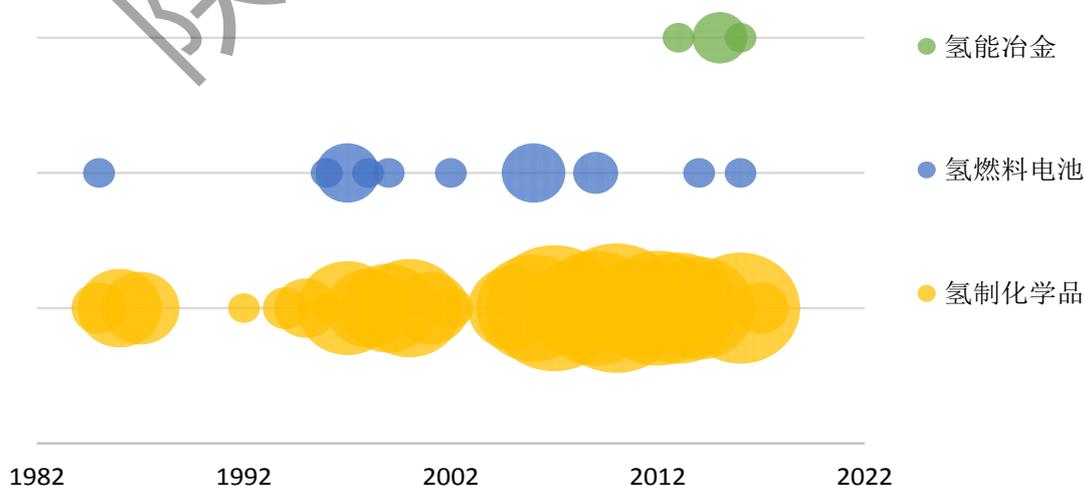


图 2-91 巴斯夫下游专利协同创新专利技术分支趋势

对巴斯夫协同创新专利技术分支占比及趋势进行分析，如图 2-90、2-91 所示，巴斯夫合作申请的专利中，氢制化学品申请最多，合作申请专利数量占合作申请专利总数量的 91%，并且自 1985 年开始，合作持续发生。氢燃料电池合作申请专利数量占合作申请专利总数量 7%，其合作主要发生在 1996 年以后，氢能冶金的合作发生时间较迟，主要发生在 2013 年以后。

## (二) 壳牌 (SHELL)

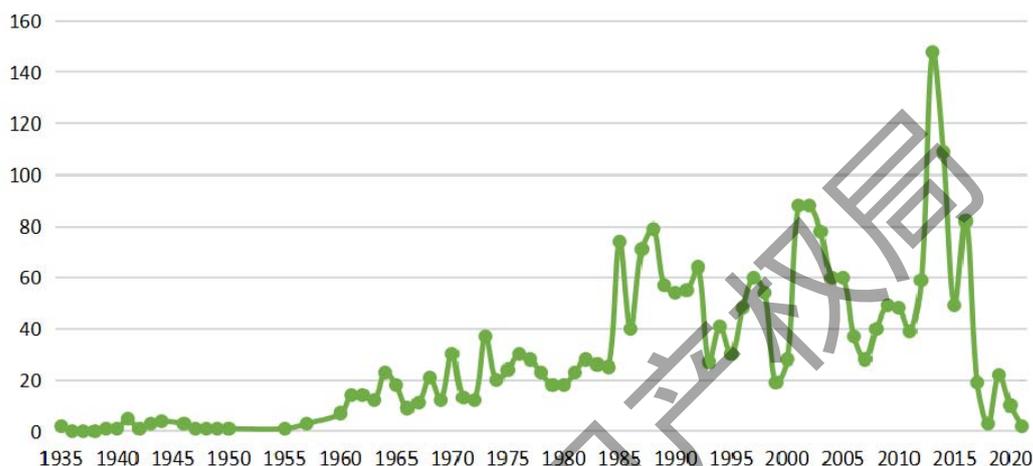


图 2-92 壳牌下游专利申请趋势

对壳牌下游专利申请趋势进行分析如图 2-92 所示，壳牌在该领域的专利申请开始于 1935 年。1935 年-1956 年之间，专利申请量较少，1956 年以后，专利申请量逐渐增长，2013 年，专利申请量达到峰值，随后，专利申请量逐渐下降。

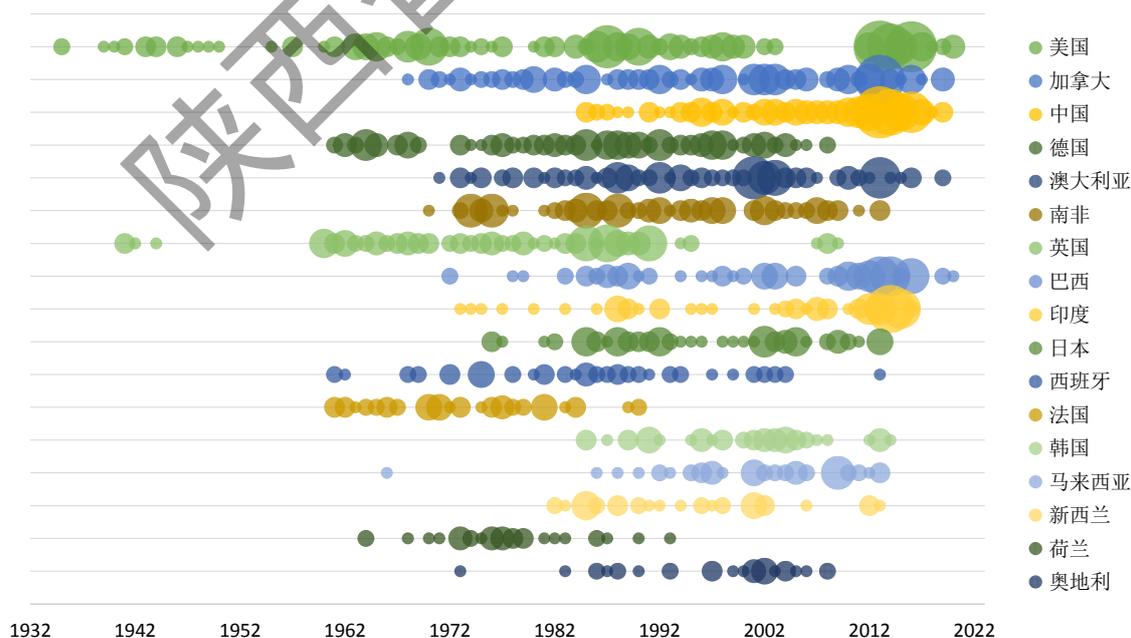


图 2-93 壳牌下游专利申请地域分布

图 2-93 分析了壳牌下游专利申请在不同地域专利申请变化趋势，美国是企业最早布局的国家，英国紧随其后。在 1960 年-1980 年的二十年间，企业在欧洲、美洲、大洋洲、非洲和亚洲的主要国家，如德国、法国、加拿大、巴西、澳大利亚、南非、中国、日本、印度等国开展全面专利布局。近年来，企业更重视美国、巴西、加拿大、中国和日本等国的专利布局。

分析壳牌下游二级技术分支占比及趋势，如图 2-94、2-95 所示。作为一家石化企业，氢制化学品是企业的布局重点方向，且近年来专利布局的重视程度越来越高，专利申请占全部专利申请量的比重高达 96.71%；氢燃料电池从 1984 年-2015 年之间经过了一段持续的布局期，形成了一定的技术积累，专利申请占全部专利申请量的比重为 3.26%；加氢站、燃料电池汽车、氢能冶金技术领域虽有布局，但专利数量较少。

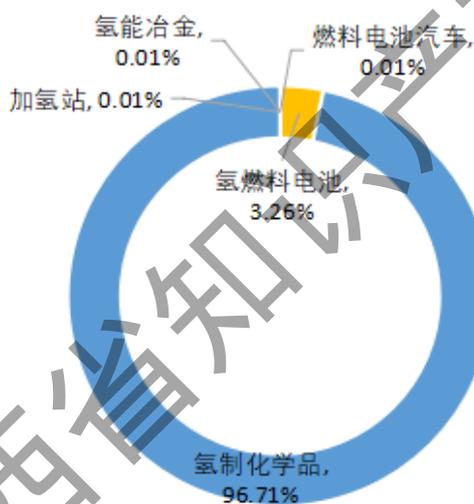


图 2-94 壳牌下游专利二级技术分支占比

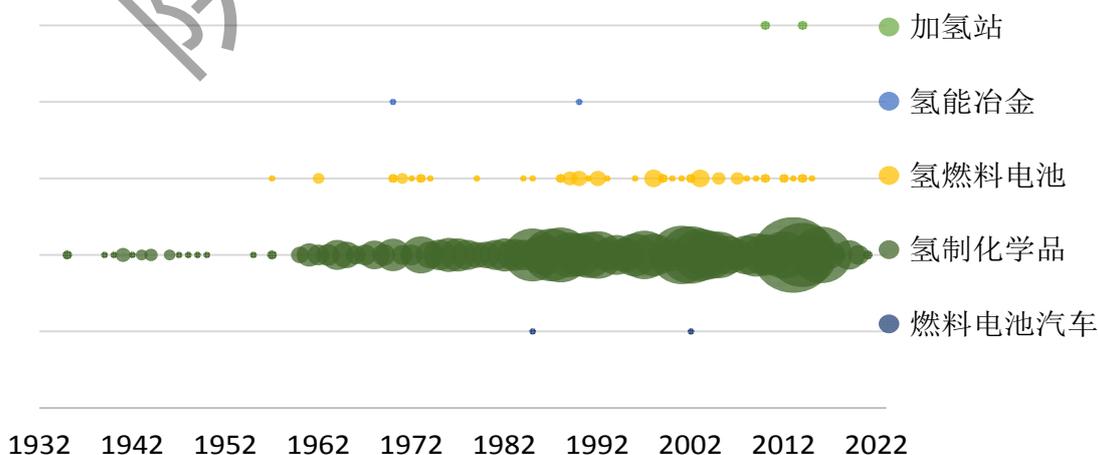


图 2-95 壳牌下游专利二级技术分支变化趋势



图 2-96 壳牌下游专利协同创新趋势

通过分析壳牌下游专利协同创新趋势，如图 2-96 所示。企业专利合作申请开始于 2001 年，2005 年之后，企业不断重视合作创新，合作申请活动频繁，到 2013 年之后企业以自主研发活动为主，合作研发活动停滞。

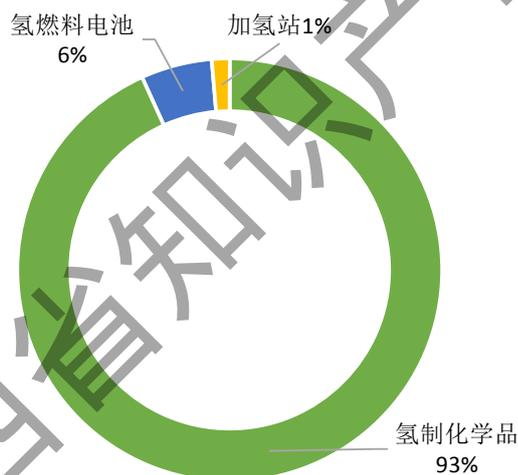


图 2-97 壳牌下游协同创新专利技术分支占比

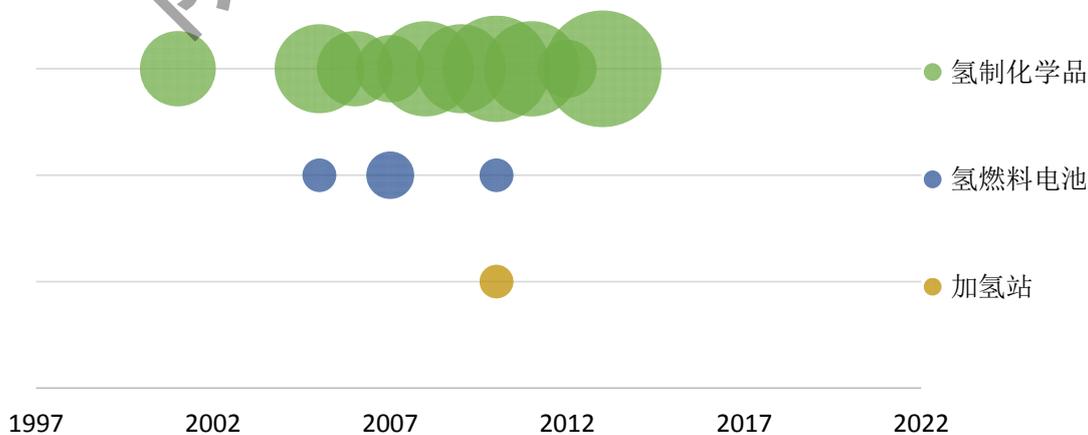


图 2-98 壳牌下游协同创新专利技术分支变化趋势

壳牌的合作申请专利主要分布在氢制化学品、氢燃料电池和加氢站技术领域，分别占比为 93%、6%和 1%。

### （三）中国石油化工股份有限公司

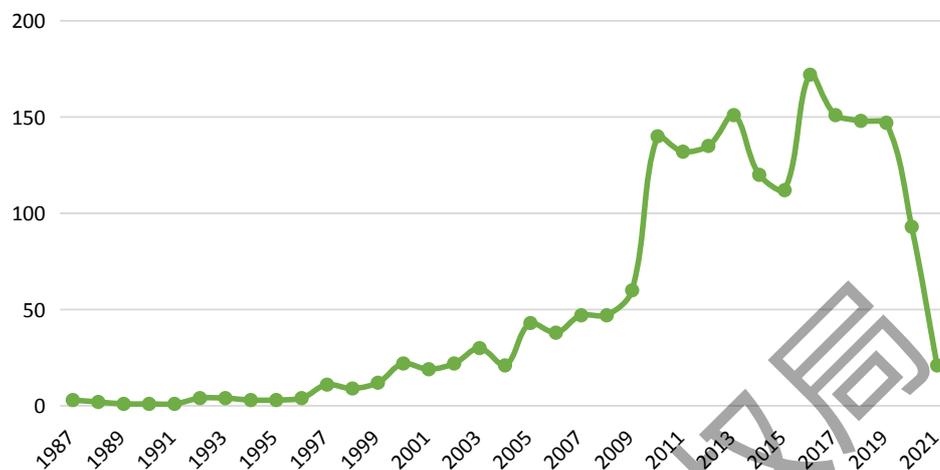


图 2-99 中国石化下游专利申请趋势

对中国石化下游相关专利进行分析，如图 2-99 所示。中国石化自 1987 年开始申请专利，到 1997 年开始专利申请量快速增长，2010 年至今，专利申请量迅猛增长，企业年专利申请量均超过 100 件，2016 年专利申请量最高，该年度专利申请量为 172 件。

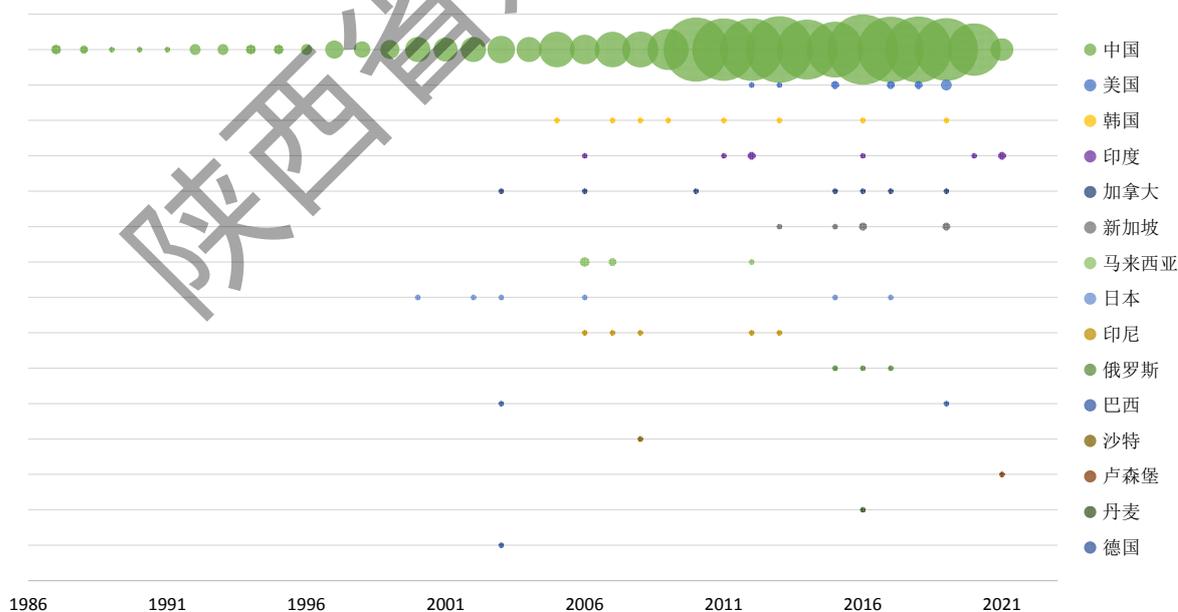


图 2-100 中国石化下游专利申请地域分布

如图 2-100 所示，中国石化专利申请集中在中国，占其专利申请总量的 97%。此外，企业于 2000 年开始在韩国、美国、加拿大、印度等国家进行了少量的专

利布局。中国石化与国外巨头企业相比，区域布局范围、布局数量存在较大差距。

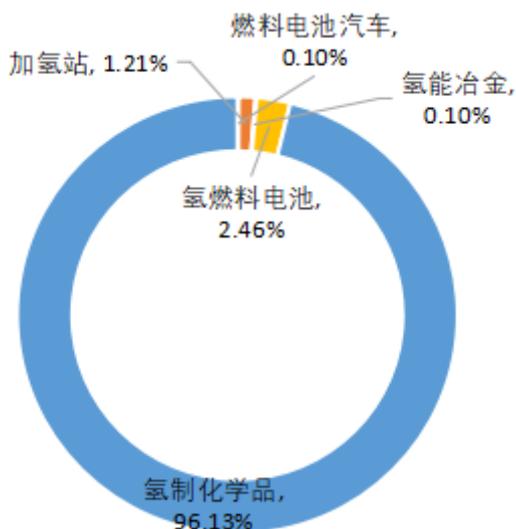


图 2-101 中国石化下游二级技术分支占比趋势

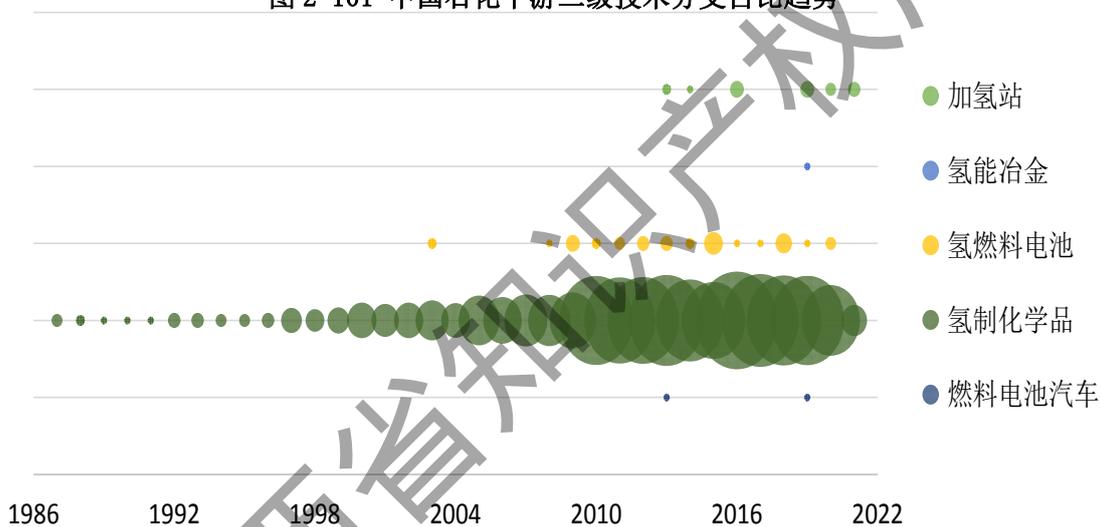


图 2-102 中国石化下游二级技术分支占比趋势

如图 2-101、2-102 所示，中国石化下游二级技术分支中，氢制化学品占比最高，占总体的 96.31%；其它技术分支占比很低。近几年，企业在保持下游优势技术领域的时候，开始重视在加氢站、氢能冶金、氢燃料电池和燃料电池汽车技术领域的专利布局。

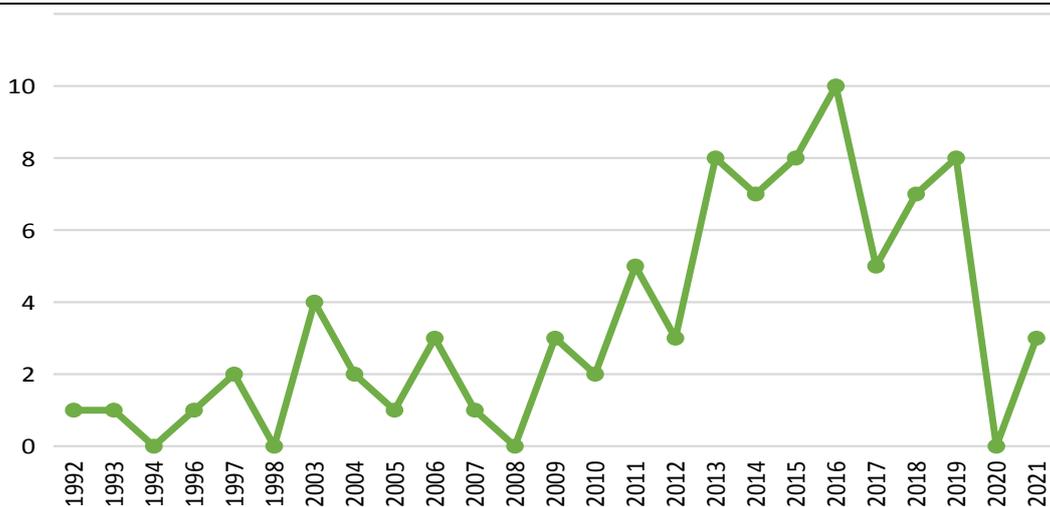


图 2-103 中国石化下游专利协同创新趋势

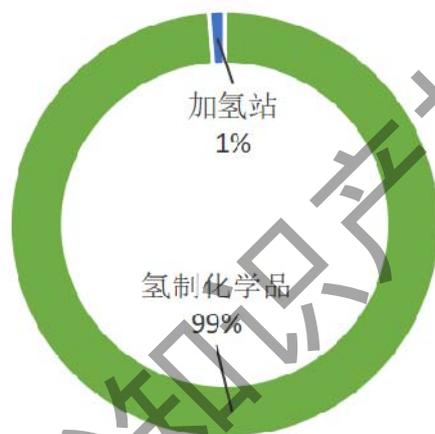


图 2-104 中国石化下游协同创新专利技术分支占比

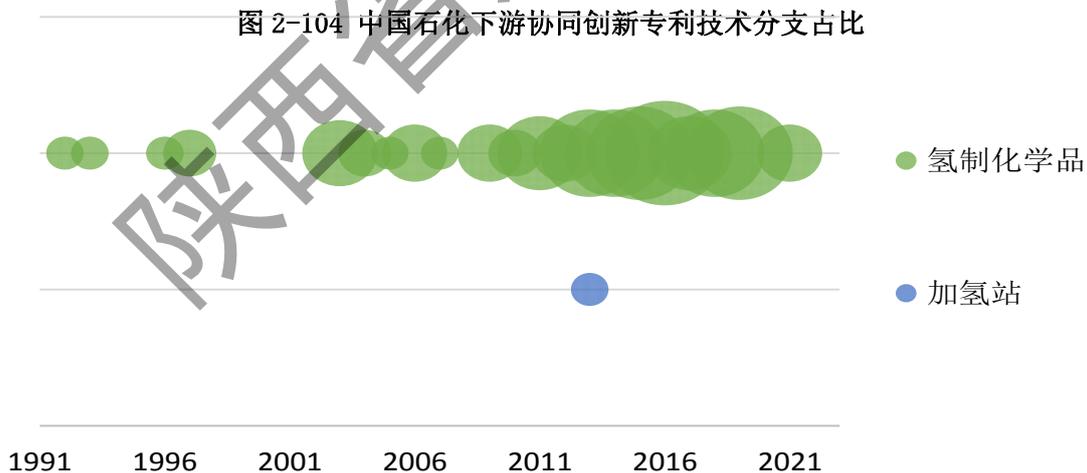


图 2-105 中国石化下游协同创新专利技术分支变化趋势

中国石化合作申请专利技术分支占比及变化趋势如图 2-103、2-104 所示，企业的合作发生在 1992 年以后，尤其是 2003 年以后，合作研发更加密集，合作领域主要集中在氢制化学品技术领域，该领域合作申请的专利占全部合作申请专利数量的 99%。

## 2.2.3.1.2 中国

## (一) 上游



图 2-106 我国产业链上游申请人排名

我国产业链上游前十位申请人排名如图 2-106 所示，分别为中国科学院大连化学物理研究所、中国石油化工股份有限公司、西安交通大学、天津大学、松下电器产业株式会社、清华大学、江苏大学、华南理工大学、广东醇氢新能源研究院有限公司、浙江大学，其中 3 位属于企业申请人，其余 7 位均为高校/科研院所申请人，由此可见，高校/科研院所是国内氢能产业链上游的主力军。

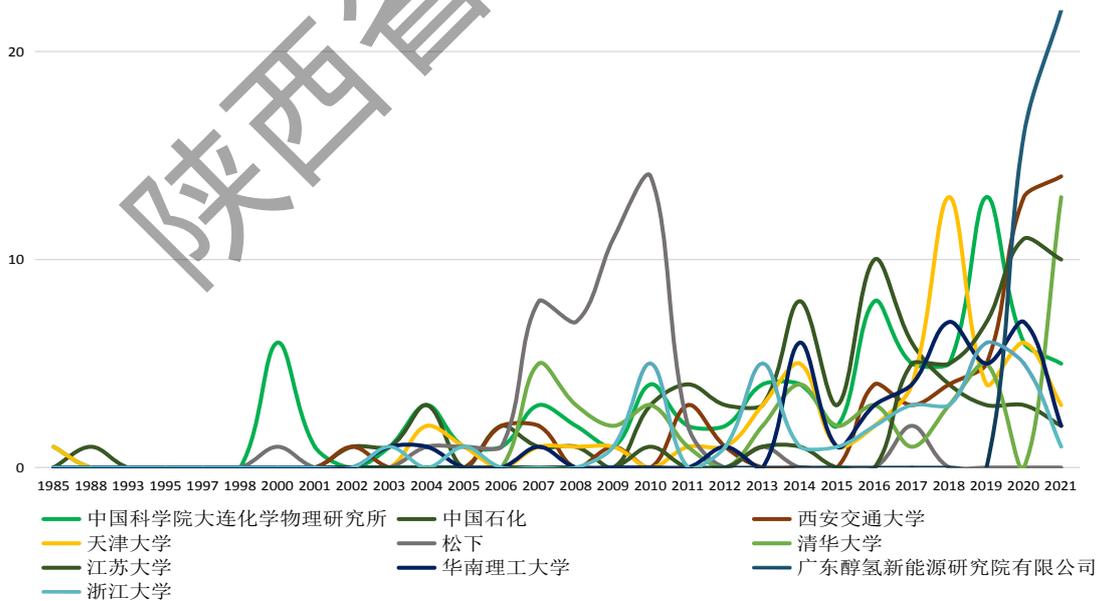


图 2-107 我国产业链上游前十申请人申请趋势

对我国产业链上游前十位申请人的申请趋势进行分析，如图 2-107 所示。天津大学和中国石化在该领域的时间较早，从 1985 年就开始开展专利布局工作，

不同的是中国石化在 2016 年开始专利申请量明显降低，而天津大学至今都保持着较高的申请热情。1998 年后，中国科学院大连化物所、西安交大和浙江大学等高校和企业陆续进入该技术领域，投入可持续的研究热情。松下公司在 2006 年-2010 年间保持了极高的热情，但是后期动力不足，专利申请呈现断崖式下降。近年来，广东醇氢新能源研究院有限公司成为该技术领域的主要申请人，其专利申请量急速增长。

图 2-108 分析了我国产业链上游前十申请人的技术分布，可以看出各申请人的研究领域各有侧重。几乎全部的申请人都布局了电解水制氢技术领域，其中以中国科学院大连化物所的专利申请布局量最多，其次为天津大学、清华大学、江苏大学和华南理工，说明电解水制氢是制氢技术的热点方向。可再生能源制氢技术领域，以太阳能制氢技术为重点关注方向，以中国科学院大连化物所和西安交大为代表；其次为生物制氢技术，以中国石化、中国科学院大连化物所和西安交大为代表。石化能源制氢技术领域，以烃类蒸汽制氢技术为重点关注方向，主要申请人以中国科学院大连化物所、中国石化和松下为代表；广东醇氢新能源研究院有限公司重点关注甲醇转化制氢与工业副产氢制氢技术。

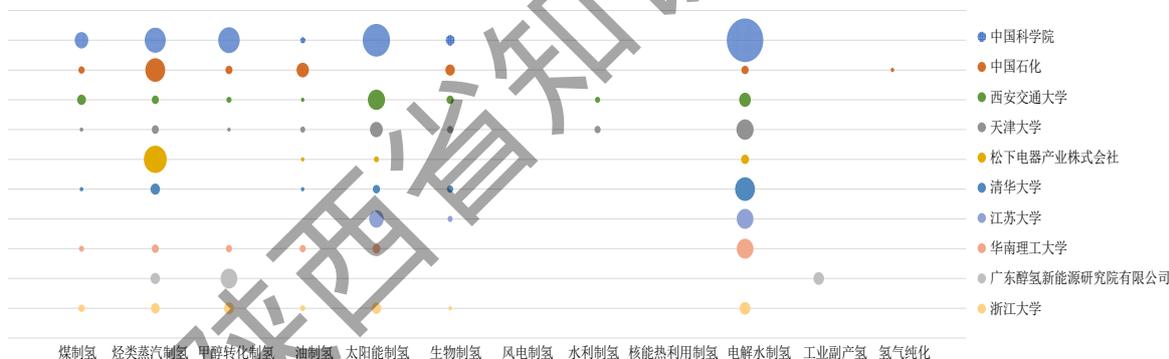


图 2-108 我国产业链上游前十申请人技术分布

根据申请人排名，从发展趋势、协同创新、专利运营等角度对中国科学院大连化学物理研究所、中国石油化工股份有限公司、西安交通大学进行进一步的深度分析。

#### (1) 中国科学院大连化学物理研究所

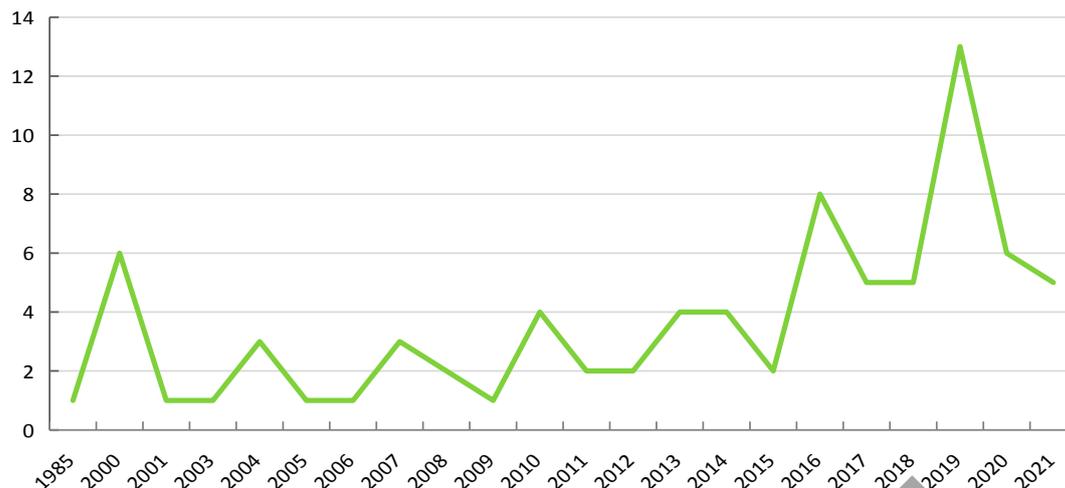


图 2-109 中国科学院大连化学物理研究所

对中国科学院大连化学物理研究所氢能上游相关专利进行分析，如图 2-109 所示。中国科学院大连化学物理研究所自 1985 年开始专利申请，在 2015 年开始呈现快速增长，2017 年短暂回落后开始持续增长，2019 年申请达到顶峰，之后逐渐下降。

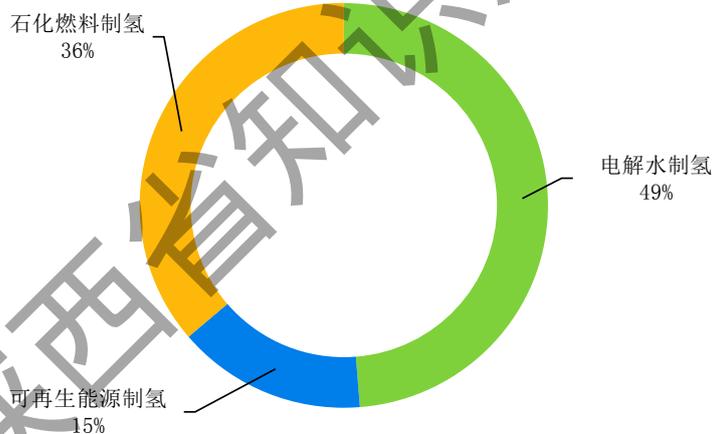


图 2-110 中国科学院大连化学物理研究所上游二级技术分支占比

如图 2-110 所示，中国科学院大连化学物理研究所在制氢领域重点关注电解水制氢领域技术研究，占总申请量的 48.75%；石化燃料制氢占总申请量的 36.25%，可再生能源制氢占总申请量的 15%。

如图 2-111 所示，中国科学院大连化学物理研究所二级技术分支申请布局中可以看出，电解水制氢专利申请时间最早，专利数量最多，尤其是从 2010 年开始，专利申请数量来时快速增长。石化燃料制氢从 2000 年开始也有较多的专利布局，但随着时间的推移，关注度相对较为平稳，未出现明显的增长。可再生能源制氢在 2004 年由相关专利布局后一直在该领域有专利布局，但申请量未出

现明显的增长。因此可以看出中国科学院大连化学物理研究所上游近年来主要的关注重点集中在电解水制氢领域，这与未来制氢领域的发展一致，即从灰氢向蓝氢转变。

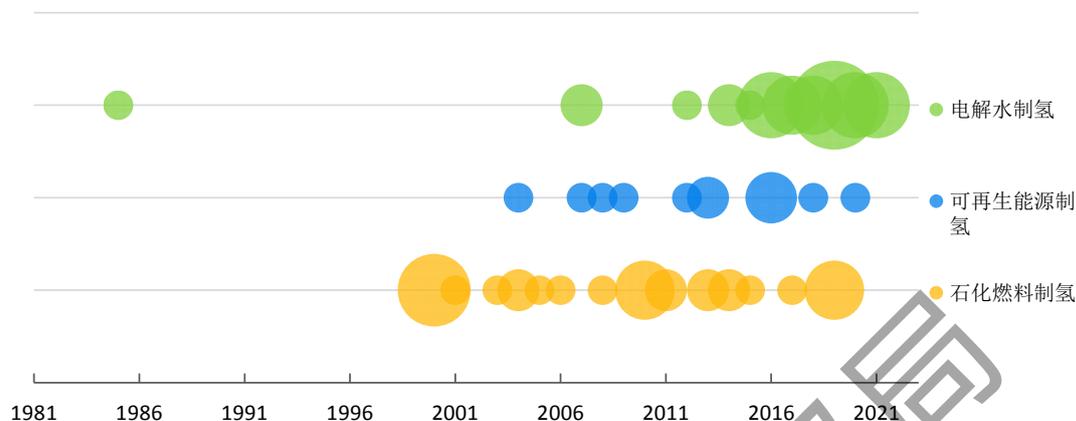


图 2-111 中国科学院大连化学物理研究所上游二级技术分支申请趋势

同时对中国科学院大连化学物理研究所制氢领域协同创新专利进行分析，结果见表 2-5。从表中可以看出，中国科学院大连化学物理研究所的协同创新对象分别为中山大学和国家电网，其涉及的技术分支分别为可再生能源制氢和电解水制氢，在石化燃料制氢领域的技术合作暂处于空白阶段，从侧面反映了中国科学院大连化学物理研究所再电解水制氢领域和可再生能源制氢领域拥有一定的技术积累。

表 2-5 中国科学院大连化学物理研究所制氢领域协同创新专利

序号	技术领域	标题	申请号	申请人
1	可再生能源制氢	紫外光光催化降解水中还原性污染物生产氢气的方法	CN20071006481 1.8	中国科学院大连化学物理研究所；中山大学
2	电解水制氢	一种带抗腐蚀保护层的水电解池金属双极板及制备和应用	CN20171125737 7.5	中国科学院大连化学物理研究所；国网辽宁省电力有限公司电力科学研究院；国家电网有限公司

## (2) 中国石油化工股份有限公司



图 2-112 中国石油化工股份有限公司氢能上游专利申请趋势

对中国石油化工股份有限公司氢能上游相关专利进行分析,如图 2-112 所示。中国石油化工股份有限公司自 2002 年开始在氢能上游制氢领域开始进行专利布局,2004 年后专利申请呈螺旋上升趋势,2016 年申请达到顶峰,之后逐渐下降。

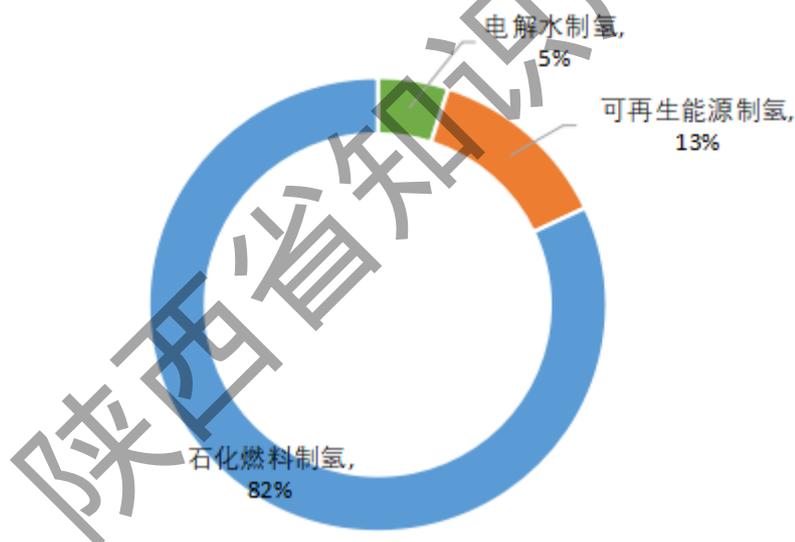


图 2-113 中国石油化工股份有限公司上游二级技术分支占比

如图 2-113 所示,中国石油化工股份有限公司在制氢领域重点关注石化燃料制氢,其申请占总申请量的 82%;可再生能源制氢占总申请量的 13%,电解水制氢占总申请量的 5%。

如图 2-114 所示,中国石油化工股份有限公司上游制氢领域二级技术分支申请布局中可以看出,石化燃料制氢专利申请时间最早,专利数量最多,尤其是 2010 年后专利申请数量开始增长。电解水制氢和可再生能源制氢的专利布局较少,关注度不够。这与中国石油化工股份有限公司本身特点是分不开的,中石化

是一家从事石油天然气勘探、开发生产的企业，因此其石化燃料制氢技术相对突出。

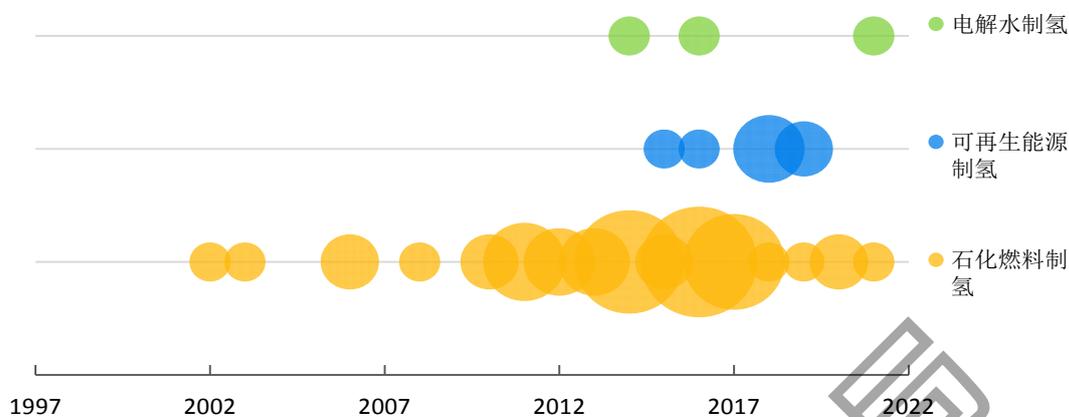


图 2-114 中国石油化工股份有限公司上游二级技术分支申请趋势

同时对中国石油化工股份有限公司制氢领域协同创新专利进行分析，结果见表 2-6。从表中可以看出，中国石油化工股份有限公司的协同创新对象均为浙江大学，其涉及的技术均为石化燃料制氢，在电解水制氢和可再生能源制氢领域的技术合作处于空白阶段，从侧面反映了中国石油化工股份有限公司注重石化燃料制氢领域的发展，且在该领域拥有一定的技术积累。

表 2-6 中国石油化工股份有限公司制氢领域协同创新专利

序号	技术领域	标题	申请号	申请人
1	石化燃料制氢	采用固定床吸附强化的甲烷水蒸气重整制氢工艺及装置	CN200610155120.4	中国石油化工股份有限公司；浙江大学
2	石化燃料制氢	一种流化-固定复合床反应吸附强化甲烷水蒸气重整制氢的装置及方法	CN201310241587.0	中国石油化工股份有限公司；浙江大学
3	石化燃料制氢	采用循环流化床的吸附强化甲烷水蒸汽重整制氢工艺及装置	CN200610053567.0	中国石油化工股份有限公司；浙江大学
4	石化燃料制氢	含硫甲烷直接用于反应吸收强化甲烷水蒸汽重整制氢方法	CN200810062650.3	中国石油化工股份有限公司；浙江大学

(3) 西安交通大学

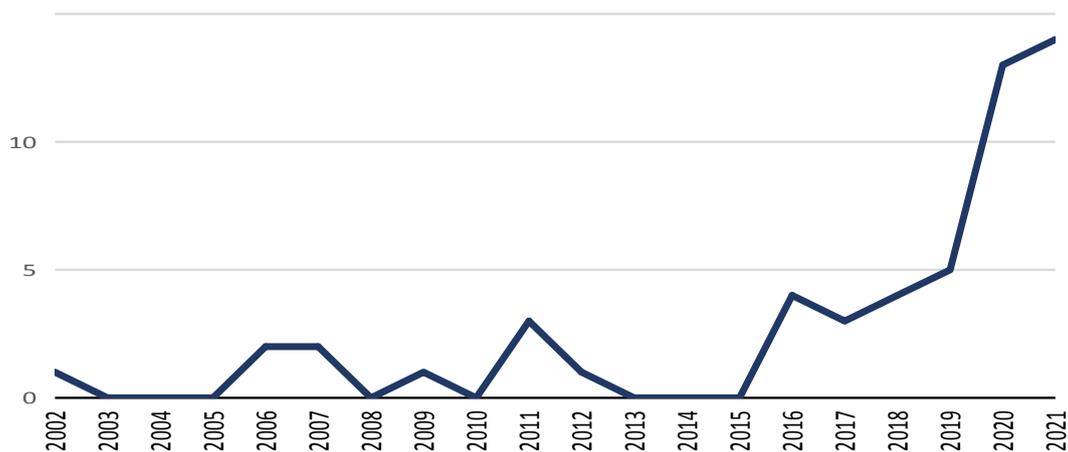


图 2-115 西安交通大学氢能上游专利申请趋势

对西安交通大学氢能上游相关专利进行分析,如图 2-115 所示。氢能上游专利申请起始于 1990 年,至 2015 年期间,专利申请持续开展,但布局数量不多;在 2016 年以后,专利申请量呈现快速增长趋势。

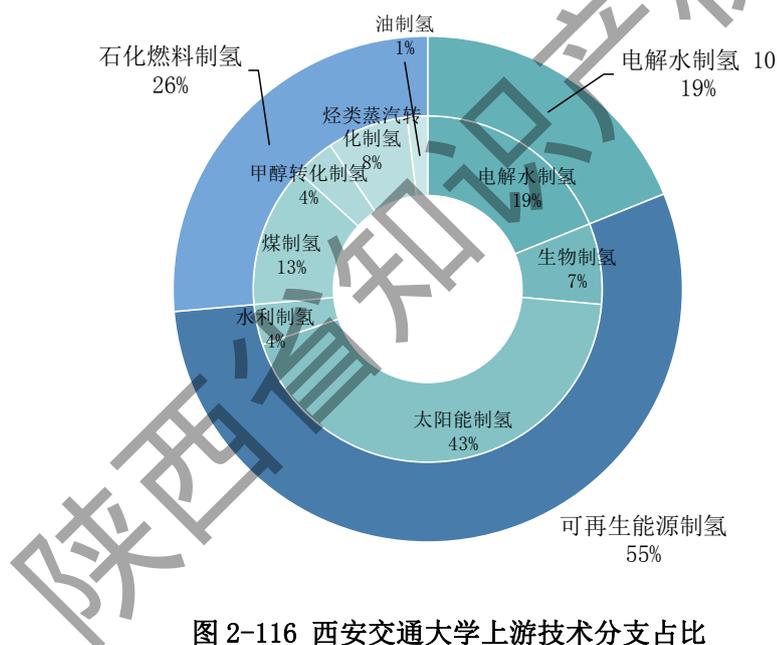


图 2-116 西安交通大学上游技术分支占比

如图 2-116 所示,西安交通大学的优势领域是可再生能源制氢技术领域,在该领域中最具有技术优势的太阳能制氢技术,占总申请量的 43%;另外,西安交通大学在电解水制氢技术领域也有着相当多的技术积累。在石化燃料制氢技术领域,煤制氢技术是关注的热点方向。西安交通大学尝试了各种方法的制氢技术,分别在电解水制氢技术领域、石化燃料制氢技术领域和可再生能源制氢技术领域形成了自己的优势,并且在近年来对该制氢技术领域的关注度越来越高。

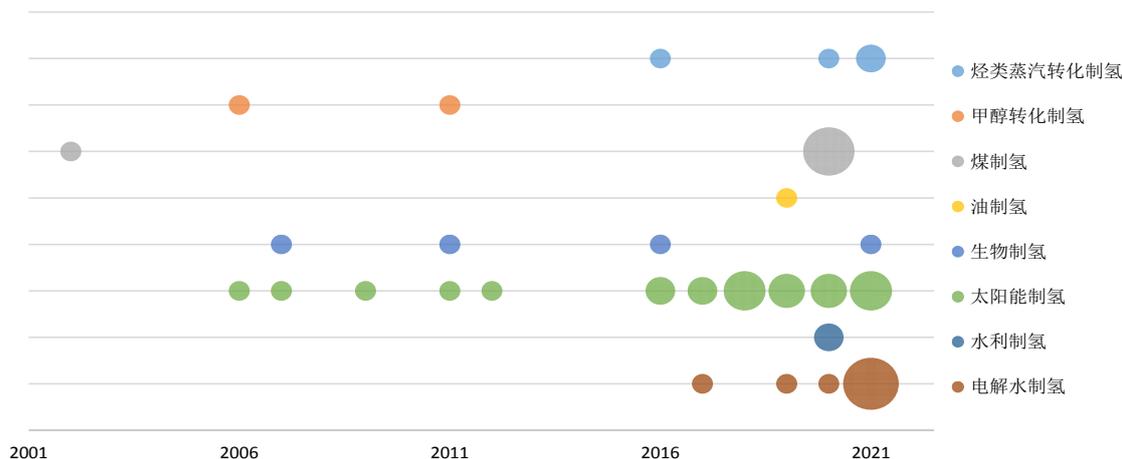


图 2-117 西安交通大学上游三级技术分支申请趋势

可再生能源制氢技术领域中，西安交通大学在太阳能制氢技术的专利布局较早周期最长，并且 2016 年后专利布局的密集程度越来越高，除此之外，学校在生物制氢技术也进行了持续布局，学校对水利制氢技术领域的布局发生在 2020 年左右。

石化燃料制氢领域，近年来，学校重点关注电解水制氢。

## (二) 中游

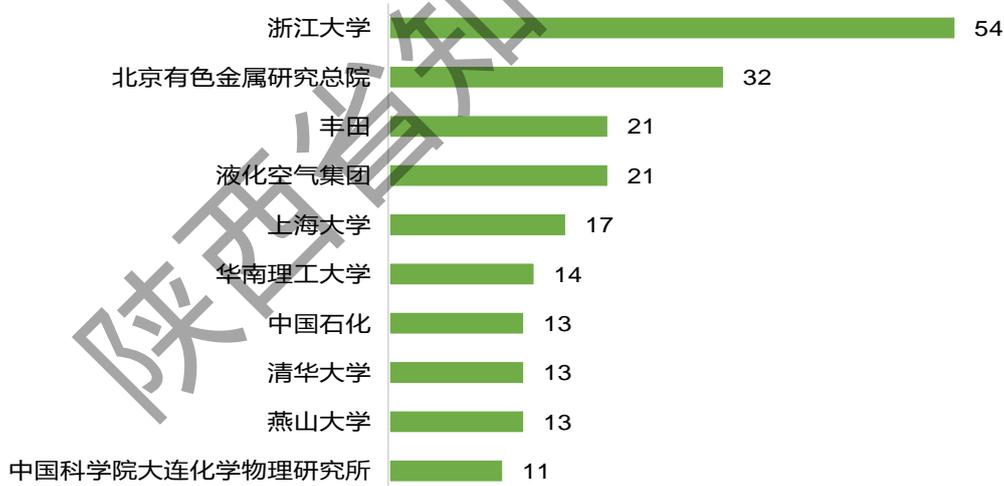


图 2-118 我国产业链中游申请人前十排名

产业链中游申请人前十排名如图 2-118 所示，其中包括浙江大学、北京有色金属研究总院、丰田、液化空气集团（AIR LIQUIDE）、上海大学、华南理工大学、中国石油化工股份有限公司、清华大学、燕山大学、中国科学院大连化学物理研究所，其中 3 位属于企业申请人，其余 7 位均为高校/科研院所申请人，由此可见，高校/科研院所是国内氢能产业链中游发展的主阵地。

图 2-119 分析了产业链上游前十位申请人的申请趋势，由图中可以看出，近年来申请最为活跃的是清华大学；浙江大学一直都在持续的开展专利的申请和布局；北京有色金属研究总院的专利申请主要集中在 2007 年-2010 年之间，2015 年-2017 年迎来了专利申请的一个小高峰；丰田公司在 2005 年-2007 年专利活动密集，但近几年动力不足；液化空气集团在 2018 年后专利申请活动频繁；燕山大学自 2016 年开始在中游领域取得了一定的进展。

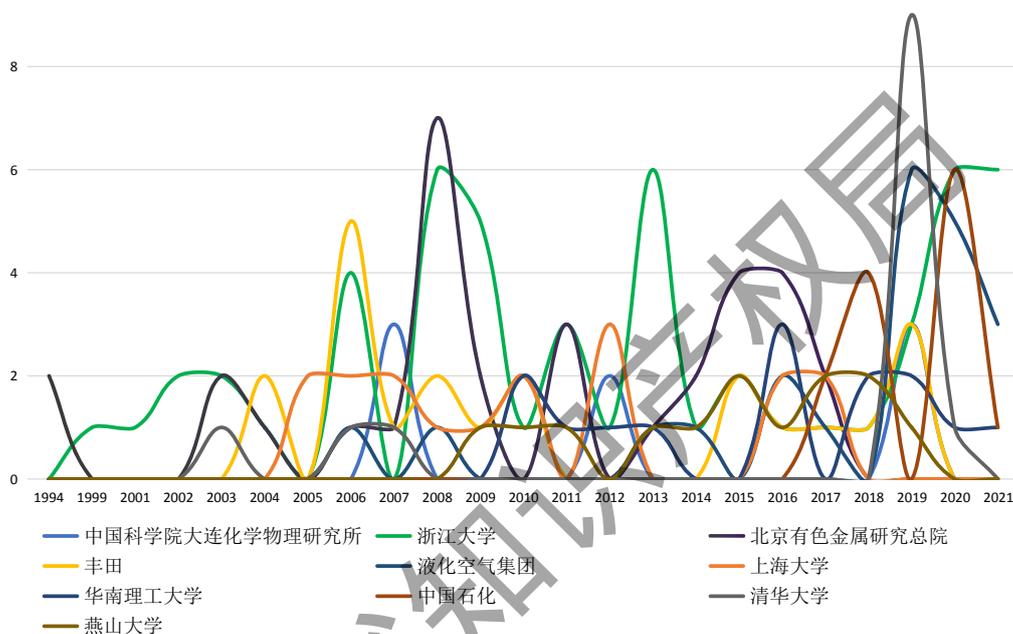


图 2-119 我国产业链中游前十申请人申请趋势

图 2-120 分析了产业链中游前十申请人的技术分布，可以看出各申请人的研究领域各有侧重。在气态储氢技术领域，国外申请人丰田、液化空气集团（AIR LIQUIDE）更具竞争优势，专利申请量高于国内申请人；有机液态储氢技术领域的，仅有包括浙江大学、华南理工大学和中国科学院大连化物研究所进行了少量的专利布局；金属基储氢技术领域是国内高校、院所的研究热点，其中浙江大学、北京有色金属研究总院的研究最为集中；在复合储氢技术领域，浙江大学的专利申请量最高；在运氢技术领域，中国石油化工股份有限公司、清华大学的研究热度较高。

在低温液化储氢、物理吸附储氢技术领域领域的研究也较少。

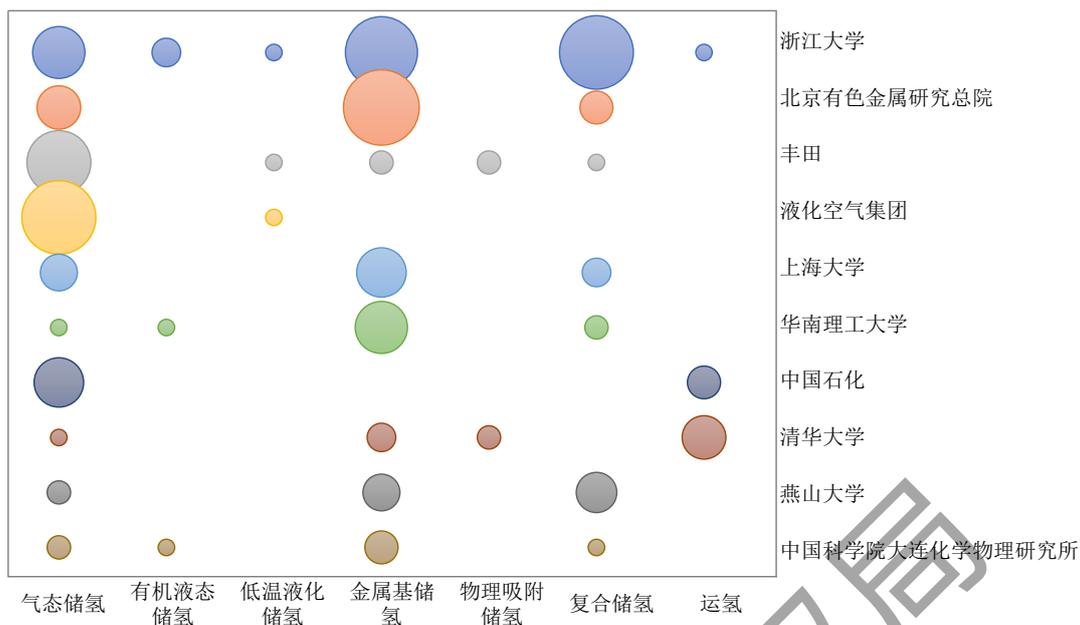


图 2-120 我国产业链中游前十申请人技术分布

根据申请人排名，从发展趋势、协同创新、专利运营等角度对浙江大学、北京有色金属研究总院、丰田自动车株式会社进行进一步的深度分析。

#### (1) 浙江大学



图 2-121 浙江大学氢能领域中游专利申请趋势

对浙江大学氢能产业链中游储运氢相关专利进行分析，如图 2-121 所示。浙江大学自 1999 年在储运氢领域开始专利申请，专利申请趋势未有明显增长趋势，其呈现波动变化，2020 年专利申请达到顶峰，但年均专利申请量均在 10 件以下，说明浙江大学在储运氢领域还处于研究阶段。

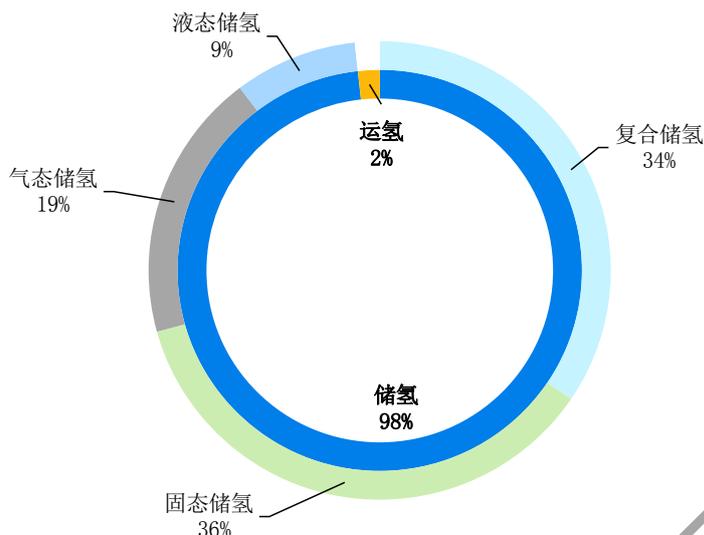


图 2-122 浙江大学储运氢领域二三级技术分支占比

如图 2-122 所示，浙江大学在储运氢领域重点关注储氢技术，占总专利申请的 98%，运氢技术的专利申请相对较少，占总申请的 2%。同时从图中也可以看出，储氢领域中，浙江大学的重点在固态储氢，占总申请量的 36%，复合储氢占总申请量的 34%；气态储氢占总申请量的 19%，液态储氢专利相对较少，占总申请量的 9%。

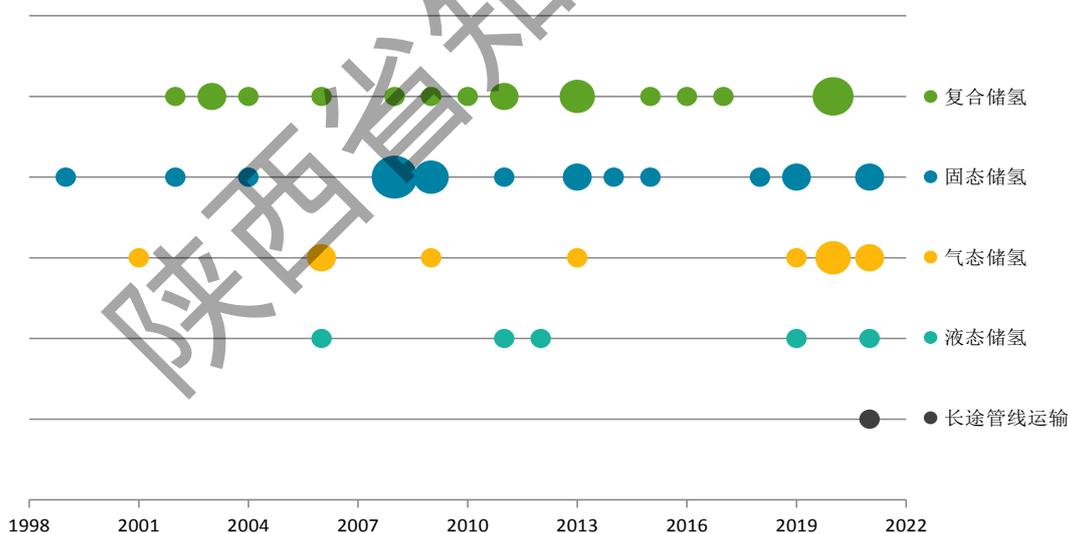


图 2-123 浙江大学中游储运氢三级技术分支申请趋势

如图 2-123 所示，浙江大学三级技术分支申请布局可以看出，固态储氢的专利申请时间最早，专利数量最多；气态储氢专利申请从 2001 年开始，但其专利申请主要集中在 2019 年后，其申请量相对较少，未形成专利布局；而复合储氢自 2002 年开始专利申请后，除 2005、2007 年外浙江大学每年均在复合储氢技术

分支有相关专利布局，说明该技术处于不断的研究阶段；而液态储氢的专利申请起步晚，申请量少，其申请未形成明显的趋势；同时针对运氢浙江大学仅在 2021 年开始相关专利布局。上述可以看出，浙江大学在储运氢领域研究的方向主要集中在固态储氢和复合储氢技术分支，今年来研发方向虽然具有多样性，但未形成相关的专利布局。

同时对浙江大学氢能产业链储运氢领域协同创新专利进行分析，结果见表 2-7。从表中可以看出，浙江大学的协同创新对象企业占比大，说明其专利技术相对成熟，技术产出高；协同创新设计的技术分支在固态储氢、液态储氢和气态储氢领域，复合储氢和运氢领域合作暂时处于空白阶段，从侧面反映了浙江大学在固态储氢领域有一定的技术积累。

表 2-7 浙江大学中游协同创新专利

序号	技术领域	标题	申请号	申请人
1	液态储氢	空间液氢储罐排气冷量利用系统	CN201910573893.1	浙江大学；上海宇航系统工程研究所
2	气态储氢	一种防爆双层高压氢气储罐	CN202020621017.X	浙江大学；浙江工业大学；上海罡天智能科技有限公司；浙江欧佩亚海洋工程有限公司
3	固态储氢	一种储氢器	CN200410067249.0	浙江大学；嘉兴浙大帕尔肯储氢技术有限公司
4	固态储氢	一种产生高压氢的储氢合金	CN201110414978.9	浙江大学；宁波出入境检验检疫局检验检疫技术中心

## (2) 北京有色金属研究总院

对北京有色金属研究总院氢能产业链中游相关专利进行分析，结果如图 3-124。北京有色金属研究总院自 1994 年开始专利相关领域申请，在 2007 年之后呈现快速增长，2008 年申请达到顶峰，之后逐渐下降。

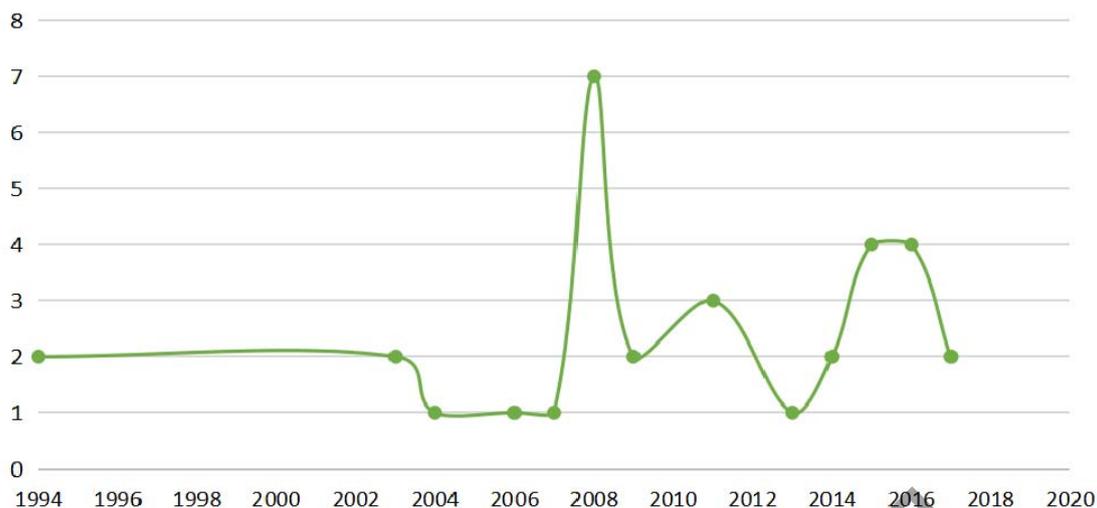


图 2-124 北京有色金属研究总院氢能产业链中游专利申请趋势

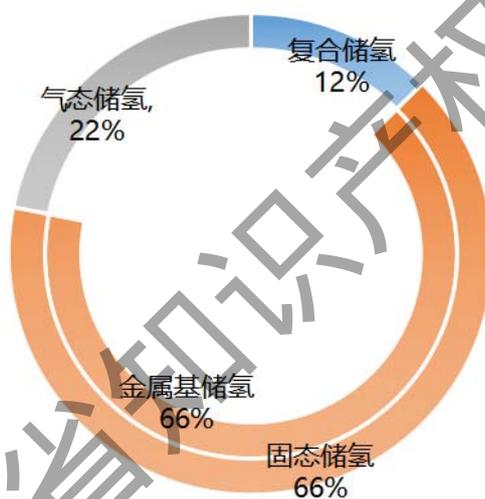


图 2-125 北京有色金属研究总院专利技术分支占比

如图 2-125 所示，北京有色金属研究总院专利技术分支中，固态储氢占比最高，占总体的 66%，且全部集中在金属基储氢环节，气态储氢占比 22%，复合储氢占比较低，占 12%。

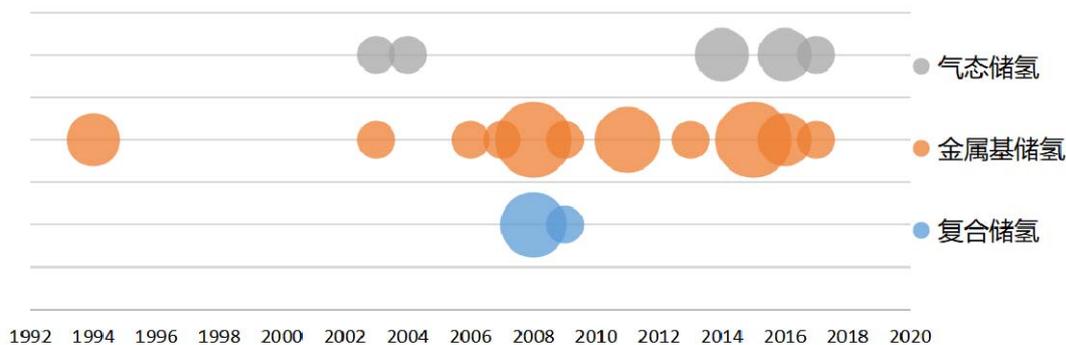


图 2-126 北京有色金属研究总院各技术分支申请趋势

如图 2-126 所示，北京有色金属研究总院各技术分支申请趋势中，固态储氢（集中在金属基储氢）相关申请最多且出现最早，气态储氢近几年也有相关持续申请，复合储氢在 2008 年和 2009 年有过申请专利，随后几年未有申请。由此可见，北京有色金属研究总院近几年的研发领域主要为固态储氢（集中在金属基储氢）。

### (3) 丰田汽车株式会社

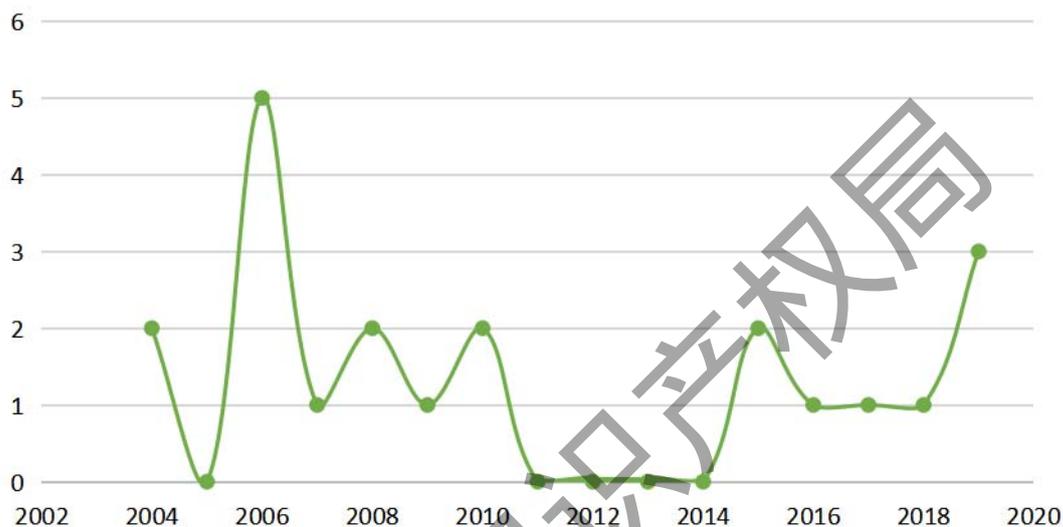


图 2-127 丰田汽车株式会社氢能产业链中游专利申请趋势

对丰田汽车株式会社氢能产业链中游相关专利进行分析，结果如图 2-127。丰田汽车株式会社自 2004 年开始专利相关领域申请，2006 年专利申请量最多，之后逐渐下降，近几年，专利申请量保持在每年 1-3 件。

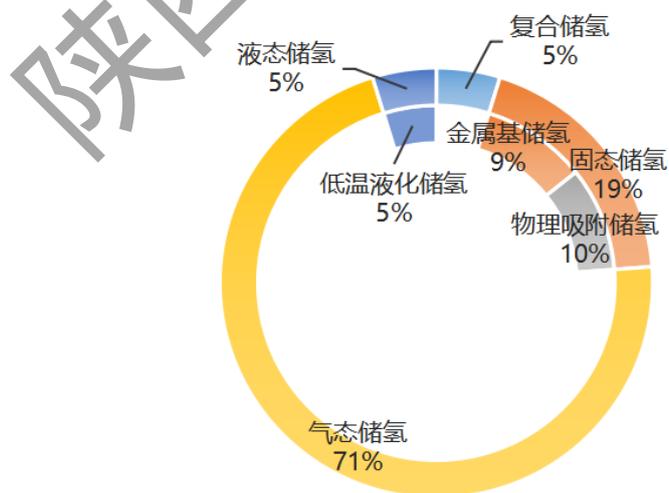


图 2-128 丰田汽车株式会社专利技术分支占比

如图 2-128 所示,丰田汽车株式会社专利技术分支中,气态储氢占比最高,占总体的 71%,其次为固态储氢,占比 19%,复合储氢和液态储氢各占 5%。其固态储氢中物理吸附储氢占 10%,金属基储氢占 9%。



图 2-129 丰田汽车株式会社各技术分支申请趋势

如图 2-129 所示,丰田汽车株式会社各技术分支申请趋势中,气态储氢相关专利申请最多且出现最早,近几年也有相关持续申请,相比较而言,其它技术分支申请均较少,其中低温液化储氢在 2006 年有过申请专利外,此后再未有申请,另外金属基储氢的申请年限较晚。由此可见,丰田汽车株式会社近几年的研发领域主要为气态储氢和金属基储氢。

### (三) 下游



图 2-130 我国产业链下游前十申请人

如图 2-130 所示,对中国氢能产业下游的申请人进行统计,排名前十的申请人分别为中国石油化工股份有限公司、中国科学院大连化学物理研究所、中国石油天然气股份有限公司、浙江大学、浙江工业大学、天津大学、大连理工大学、万华化学集团股份有限公司、华南理工大学、北京化工大学。中国石油化工股份

有限公司申请量遥遥领先，在下游具有较强的市场控制力。

根据申请人排名，从发展趋势、协同创新、专利运营等角度对中国科学院大连化学物理研究所和中国石油天然气股份有限公司进行进一步的深度分析。

#### (1) 中国科学院大连化学物理研究所



图 2-131 中国科学院大连化学物理研究所氢能下游专利申请趋势

对中国科学院大连化学物理研究所氢能产业链下游相关专利进行分析，如图 2-131 所示。中国科学院大连化学物理研究所自 1990 年开始专利申请，在 2011 年之后呈现快速增长，2018 年申请达到顶峰，之后逐渐下降。

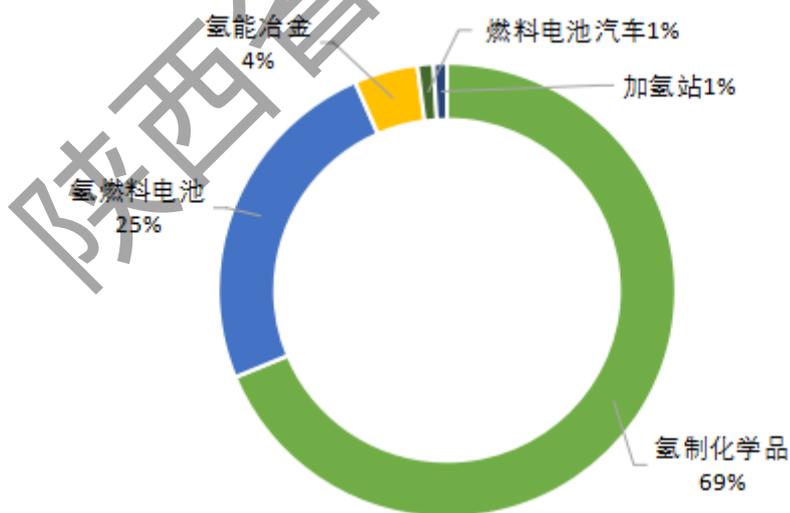


图 2-132 中国科学院大连化学物理研究所下游二级技术分支占比

如图 2-132 所示，中国科学院大连化学物理研究所重点关注氢制化学品技术领域，占总申请量的 69%；氢燃料电池占总申请量的 25%，氢能冶金占总申请量

的比 4%，燃料电池汽车和加氢站专利占比较少。

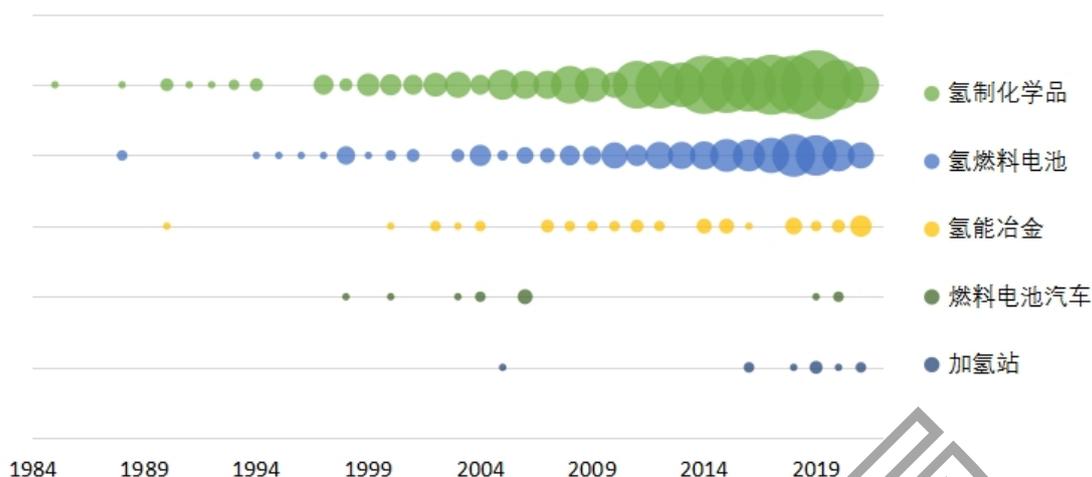


图 2-133 中国科学院大连化学物理研究所下游二级技术分支申请趋势

如图 2-133 所示，中国科学院大连化学物理研究所二级技术分支申请布局中可以看出，氢制化学品专利申请时间最早，专利数量最多，尤其是在 1997 年开始，专利申请数量增长迅猛。氢燃料电池在 1994 年开始也有了较多的专利布局，关注度也是持续增长。加氢站、氢能冶金以及燃料电池汽车在 1999 年前后均有相关专利申请，中国科学院大连化学物理研究所近几年的研发方向具有多样性。

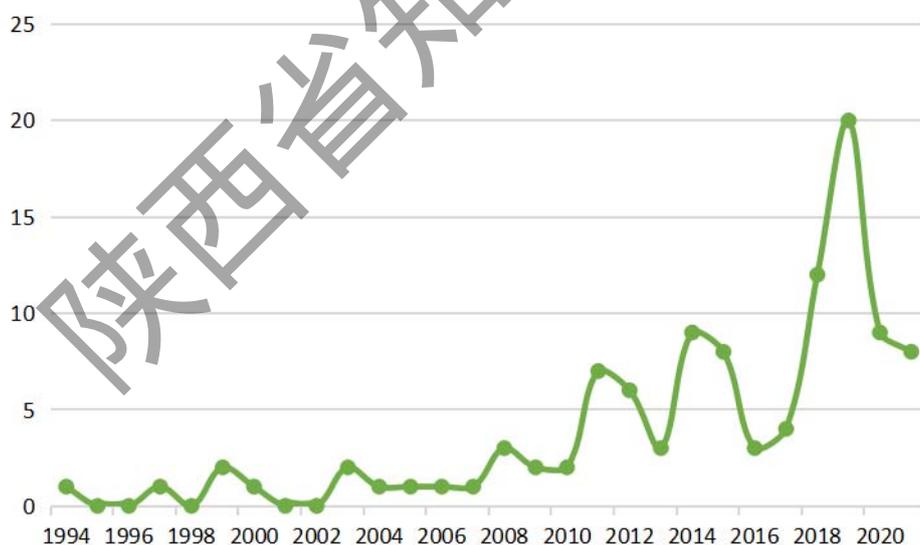


图 2-134 中国科学院大连化学物理研究所下游协同创新专利势

对中国科学院大连化学物理研究所氢能产业链下游合作申请相关专利进行分析，如图 2-134 所示，中国科学院大连化物所合作申请发生于 1994 年以后，之后申请量整体呈现上升趋势，尤其在 2017 年之后，合作申请的专利数量大幅

上升，并于 2019 年申请达到顶峰，之后呈现下降趋势。

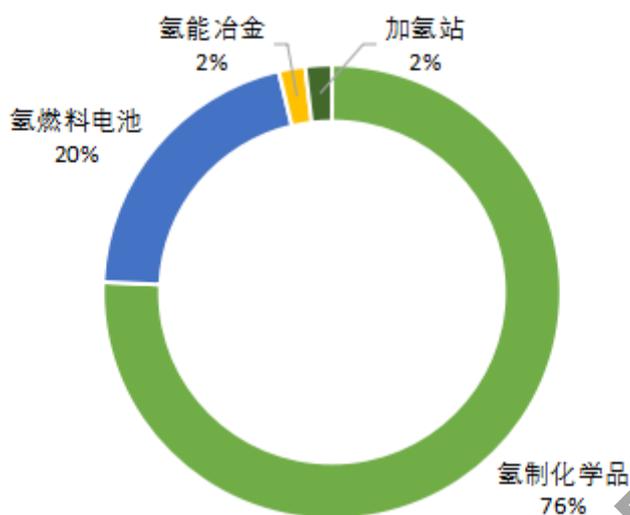


图 2-135 中国科学院大连化学物理研究所下游协同创新专利技术分支占比



图 2-136 中国科学院大连化学物理研究所下游协同创新专利技术分支变化趋势

如图 2-135、2-136 所示，中国科学院大连化学物理研究所合作申请专利技术分支中，氢制化学品合作申请专利数量占合作申请总量的 76%，该领域合作发生最早，并且 2010 年后，合作申请的专利申请量迅猛增长，在 2019 年达到高峰；其次为氢燃料电池，合作申请的专利数量占合作申请总量的 20%，其合作主要发生在 2015 年后；氢能冶金和加氢站技术领域合作开发的专利申请数量较少。

## (2) 中国石油天然气股份有限公司



图 2-137 中国石油天然气下游专利申请趋势

对中国石油天然气股份有限公司下游专利申请趋势进行分析，如图 2-137 所示。中国石油自 2000 年开始申请专利，申请量整体呈现上升趋势，在 2009 年后专利申请大幅上升，至 2015 年申请达到顶峰，近年来专利申请活动力有所下降。

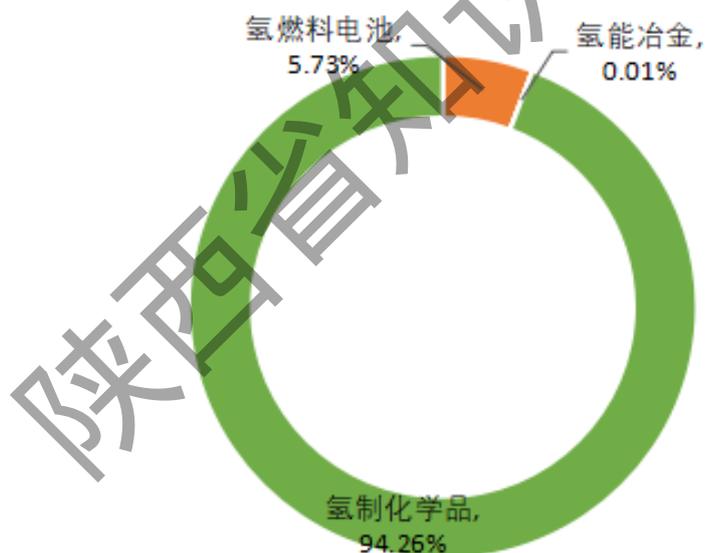


图 2-138 中国石油天然气下游二级技术分支占比

如图 2-138 所示，中国石油天然气专利技术分支中，氢制化学品占比最高，占总体的 94.26%；氢燃料电池占比 5.73%。

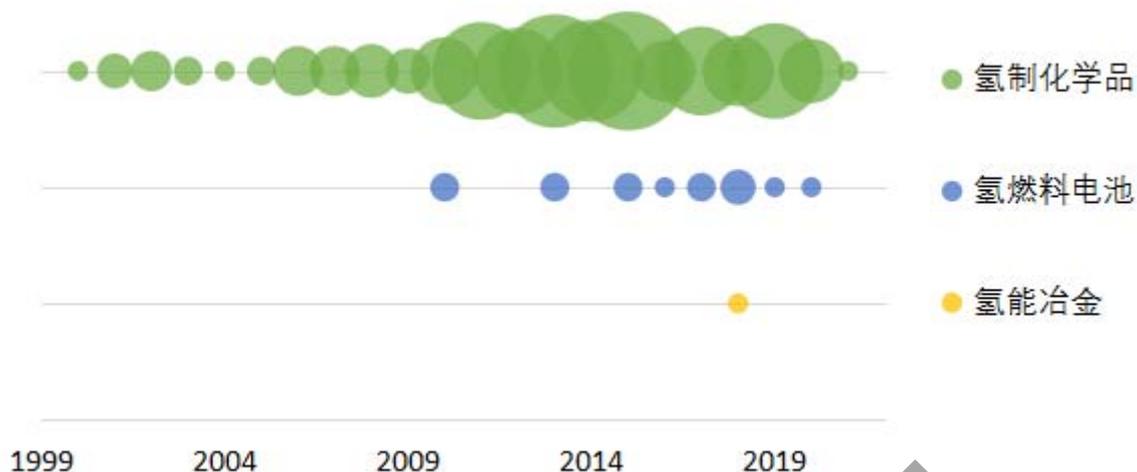


图 2-139 中国石油天然气下游二级技术分支申请趋势

如图 2-139 所示，中国石油天然气股份有限公司各技术分支中，氢制化学品自 1999 年开始专利布局并且数量逐年增长，氢燃料电池领域的专利布局较晚，主要发生在 2010 年后。

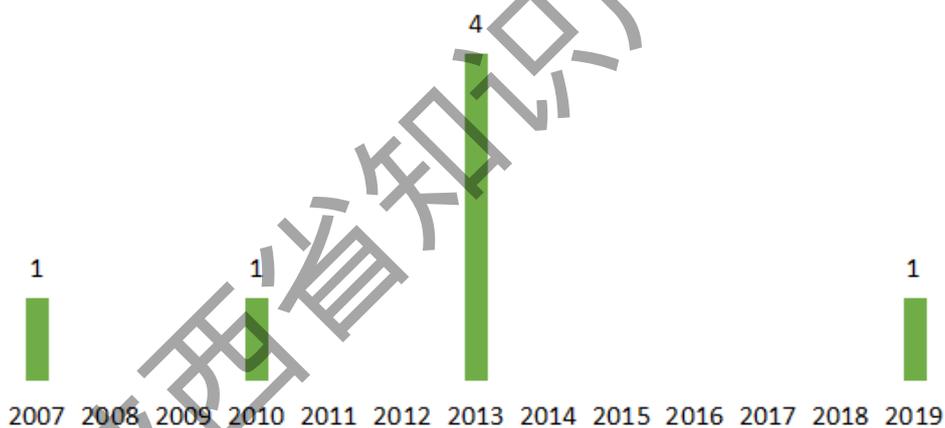


图 2-140 中国石油天然气下游专利协同创新趋势

中国石油天然气股份有限公司的合作申请专利数量较少，如图 2-140 所示。其在国内的合作申请专利的技术领域均为氢制化学品，并且 2013 年合作申请的专利数量最多，为 4 件。

## 2.2.3.2 重要创新主体技术合作

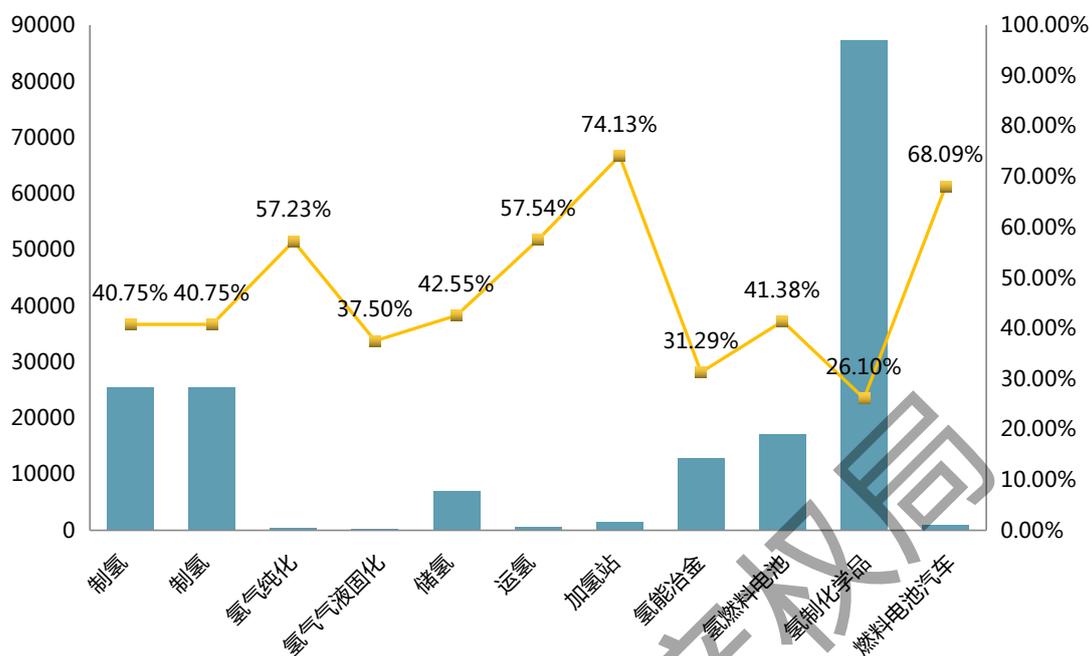


图 2-141 全球氢能领域二级分支专利联合申请率

市场需求刺激了氢能产业上游和中游的发展，申请人需要持续保持较强的创新动力，才能满足多变的市场需求。因此在技术研发方面，需要两个及其以上申请人共同合作完成技术创新。通过对全球氢能产业专利合作申请数量进行统计，各二级技术分支的联合申请率分布在 26.10%~74.13%，产业整体协同创新申请率较高。

随着氢能领域的不断发展，氢能产业各个环节之间的关联性、协同性要求越来越高，氢能领域上、中、下游紧密衔接特征尤其明显。目前，储氢、制氢和氢燃料电池形成了上下游合作，促进产业共同发展，并对优势协同创新的专利进行统计。如中国石化与浙江大学联合申请了采用循环流化床的吸附强化甲烷水蒸汽重整制氢工艺及装置，通过催化剂的再生保持制氢反应效率；日本的爱信精机与德国的博世公司联合申请了燃料电池装置，除了燃料电池装置之外，燃料电池系统还可以包括其它部件和/或单元，例如用于燃料和/或空气的供应管，最终形成一种具有改进的关闭性能的燃料电池系统。

表 2-8 优势专利上下游协同创新统计表

序号	申请人	公开号	标题
1	丰田/华盛顿国际集团	BRPI0906001A2	材料允许存储和释放的气体，一种材料的制备方法，用于存储气体和材料用于存储与氢释放
2	东京瓦斯株式会社/日本特殊	JP5592680B2	氢气生产装置
3	中国石化/浙江大学	CN100497160C	采用循环流化床的吸附强化甲烷水蒸汽重整制氢工艺及装置
4	丰田/爱信精机	JP2009242162A	重整装置，用于燃料电池
5	爱信精机/博世公司	EP3239097B1	燃料电池装置
6	丰田/爱信精机	JP4098332B2	该重整装置和一种燃料电池系统

为了解技术瓶颈，发现技术合作趋势，以下重点分析液化空气集团（AIR LIQUIDE）、日本制铁公司（NIPPON STEEL）、中国科学院大连化学物理研究所、中国石油化工股份有限公司、日本丰田（TOYOTA MOTOR）五位申请人的合作关系，具体分析如下：

（一）液化空气集团（AIR LIQUIDE）

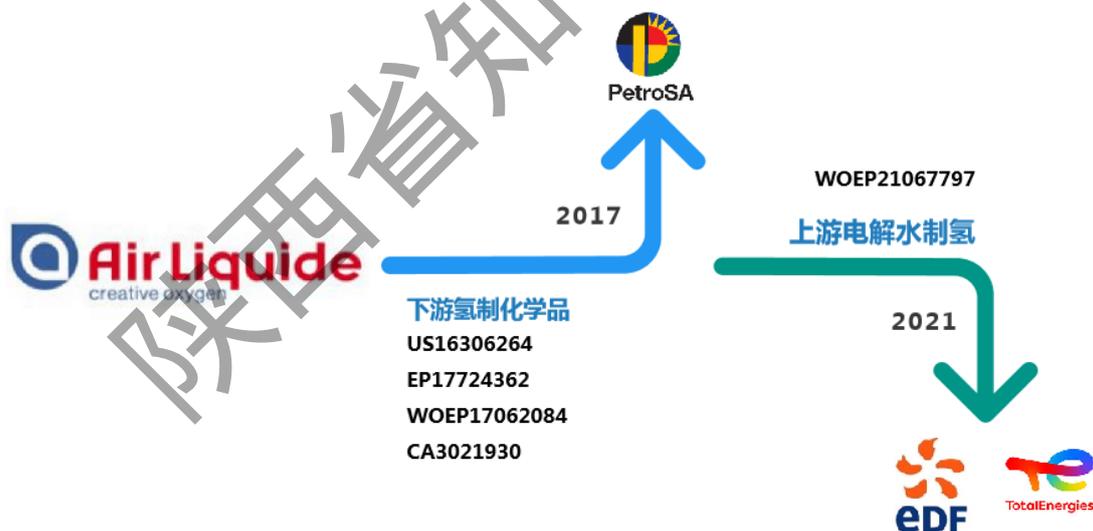


图 2-142 Air Liquide 技术合作关系

近年来，液化空气集团（AIR LIQUIDE）发生的技术合作主要有两件，2017年，液化空气集团（AIR LIQUIDE）与南非国家石油公司（PetroSA）围绕下游氢制化学品环节开展了专利合作，具体涉及使用具有浆态床鼓泡反应器的浆料床将一氧化碳和氢转化为液态发动机燃料和/或蜡的费-托（FT）法/工艺。2021年，液

化空气集团与道达尔能源 (TOTAL ENERGIES)、法国电力集团 (Electricite De France), 共同开始关于电解水制氢装置和方法的研究, 该装置能抑制和限制氧气的生成反应来提高氢的生成速率, 从而能够在高电流密度下工作。

## (二) 日本制铁公司 (NIPPON STEEL)

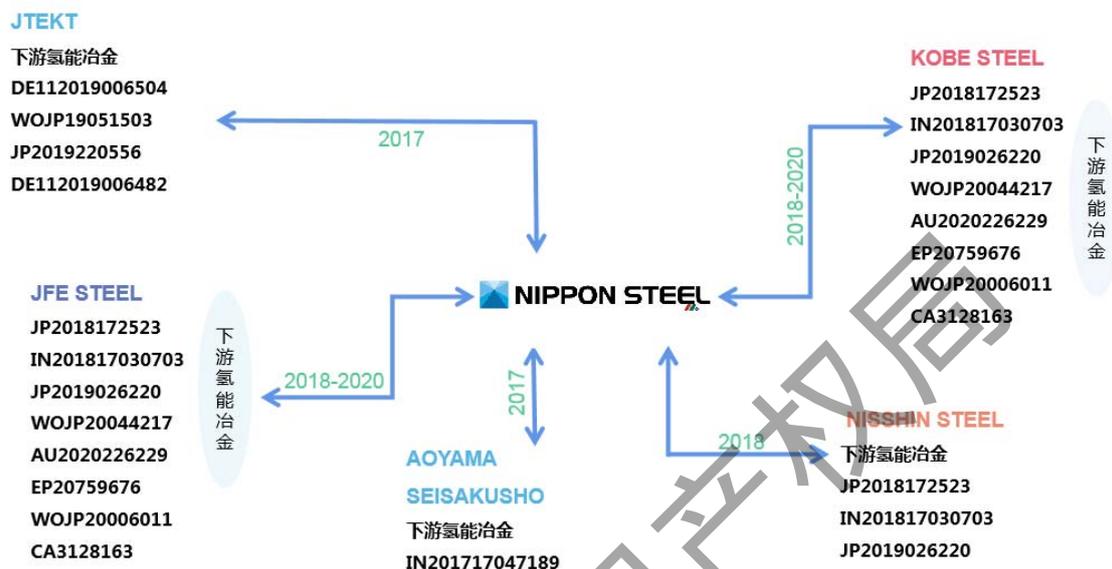


图 2-143 NIPPON STEEL 技术合作关系

近年来, 日本制铁公司 (NIPPON STEEL) 开展技术合作主体主要有五位, 包括捷太格特 (JTEKT)、日本钢铁控股公司 (JFE STEEL)、株式会社青山制作所 (AOYAMA SEISAKUSHO)、日新制钢株式会社 (NISSHIN STEEL)、日本神户钢铁公司 (KOBE STEEL)。

技术合作全部围绕下游氢能冶金, 这也印证了日本制铁公司在氢能冶金领域的行业地位。

## (三) 中国科学院大连化学物理研究所

山西潞安矿业(集团)有限责任公司与中国科学院大连化学物理研究所的合作发生在 2019 年, 研究主要基于两方面, 一方面涉及下游贵金属加氢催化剂的研究, 包括钨钼合金、钨钨合金催化剂等, 一方面涉及浆态床反应器的设计。



图 2-144 中国科学院大连化学物理研究所技术合作关系

## (四) 中国石油化工股份有限公司



图 2-145 中国石油化工股份有限公司技术合作关系

中国石油化工股份有限公司的合作对象有三位，包括上海上阳流体科技有限公司、上海化工研究院有限公司、浙江大学，与上海上阳流体科技有限公司（Cleanwell）的合作主要基于油浆处理，其处理系统包括油浆预过滤系统和滤出油加氢处理系统，其中过滤器是技术创新点，上海上阳流体科技有限公司的技术核心为过滤分离产品的研发、制造，因此中国石油化工股份有限公司与上海上阳流体科技有限公司合作又处于提高油浆的过滤效果。

中国石油化工股份有限公司与上海化工研究院有限公司、浙江大学的合作方向为氢制化学品，尤其是烯烃聚合，该合作能有助于延伸中国石油化工在烯烃聚合的技术能力。

## (五) 日本丰田 (TOYOTA MOTOR)



图 2-146 TOYOTA 技术合作关系

2018 年，日本制铁公司（NIPPON STEEL）与丰田汽车公司（TOYOTA）合作，安装在燃料电池车辆上的高压储氢罐及其制造方法。使用长丝卷绕方法，在高压氢气罐的外表面，将氢气罐的预浸料带卷绕加压固化，耐高压氢气罐能耐高压，且抗疲劳能力明显提高。

2018~2019 年，电装公司（DENSO）与丰田汽车公司（TOYOTA）合作，设计可以抑制燃料重整器中重整催化剂过热的燃料重整装置。

2019 年，丰田汽车公司（TOYOTA）与广岛大学合作，研究如何在碱性水电解中，产生电解还原和高压氢气。

氢罐中的氢在高压下处于 $-40^{\circ}\text{C}$ 以下的极低温。因此，要求直接接触氢气的长衬垫能够承受高压的强度和即使在极低温下也能维持强度。另外，为了扩大燃料电池车，要求实现高循环化，要求使用吹塑的无缝（无缝）衬垫。2020 年，宇部兴产株式会社（UBE）与丰田汽车公司（TOYOTA）、FTS 株式会社合作，研究用于吹制氢罐无缝长衬里的聚酰胺树脂组合物和用于氢罐的无缝长衬里。

2019~2020 年，日野汽车有限公司（HINO MOTORS）与丰田汽车公司（TOYOTA）合作，合作方向为储氢罐内部压力测算。

## 2.2.4 人才链

### 2.2.4.1 全球氢能产业发展促进人才的汇集

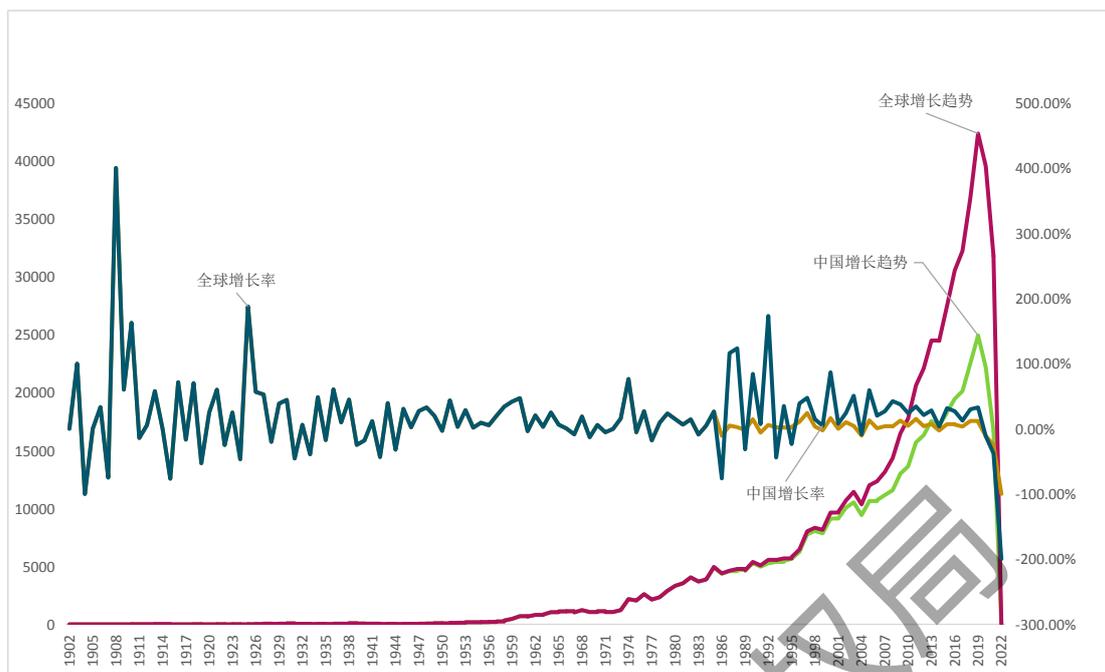


图 2-147 全球氢能产业专利发明人增长趋势

氢能领域是技术密集型行业，在产业链快速升级的背景下，相关企业在技术革新、产业融资等环节能力的不断提升，需要在人才培养方面加大投入，增强人才实力。

从产业专利发明人的增长变化趋势来看，全球发明人自二十世纪七十年代以来呈逐年增长态势，2019年发明人达到历史高峰，拥有技术人才24928人，其中2010年到2019年发明人增长率保持在3.3%以上。而我国氢能人才在2000年以后进入快速增长阶段，2010-2019年间发明人增长率稳定保持在6.25%以上。2015年中国发明人数量达到了9190人，占全球发明人总数量的50%以上；在2019年-2021年间，我国发明人数量达到全球发明总数量的70%以上，我国成为氢能产业研发活动最活跃的国家。

氢能产业人才的快速增长得益于市场对氢气下游产物需求的刺激。1974年国际氢能协会在美国成立，美国斯坦福研究院开展了氢经济的可行性研究；同时期日本也大力发展氢能利用，推动氢能源电池的快速发展，此时形成了氢能产业人才增长的一个小高峰。随着工业化的发展，氢制化学品的大量应用，促进了氢能产业人才的聚集。而近年来，燃料电池和燃料电池汽车的快速发展进入了一个蓄势待发的阶段，产业研究和企业融资都为产业的发展提供了充足的动力，将带动人才在氢能领域的新一轮增长。

#### 2.2.4.2 氢制化学品人才增长趋势放缓，燃料电池人才需求大

如图 2-148 所示，从产业链各技术分支来看，全球氢能领域技术人才主要集中在下游氢制化学品，发明人占比高达 56.73%，其次是制氢、氢燃料电池、氢能冶金领域，专利发明人占比分别为 15.74%、12.20%和 8.78%，而储氢、运氢、加氢站、燃料电池汽车技术领域发明人占比均低于 4.47%。从发明人申请趋势来看，氢能领域氢制化学品的研发人才增势迅猛，而近年来，储氢、氢燃料电池、制氢技术领域研发人才增长较快，而燃料电池汽车和加氢站的人才数量较少。而未来随着燃料电池汽车的广泛应用，在燃料电池汽车及加氢站技术领域，人才数量还要迎来一波迅猛的涨势。

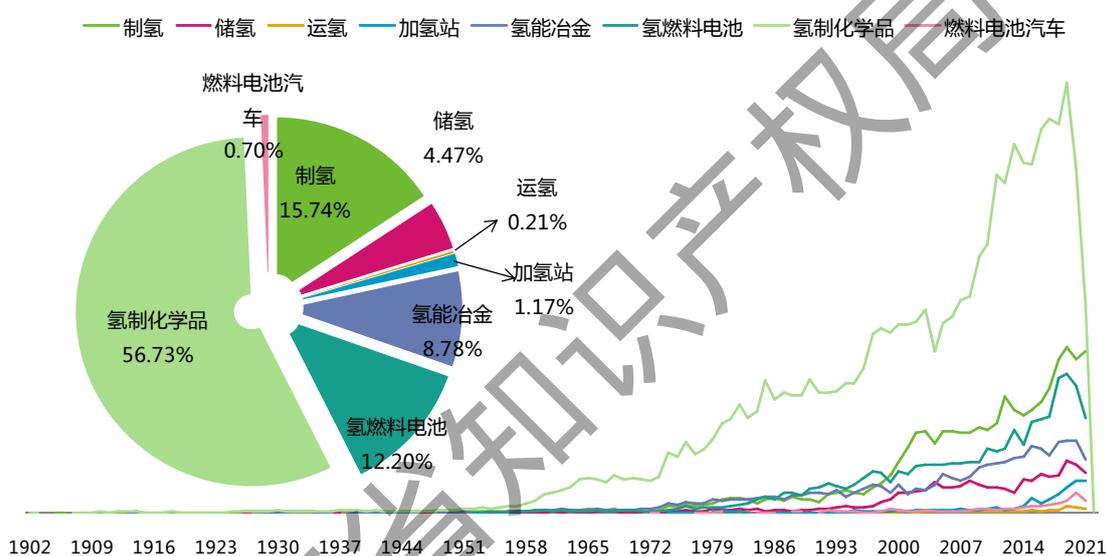


图 2-148 全球氢能产业二级分支领域发明人数量占比及趋势图

如图 2-149 所示，我国氢能领域关键技术人才主要集中在氢制化学品，相关专利发明人占比高达 53.54%，其次是制氢、氢燃料电池、氢能冶金相关专利发明人占比分别为 15.63%、13.55%、9.18%，高于产业全球总体情况。而储氢、加氢站、燃料电池汽车、运氢等关键技术研发人员占比均在 4.18% 以下。我国在下游氢制化学品的研发人才不同于国外波动式增长模式，是直线上升的增长模式。国内储氢、运氢、加氢站、燃料电池汽车技术分支研发人才增长相对缓慢，人才结构还不够均衡，人才缺口仍较大。

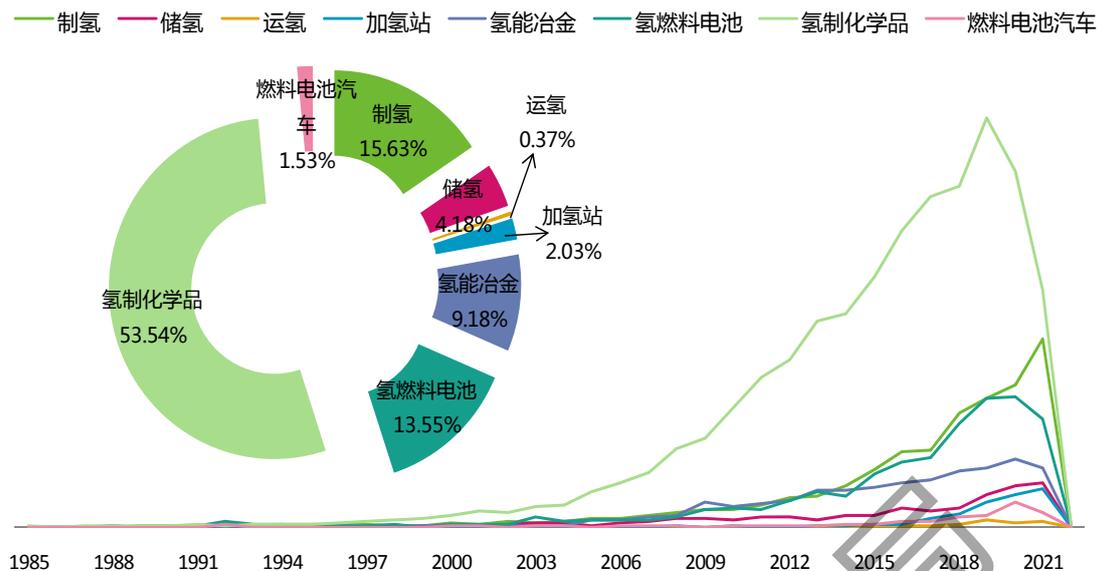


图 2-149 我国氢能产业二级分支领域发明人数量占比及趋势图

2.2.4.3 研发活动促使人才聚集，高校是研发活动的中坚力量。

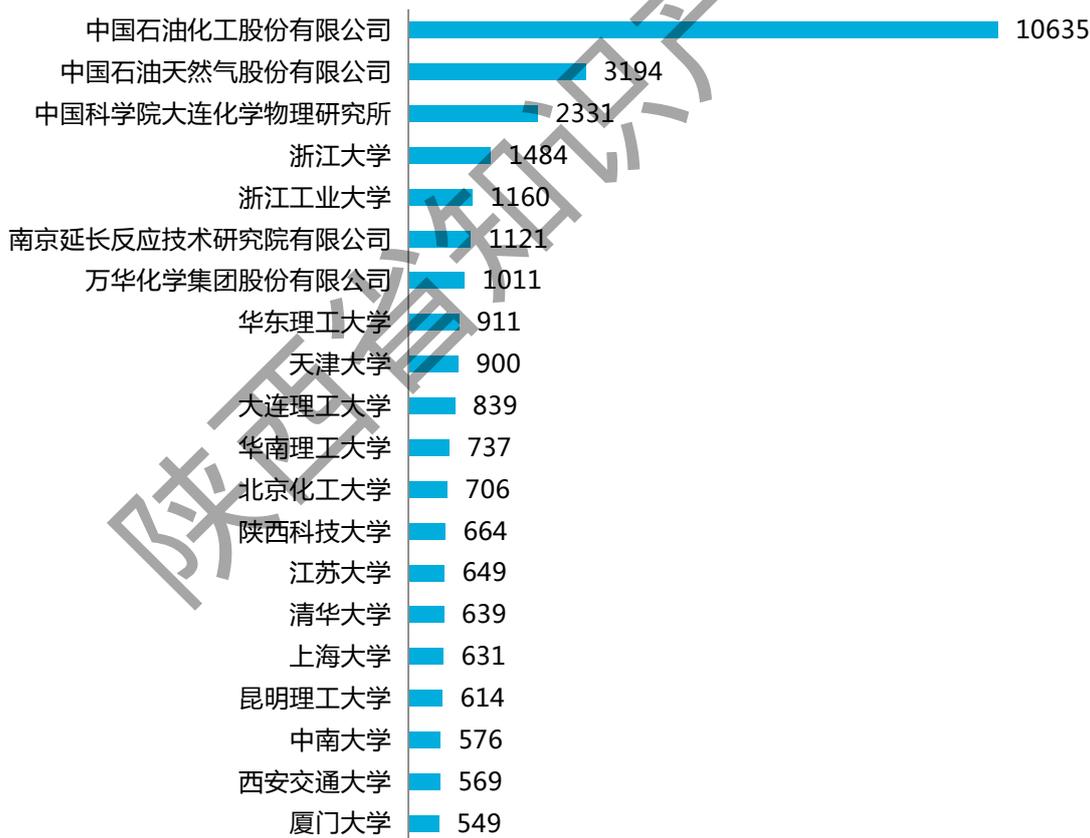


图 2-150 我国氢能产业申请人对应发明人数量排名

经统计企业的研发人才总数为 81581 人，占总人数的 59.78%，高校/科研院所研发人才总计 50980 人，占总人数的 37.35%。按照发明人数量对排名

前 20 的创新主体进行统计，如图 2-150 所示，排名前三位分别是中国石化、中石油和大连物化研究所。

我国氢能领域的主要研发人员集中在中国石油化工股份有限公司，其研发人员达到了 10635，占我国全部发明人总数的 17%。中国石化庞大的科研力量，促进企业跻身氢能产业全球第三、中国第一的位置，而中国石化在氢能领域优势技术为氢制化学品领域，同时中国石化作为央企，优厚的人才引进条件，吸引了一大批氢能领域的研发人员。

另外，2022 年 2 月教育部发布《关于公布 2021 年度普通高等学校本科专业备案和审批结果的通知》及《列入普通高等学校本科专业目录的新专业名单(2022 年)》中将“氢能科学与工程”专业被正式列入普通高等学校本科专业目录。今年初，全国首个氢能专业落地华北电力大学。近期，上海市发布的《规划》中提出，鼓励高校培育氢能相关学科专业，优化机械、化工、材料、能源等学科专业设置；鼓励以氢能关键技术研发和应用创新为导向，拓展人才引进通道，引进海外高端人才。辽宁省政府办公厅印发《辽宁省“十四五”教育发展规划》也指出，支持辽宁科技大学、辽宁工程技术大学、沈阳化工大学、大连交通大学、沈阳农业大学等高等学校加快新能源、储能、氢能、碳减排等理工类学科建设和人才培养，培育绿色低碳领域未来技术学院、现代产业学院和能源学院。通过国家对产业的重视，人才的储备和培育也进入了重点环节，氢能专业和学科建设要为我国“双碳”战略目标和氢能产业发展做好人才规划和布局，打造氢能领域战略科技人才力量。

我国氢能领域起步相对较晚，在政策的驱动下氢能领域涌现出大批企业。目前我国氢能产业技术人员主要布局在氢制化学品技术领域，未来随着国家对氢能源电池和氢能源的电池汽车的关注，在政策和产业发展的双向推动下，必将形成在制氢、储运氢、氢能源电池和氢能源电池汽车等技术领域的技术人才紧缺。

#### 2.2.4.4 人才分布不均匀，东部沿海人才密集

从人才的区域分布看，我国氢能产业关键技术人才主要集中在东部地区，专利发明人占比高达 64.53%，其次是中部地区、西部地区，专利发明人占比分别为 14.46%、11.84%，东北地区的关键技术研发人才最少，发明人占比仅 9.17%。

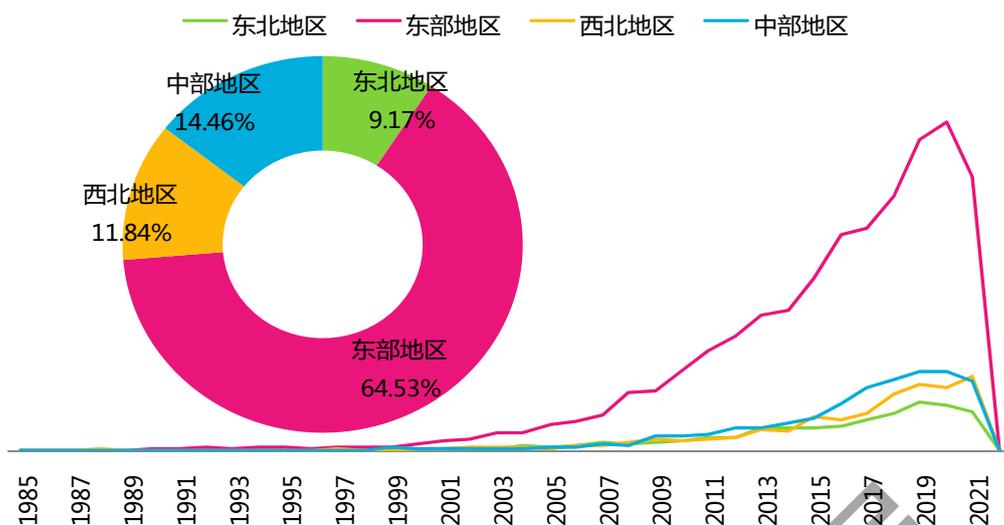


图 2-151 我国四大经济区氢能产业发明人数量占比及趋势图

在东部地区，氢能人员主要集中在广东、北京、江苏、上海、浙江等地，且东部地区的人才增长速度明显较快。2021 年为达到氢能人才集聚效应，改变因人才制约产业发展的问题，张家口市桥东区在氢能人才引进中发展资金支持力度，氢能人才工作经费由每年 60 万元增加到每年 500 万元，区财政列支 900 万元专项经费，为 23 名国家级氢能专家人才在桥东区安家落户提供住房补贴。对入驻空港经济开发区内的氢能人才创业项目，给予前三年房屋租金免费，后两年租金减半的支持保障。

### 2.2.5 专利风险

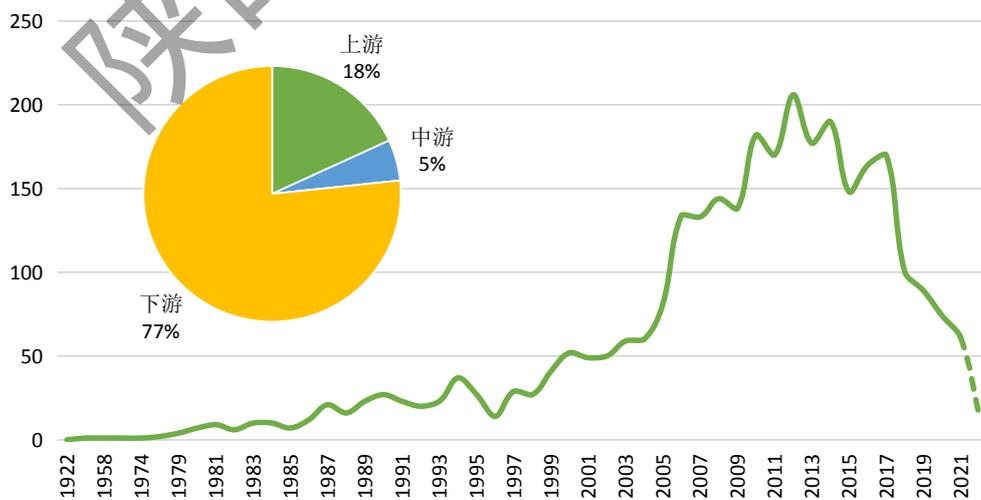


图 2-152 诉讼专利数量变化趋势

制氢、氢制化学品和氢能冶金是专利诉讼的焦点，是企业抢占市场的方式之一。经过对诉讼专利数据检索筛选后，获得涉及氢能产业的涉案专利共 3044 件，具体分布如图 2-152 所示，专利诉讼发生较早，但 1997 年之后，专利诉讼案件数量明显增加，2011 年专利诉讼数量达到峰值，年度专利诉讼案件达到 182 件，2017 年开始，诉讼案件快速降低。

结合全球氢能产业的发展趋势可以看出，专利诉讼的增长与产业化程度有关，该领域的专利诉讼主要发生在产业发展的快速增长期，1998 年开始，中国氢能产业处于呈爆发增长阶段，国外处于平稳发展期，产品市场化程度高，市场竞争加剧，因此专利诉讼发生率增速显著。

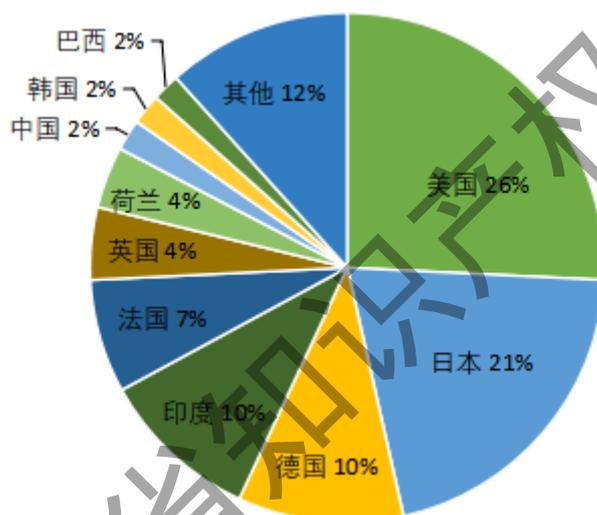


图 2-153 诉讼专利地域分布

诉讼专利地域分布如图 2-153 所示，其中排名前十的国家为美国、日本、德国、印度、法国、英国、荷兰、中国、韩国和巴西，其中日本、美国、日本、德国和印度占比在 10% 及以上，分别为 26%、21%、10% 和 10%，其他国家占比均在 10% 以下。可以看出，美国和日本是诉讼发生最为频繁的地域，中国区域发生的诉讼主要发生在 2005 年之后，近几年诉讼发生频率较低。

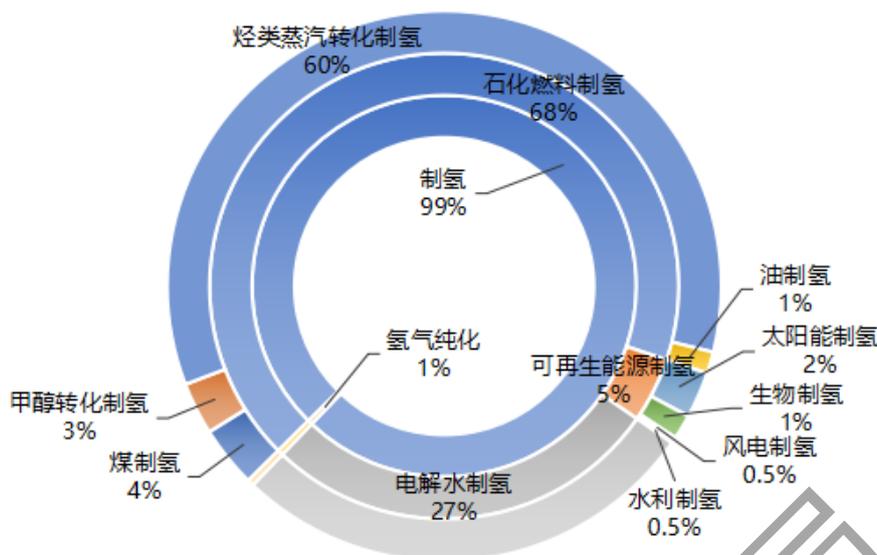


图 2-154 上游技术分支的诉讼专利占比

在上游，各技术分支的诉讼专利占比如图 2-154 所示，其中制氢占比高达 99%，氢气纯化仅占比 1%；制氢中，石化燃料制氢占比高达 68%，可再生能源制氢占比 5%，电解水制氢占比 27%；石化燃料制氢中烃类蒸汽转化制氢占比高达 60%，煤制氢和甲醇转化制氢分别占比 4%和 3%，油制氢仅占比 1%；可再生能源制氢中太阳能制氢占比 2%，生物制氢占比 1%，风电制氢和水利制氢均占比 0.5%。

与上游技术分支占比结构相比（图 2-16），烃类蒸汽转化制氢的诉讼发生比例（60%）远高于该技术的专利申请占比（47.04%），而电解水制氢的诉讼发生比例（27%）低于该技术的专利申请占比（35%），结合该领域的竞争关系，这与烃类蒸汽转化制氢领域高市场竞争力有关。

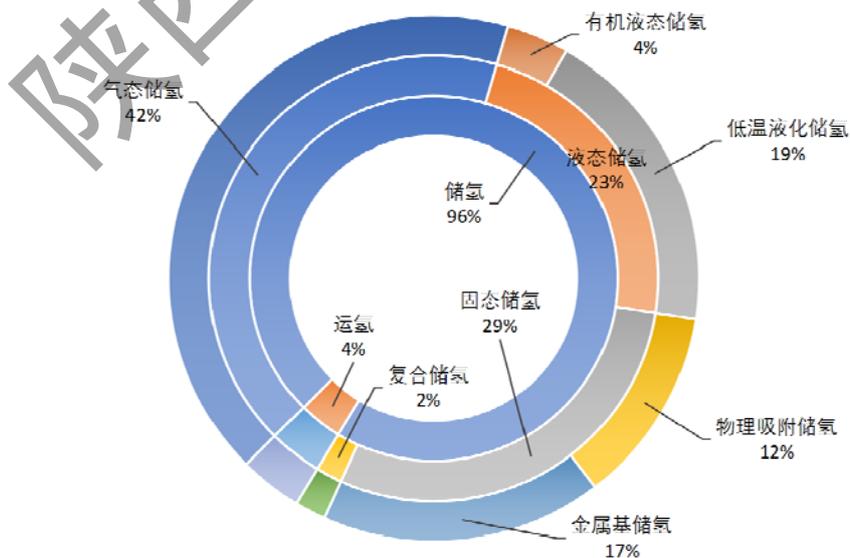


图 2-155 中游技术分支的诉讼专利占比

在中游，各技术分支的诉讼专利占比如图 2-155 所示，其中储氢占比高达 96%，运氢仅占比 4%；储氢中，气态储氢占比 42%，液态储氢占比 23%，固态储氢占比 29%，复合储氢仅占比 2%；液态储氢中低温液化储氢占比 19%，有机液体储氢占比 4%；固态储氢中物理吸附储氢占比 12%，金属基储氢占比 17%。

可以看出，液态储氢的诉讼发生比例(23%)高于该技术的专利申请占比(16%)，由此说明液态储氢领域知识产权风险更高。

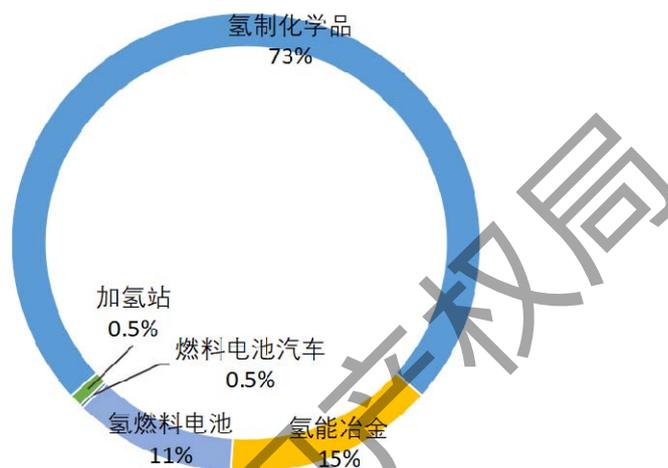


图 2-156 下游技术分支的诉讼专利占比

在下游，各技术分支的诉讼专利占比如图 2-156 所示，其中，氢制化学品占比高达 73%，氢能冶金占比 14%，氢燃料电池占比 11%，加氢站和燃料电池汽车均占比 0.5%。与下游技术分支相比，各技术分支的诉讼发生比例与对应技术的专利申请占比相近。

结合诉讼专利上中下游技术分支占比可以看出，氢能产业上游领域中，石化燃料制氢诉讼风险较高，尤其是**烃类蒸汽转化制氢**诉讼风险较高，电解水制氢领域的诉讼风险相对较小；氢能产业中游领域中，**液态储氢**的诉讼风险较高，氢能产业下游领域中**氢制化学品**诉讼风险较高，**氢能冶金**诉讼风险略高于氢燃料电池。制氢、氢制化学品和氢能冶金是专利诉讼的焦点，是企业抢占市场的方式之一，而且企业等竞争地位的主体间发生专利诉讼，是诉讼的重要策略之一，该方式有利于实现互利互惠获得专利的交叉许等目的，并且行业等地位主体间的专利诉讼，有利于扩大知名度，提升技术的竞争地位，实现互利互惠获得专利的交叉许等目的。

## 2.3 小结

（一）全球氢能产业活力不断增强，氢能需求全面释放，产业进入快速发展阶段，专利申请量迅猛增长，中国逐步成为促进全球氢能发展的重要力量。

（二）美日中等国家领航产业发展，产业格局与区域资源、政策引导密切相关，随着技术的不断迈进，上游，电解水制氢已经取代了石化燃料制氢方式，成为氢能领域未来发展的重点。随着可再生能源技术的发展，太阳能、水利、核能热利用、风能和生物制氢技术不断发展，尤其是太阳能制氢技术已经成为研究的重点方向。在中游，气态储氢逐渐超越固态储氢技术，成为研发热点。在下游，氢制化学品和氢能冶金一直处于主导地位，但是随着氢能源汽车的发展，以及各国政策的引导，氢燃料电池、加氢站将迎来快速发展期。

（三）世界氢能产业中心已从欧美转向亚洲地区，并且中国是技术转移的中心，中游金属基储氢、下游氢能冶金、氢燃料电池与氢制化学品正在向中国转移。

（四）下游是产业发展的重要引擎，下游应用需求的增长反向刺激了上游制氢技术和中游氢储运技术的研发，近年来，制氢与氢储运技术增长明显，上中游领域不断创新，上中下游专利占比差距不断缩小，产业链发展更加平衡。

（五）产业创新活力不断激发，化学链制氢、非贵金属析氧催化剂、联产工艺、临氢设备、Nafion膜等新技术助力产业创新发展。

（六）东部人才聚集效应显著，随着国家对氢能源电池和氢能源的电池汽车的关注，在政策和产业发展的双向推动下，必将形成在储运氢、氢能源电池和氢能源电池汽车等技术领域的人才缺口。

（八）燃料电池、燃料电池汽车一直贯穿政策制定的始终，绿能制氢是产业发展的远景规划。

陕西省知识产权局

## 第三章 陕西省氢能产业发展定位

### 3.1 我国氢能产业分布情况

由产业发展方向可以看出，专利与技术、市场具有高度关联性，以专利控制力为依据，定位并规划产业链、创新链、技术链、人才链具有可行性。

本章立足陕西省氢能产业发展现状，将其与对标省份乃至全国的产业发展趋势作对比，以定位陕西省氢能产业在全球、全国所处的地位和水平，进而明确陕西省氢能产业发展定位，掌握陕西省产业发展中存在的产业、企业等方面的优势和差距。

#### 3.1.1 中国产业集聚区已形成，陕西省集群化发展滞后

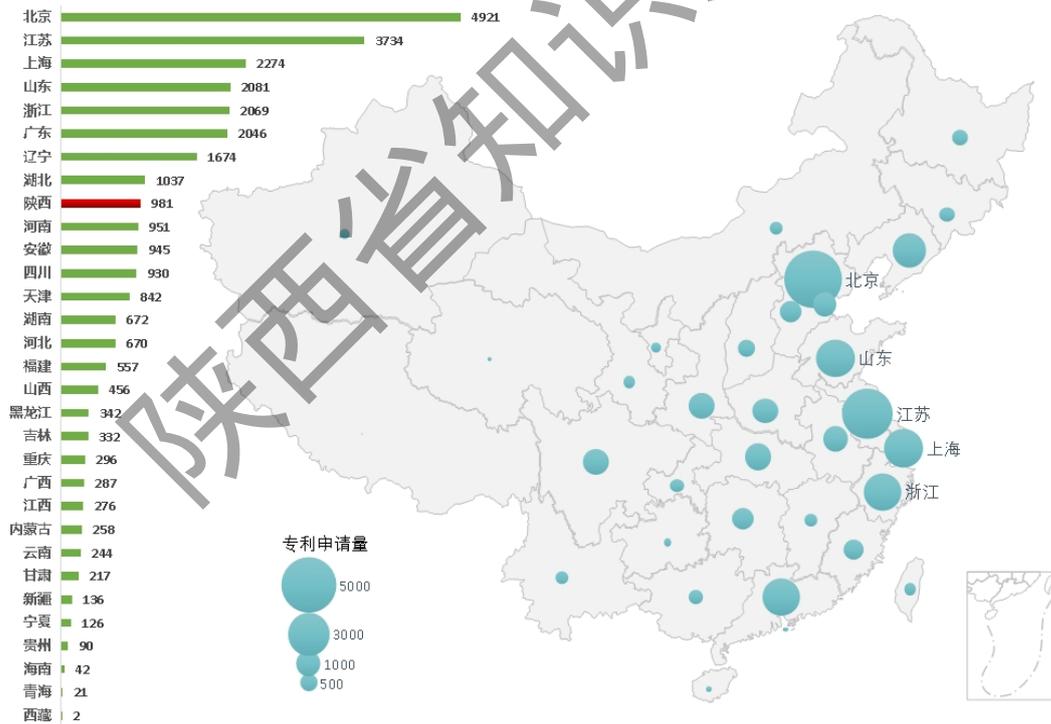


图 3-1 全国氢能产业专利申请区域分布

分析全国氢能产业专利申请量区域分布情况，结果如图 3-1，在中国，31 个省市均有氢能产业相关技术的专利申请，对各省份的专利申请数量进行横向比

较，大致可以分为三个梯队。北京、江苏位于第一梯队，专利申请均超出 3500 件；上海、山东、浙江、广东、辽宁位于第二梯队，专利申请超出 1500 件；湖北、陕西、河南、安徽、四川、天津位于第三梯队，专利申请超过 800 件；其他省市专利申请量均低于 800 件，位于第四梯队。陕西省在氢能产业相关技术的专利数量在氢能重点省市的中下位置，产业相关专利数量在全国排名第九位，占全国总申请量的 3.11%，与第一梯队、第二梯队相比还有较大差距。

在氢能产业发展中，中国形成了川渝鄂、环渤海、长三角、珠三角四大氢能产业集聚区，可以看出，基于专利申请量划分的三个梯队涉及省或直辖市 13 个，其中 11 个省或直辖市归属于川渝鄂、环渤海、长三角、珠三角地域，与中国产业集聚区高度关联，反映出专利与城市竞争力息息相关，专利控制力较强。

2020 年，TrendBank 势银发布《中国氢能城市竞争力 30 强榜单》，氢能城市竞争力 30 强的区域中，隶属于长三角、珠三角、环渤海和川渝鄂四个的区域的城市数量分别为 8 个、5 个、13 个、3 个，从城市数量来看，环渤海氢能产业集聚区的城市规模最为庞大，从城市竞争力评分来看，长三角的平均实力更强。表 3-1 分析了该 30 强城市对应区域与专利申请量的关系，可以看出，高竞争力城市主要聚集在产业集聚区，集群化发展是提升区域竞争力的必然趋势，这与城市的参与活跃度，区域经济发展息息相关。

值得我们注意的是，中西部地区在氢能产业领域正在崭露头角，以河南（郑州）为代表，该市以 40.94 分位列 30 强城市的第十五位，陕西省未列入中国氢能城市竞争力 30 强，但我省在专利申请量具有明显优势，产业发展具备良好的技术基础，未来，以**集群化**发展为思路，强化与**川渝鄂、中西部**重点区域的协调发展，将有利于我省强化优势，弥补劣势，筑强产业发展基础。

表 3-1 氢能产业集聚区城市竞争力与专利申请量对比分析

中国氢能产业集聚区	评价指标（基于《中国氢能城市竞争力 30 强榜单》）					评价指标（基于专利申请量）		
	氢能城市竞争力累计评分	数量（省份）	数量（城市）	省平均竞争力	城市平均竞争力	数量（省份）	数量（专利申请量）	数量（省平均专利申请量）
川渝鄂	134.84	3	3	44.95	44.95	2	1967	983.50
环渤海	497.47	6	13	82.91	38.27	4	9518	2379.50
长三角	373.83	3	8	124.61	46.73	4	9022	2255.50
珠三角	209.36	1	5	209.36	41.87	1	2046	2046.00
其他（中西部）	40.94	1	1	40.94	40.94	2	1932	966.00

### 3.1.2 各省在全产业链均衡发展的同时，注重构架绿色制氢与用氢的发展格局

根据国内氢能产业政策发展历程，氢能产业政策制定主要围绕绿能制氢。

对专利申请量排名前三（前三梯队省市）的区域进行布局分析，可以看出，各省市均注重全产业链的协调发展。同时，受国家宏观政策的影响，各地发展呈现一定相似性，从图 3-2 可以看出，各省均在产业链上游电解水制氢、下游氢燃料电池、氢制化学品领域加大投入，形成绿色制氢、绿色用氢的发展局面。

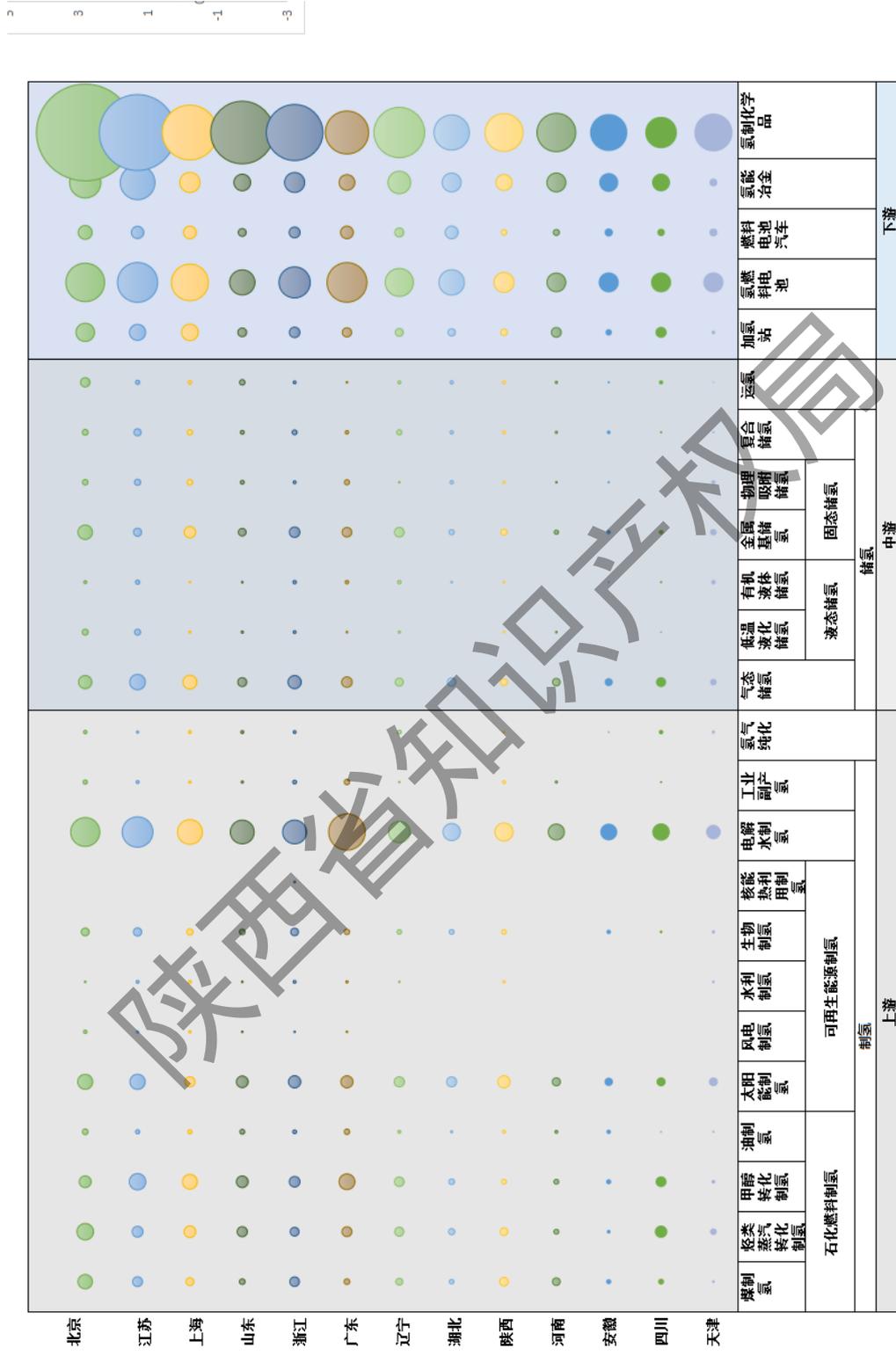


图 3-2 全国三梯队省市氢能产业专利专业布局分析

### 3.1.3 结合地区政策规划，各省份注重重点领域差异化发展

2021年3月13日，《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》发布，将氢能与储能列为前瞻谋划的六大未来产业之一，氢能产业在我国获得了前所未有的关注。各省亦根据当地的资源禀赋，在陆续发布的“十四五”规划中制定了氢能发展路径。

2019年，有10个省市提及发展氢能，分别涉及电解制氢、燃料电池技术、燃料电池客车、重卡和乘用车以及加氢站等8个方向。到了2020年，有11个省市提出加快布局氢能，思路进一步清晰，更加注重与自身区位优势相结合。如山西从“加快布局氢能”变为“稳妥布局氢能，重点推进大同氢都、孝义氢能项目”；广东从“加快布局氢能产业”变为“积极布局发展氢能产业；加快推进茂名丙烷脱氢、现代汽车氢燃料电池系统等重大项目前期工作”；吉林从“大力发展氢能经济”变为“抓好白城北方氢谷，打造白城—长春西部氢能走廊”。2020年，成都市人民政府办公厅印发了《关于促进氢能产业高质量发展的若干意见》，着眼氢气“制备-存储-运输-加注-应用”全生命周期，从推动氢能全产业链发展、加大氢能项目引进力度、强化氢能产业集群培育、支持氢能企业科技创新、营造氢能产业生态五个方面对成都市氢能产业进行全方位政策支持，是目前国内最具开创性和显示度的氢能产业政策。

除此之外，多数省份聚焦技术研发创新，北京、河北、浙江均提出建设氢能研发中心或研究院；对外合作步伐进一步加快，北京引进丰田、广东引进现代，当前燃料电池汽车领军的两大国际车企均已到位。<sup>[14]</sup>

[14] 资料来源：2020年中国31省市氢能发展地图。<https://zhuanlan.zhihu.com/p/105888312>



图 3-3 2020 年各省市氢能发展地图

受地方微观政策与区域资源分布特征，各地区呈现差异发展，从专利数据来看，位于第一梯队北京、江苏更注重全产业链协调发展，其中，在石化燃料制氢、加氢站环节，北京的地位无法撼动，无论是专利申请量，还是企业数量，均位于中国首位。江苏省钢铁冶金、能源化工、港口物流、装备制造等领域的产业基础基本覆盖了氢能制取、储运、加注、应用等环节。同时作为全国重要的化工品进口地区，为江苏地区发展精细化工产品提供了便利条件。在中游和下游领域，尤其是中游复合储氢、气态储氢、液态储氢，下游氢能冶金、氢燃料电池、氢制化学品环节呈现规模化、集群式发展，根据专利数据统计，在下游氢制化学品领域，江苏省聚集了 669 家企业，集群化发展是促进区域中下游发展的重要推进力。

位于第二梯队的上海、山东、浙江、广东、辽宁省中，广东省的表现尤为突出，该省尤其注重电解水制氢、氢燃料电池、燃料电池汽车领域的专利布局，该布局特色与《广州市氢能产业发展规划》相呼应，该规划的出台，有效提高了广东省在氢能产业尤其是氢燃料电池领域在企业培育、产业配套、产品应用等环节的政策扶持。

湖北、陕西、河南、安徽、四川、天津位于第三梯队，其中湖北省在燃料电池汽车领域具有较强的竞争力，这与湖北申报燃料电池汽车产业示范区相关，湖北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，有效的推动了燃料电池汽车在区域的发展。陕西省处于第三梯队，在上游领域，尤其是可再生能源制氢、工业副产氢等领域，我省具有一定优势。

表 3-2 全国主要省份上游专利申请数量及排名

申请人省市代码	总排名	上游排名	制氢								氢气纯化	
			电解水制氢		石化燃料制氢		可再生能源制氢		工业副产氢			
			专利数量	排名	专利数量	排名	专利数量	排名	专利数量	排名	专利数量	排名
北京	1	2	279	3	223	1	97	2	6	2	4	3
江苏	2	3	311	2	168	2	106	1	3	4	2	5
上海	3	4	205	4	145	3	54	7	2	5	3	4
山东	4	6	188	6	100	6	59	5	2	5	3	4
浙江	5	5	189	5	100	6	75	3	5	3	3	4
广东	6	1	441	1	136	4	63	4	10	1		7
辽宁	7	7	152	7	77	7	44	8	1	6	5	2
湖北	8	10	98	10	33	10	42	9	0	7		7
陕西	9	9	108	8	56	8	58	6	3	4	1	6
河南	10	12	85	12	39	9	22	12	2	5		7
安徽	11	11	95	11	30	11	31	13	0	7	1	6
四川	12	8	101	9	105	5	31	13	2	5	7	1
天津	13	13	71	13	25	12	34	13	0	7	4	3

表 3-3 全国主要省份上游专利申请企业数量及排名

申请人省市代码	全产业链企业		上游企业		制氢								氢气纯化	
					电解水制氢		石化燃料制氢		可再生能源制氢		工业副产氢			
	企业数量	排名	企业数量	排名	企业数量	排名	企业数量	排名	企业数量	排名	企业数量	排名	企业数量	排名
北京	386	6	105	3	53	3	43	1	6	4	3	1	0	4
江苏	1198	1	135	2	82	2	40	2	10	2	1	3	2	2
上海	455	5	89	4	49	5	32	3	7	3	0	4	1	3
山东	615	2	87	6	47	6	32	3	6	4	2	2	0	4
浙江	552	3	88	5	52	4	19	6	13	1	2	2	2	2
广东	537	4	163	1	122	1	27	5	13	1	1	3	0	4
辽宁	203	11	26	11	19	7	6	10	1	7	0	4	0	4
湖北	220	10	28	10	16	9	10	8	2	6	0	4	0	4
陕西	137	13	23	12	13	10	9	9	1	7	0	4	0	4
河南	226	9	30	9	16	9	14	7	0	8	0	4	0	4

安徽	296	7	31	8	18	8	10	8	3	5	0	4	0	4
四川	231	8	52	7	11	11	31	4	3	5	1	3	6	1
天津	151	12	21	13	9	12	9	9	1	7	0	4	2	2

表 3-4 全国主要省份中游专利申请数量及排名

申请人省市代码	总排名	中游排名	储氢								运氢	
			复合储氢		固态储氢		气态储氢		液态储氢		专利数量	排名
			专利数量	排名	专利数量	排名	专利数量	排名	专利数量	排名		
北京	1	1	11	2	80	1	58	3	15	2	29	1
江苏	2	2	17	1	35	4	80	1	18	1	6	3
上海	3	3	9	3	54	2	64	2	3	6	4	5
山东	4	7	5	5	25	6	27	6	3	6	10	2
浙江	5	4	8	4	40	3	58	3	7	3	3	7
广东	6	5	4	6	40	3	37	4	5	5	1	12
辽宁	7	6	9	3	32	5	22	8	6	4	3	7
湖北	8	9	4	6	13	9	24	7	1	8	4	5
陕西	9	11	3	7	15	8	15	10	2	7	3	8
河南	10	13	2	8	7	11	19	9	1	8	2	12
安徽	11	11	5	5	8	10	22	8	1	8	2	13
四川	12	8	2	8	7	11	34	5	3	6	6	7
天津	13	10	2	8	20	7	14	11	7	8	1	17

表 3-5 全国主要省份中游专利申请企业数量及排名

申请人省市代码	全产业链企业		中游企业		储氢								运氢	
	企业数量	排名	企业数量	排名	复合储氢		固态储氢		气态储氢		液态储氢		企业数量	排名
					企业数量	排名	企业数量	排名	企业数量	排名	企业数量	排名		
北京	386	6	25	4	1	2	6	3	14	4	0	5	0	6
江苏	1198	1	43	1	2	1	9	2	23	1	4	1	4	3
上海	455	5	25	4	0	3	3	4	19	2	3	2	5	2
山东	615	2	23	5	0	3	2	5	15	3	0	5	0	6
浙江	552	3	26	3	0	3	6	3	19	2	0	5	6	1
广东	537	4	29	2	1	2	11	1	15	3	1	4	1	5
辽宁	203	11	12	8	0	3	3	5	8	5	0	5	1	5
湖北	220	10	10	9	0	3	2	5	6	6	1	4	1	5
陕西	137	13	5	10	0	3	1	6	2	7	0	5	1	5
河南	226	9	14	7	1	2	2	5	8	5	1	4	2	4
安徽	296	7	10	9	1	2	0	7	8	5	0	5	2	4
四川	231	8	19	6	1	2	0	7	15	3	2	3	1	5
天津	151	12	10	9	0	3	2	5	8	5	0	5	1	5

表 3-6 全国主要省份下游专利申请数量及排名

申请人省市代码	总排名	下游排名	加氢站		氢能冶金		氢燃料电池		氢制化学品		燃料电池汽车	
			专利数量	排名	专利数量	排名	专利数量	排名	专利数量	排名	专利数量	排名
北京	1	1	112	1	323	2	494	3	3126	1	64	1
江苏	2	2	86	3	397	1	532	1	1922	2	51	4
上海	3	3	91	2	135	4	449	4	1002	5	54	3
山东	4	4	26	8	92	9	211	8	1309	3	21	9
浙江	5	5	37	5	133	5	322	5	1049	4	40	5
广东	6	7	29	7	82	11	526	2	618	7	54	3
辽宁	7	6	21	9	170	3	261	6	844	6	27	6
湖北	8	8	18	10	118	7	214	7	413	12	55	2
陕西	9	11	14	11	85	10	132	12	476	10	10	12
河南	10	9	32	6	118	7	116	13	494	8	12	11
安徽	11	10	14	11	120	6	134	10	459	11	23	7
四川	12	13	42	4	106	8	133	11	332	13	19	10
天津	13	12	5	12	21	12	135	9	481	9	22	8

表 3-7 全国主要省份下游专利申请企业数量及排名

申请人省市代码	全产业链企业		下游企业		加氢站		氢能冶金		氢燃料电池		氢制化学品		燃料电池汽车	
	企业数量	排名	企业数量	排名	企业数量	排名	企业数量	排名	企业数量	排名	企业数量	排名	企业数量	排名
北京	386	6	256	6	18	1	31	7	45	6	152	7	10	5
江苏	1198	1	1020	1	16	2	187	1	130	1	669	1	18	1
上海	455	5	341	5	12	3	26	10	53	4	239	4	11	4
山东	615	2	505	2	10	5	39	5	47	5	402	2	7	7
浙江	552	3	438	3	7	7	62	2	66	3	291	3	12	3
广东	537	4	345	4	11	4	42	4	92	2	183	5	17	2
辽宁	203	11	165	10	7	7	29	8	12	11	113	10	4	8
湖北	220	10	182	8	7	7	11	12	36	7	125	9	3	9
陕西	137	13	109	13	4	8	17	11	11	12	76	13	1	10
河南	226	9	182	8	3	8	27	9	19	10	132	8	1	10
安徽	296	7	255	7	4	8	47	3	32	8	165	6	7	7
四川	231	8	160	11	9	6	32	6	20	9	92	11	7	7
天津	151	12	120	12	4	8	5	13	19	10	84	12	8	6

### 3.1.4 校企合作推进产业革新，氢能领域专项人才不断受到重视

在氢能领域，大学与企业合作构建了氢能研发-投产的链条，与此同时，部分省份在氢能产业人才的培育方面持续发力。

2020年，浙江发布《关于建设高素质强大人才队伍打造高水平创新型省份的决定》，提出全面推进“尖兵”“领雁”“领航”等计划，围绕专用芯片、人工智能与融合应用、**氢能与燃料电池、储能技术**、新型柔性磁性材料等重点领域，积极承接国家重大科技项目，加快研发一批填补空白的重大成果。山东在解读最新氢能政策时提出，要以国家级科技计划实施为抓手，充分发挥领军人才、创新平台引领作用，加大对工业副产氢利用技术攻坚，以及氢燃料电池质子交换膜、电堆、发动机系统及整车集成等环节的攻坚力度。而根据邯郸经济技术开发区印发《加快氢能产业发展实施方案(2020~2022年)》，提出将实施人才带动和园区引领“两大工程”，氢能核心技术装备、氢能场景应用示范、氢能产业招商引资“三大攻坚行动”，聘请氢能领域院士和知名专家，成立氢能研究所(院)。

从专利数据来看，高校/研究院所在推进氢能产业技术革新方面发挥了重要的作用，其中浙江、辽宁、湖北、陕西、天津科研实力雄厚，是开展校企合作的重要区域。

表 3-8 全国三梯队省市不同类型申请人技术布局占比 (%)

产业链	一级分支	二级分支	三级分支	北京		江苏		上海		山东		浙江		广东		辽宁		湖北		陕西		河南		安徽		四川		天津	
				院所	企业	院所	企业																						
上游	制氢	石化燃料制氢	煤制氢	0.25	1.05	0.28	0.60	0.50	0.37	0.16	0.41	0.16	1.32	0.05	0.26	0.59	0.20	0.21	0.21	1.00	1.77	0.37	1.48	0.34	0.23	0.00	1.59	0.12	0.25
			烃类蒸汽转化制氢	0.46	1.37	0.31	0.77	0.73	1.33	0.21	1.29	0.63	0.53	0.58	0.95	1.31	0.39	0.52	0.31	0.78	0.89	0.12	0.62	0.34	0.23	0.37	5.01	0.62	1.11
			甲醇转化制氢	0.15	0.74	0.34	2.16	0.92	2.38	0.21	2.02	0.74	1.00	0.63	3.58	1.57	0.20	0.52	0.63	0.44	0.22	0.12	0.62	0.11	0.91	1.47	3.17	0.25	0.37
			油制氢	0.00	0.19	0.09	0.03	0.18	0.09	0.10	0.31	0.26	0.00	0.42	0.11	0.20	0.00	0.10	0.10	0.22	0.11	0.00	0.12	0.68	0.11	0.12	0.00	0.25	0.00
		可再生能源制氢	太阳能制氢	1.26	0.23	1.88	0.28	1.42	0.14	1.91	0.36	1.69	0.74	1.89	0.47	1.97	0.07	2.93	0.21	6.99	0.22	2.46	0.00	2.39	0.34	1.71	1.22	2.97	0.25
			风电制氢	0.00	0.08	0.00	0.03	0.05	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			水利制氢	0.00	0.02	0.06	0.00	0.09	0.05	0.05	0.00	0.16	0.00	0.05	0.05	0.07	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.00
			生物制氢	0.13	0.25	0.40	0.17	0.23	0.37	0.47	0.10	0.63	0.11	0.26	0.21	0.26	0.07	0.52	0.10	0.55	0.00	0.00	0.00	0.11	0.68	0.00	0.24	0.37	0.12
		电解水制氢	2.69	2.69	3.19	5.01	3.35	4.63	3.82	3.93	3.60	4.92	5.15	14.62	5.05	2.03	6.58	2.51	8.54	4.43	4.68	3.57	5.11	4.66	4.88	5.01	5.07	2.60	
		工业副产氢	0.00	0.13	0.00	0.09	0.00	0.09	0.00	0.10	0.11	0.16	0.00	0.53	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.12	0.12	0.00	0.00	0.00	0.24	0.00	0.00	
氢气纯化	0.02	0.02	0.00	0.06	0.00	0.14	0.00	0.16	0.00	0.16	0.00	0.00	0.07	0.26	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.85	0.00	0.50			
中游	储氢	气态储氢	低温液化储氢	0.17	0.92	0.71	1.51	0.87	2.06	0.31	0.88	1.00	1.90	0.42	1.37	0.52	0.59	0.31	2.19	1.11	0.33	0.25	2.09	1.02	1.25	0.73	3.30	0.25	1.49
			有机液体储氢	0.02	0.04	0.03	0.14	0.00	0.05	0.05	0.00	0.21	0.00	0.16	0.05	0.26	0.00	0.00	0.10	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00	0.12	0.87	0.00
		固态储氢	金属基储氢	0.34	1.07	0.37	0.23	1.19	0.82	0.47	0.47	1.48	0.42	0.89	0.74	1.18	0.59	0.10	0.84	1.22	0.22	0.49	0.25	0.68	0.00	0.61	0.24	0.99	0.50
			物理吸附储氢	0.13	0.08	0.00	0.31	0.09	0.37	0.21	0.05	0.11	0.05	0.16	0.26	0.00	0.00	0.42	0.00	0.22	0.00	0.12	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.62	0.12
		复合储氢	0.08	0.13	0.26	0.11	0.14	0.27	0.16	0.10	0.42	0.00	0.16	0.05	0.59	0.00	0.21	0.21	0.33	0.00	0.00	0.12	0.45	0.11	0.12	0.12	0.25	0.00	
		运氢	0.25	0.42	0.03	0.31	0.05	0.14	0.00	0.47	0.11	0.42	0.11	0.16	0.07	0.20	0.10	0.94	0.11	0.22	0.00	0.49	0.00	0.23	0.37	0.37	0.00	0.00	
		下游	加氢站	0.50	1.79	0.06	2.05	0.50	3.67	0.05	1.29	0.48	1.48	0.05	1.42	0.07	0.98	0.31	1.57	0.78	0.67	0.00	3.82	0.11	1.48	0.49	4.27	0.00	0.62
氢能冶金	2.61		3.91	0.74	9.97	1.88	4.22	0.57	3.57	1.11	4.60	0.95	3.00	3.93	6.49	2.30	9.51	3.66	5.65	3.45	10.22	3.18	10.11	4.64	6.84	1.61	0.87		
氢燃料电池	4.22		5.93	6.27	8.00	7.10	12.37	4.65	5.74	7.99	7.83	9.20	17.67	12.92	2.95	10.87	9.61	6.64	2.99	6.53	6.65	8.18	6.59	6.11	7.57	10.40	5.82		
氢制化学品	8.97		55.20	13.81	37.80	19.11	25.48	14.63	49.66	22.42	29.30	14.77	15.98	34.82	17.77	15.67	24.56	16.41	31.26	15.52	34.36	12.39	35.45	13.43	22.34	33.04	25.00		
燃料电池汽车	0.38		0.86	0.26	0.94	0.50	1.92	0.05	0.88	0.63	0.95	0.21	2.31	0.79	0.79	0.63	4.08	0.55	0.55	0.12	0.99	0.00	2.27	0.49	1.71	0.50	1.86		
合计	22.9	77.1	29.2	70.8	38.9	61.1	28.1	71.9	44.1	56.0	36.1	63.9	66.4	33.6	42.3	57.7	50.0	50.0	34.4	65.6	35.2	64.8	35.7	64.4	58.5	41.5			

陕西省知识产权局

分析主要省市（三梯队）不同类型申请人技术布局占比，结果如表 3-8，我们可以发现：

①在陕西，高校在氢能产业培育中占据重要地位，具体体现在可再生能源制氢、储氢、下游氢燃料电池领域，企业在部分领域取得了进步，重点涉及上游煤制氢、氢能冶金与氢制化学品环节。

在陕西，高校的专利申请量与企业的专利申请量相当，但其重点承担的重点领域不同，在上游可再生能源制氢、重要储氢环节，企业的参与度较低，该领域的技术成果大多来自高校，企业重点发展上游煤制氢、下游氢能冶金与氢制化学品环节，其专利申请量远高于高校。

②陕西省在上游煤制氢、下游氢能冶金与氢制化学品环节具有产业化优势，尤其在煤制氢方面取得了一定优势，但我们也可以看到，在下游氢能冶金环节，我省与河南、江苏还存在一定差距，在氢制化学品环节，与北京、山东的产业化还存在一定距离。

在上游煤制氢、下游氢能冶金与氢制化学品环节，企业的研发投入远高于高校，说明企业在这些重点领域具有一定影响力，并且在煤制氢环节专利申请量占比均高于其他省市，成为了陕西省的特色领域。在看到优势的同时，我们应当看到差距，在下游氢能冶金环节，河南、江苏的企业专利申请占比远高于我省，在氢制化学品环节，与北京、山东的产业化还存在一定距离。

③上游可再生能源制氢的产业化推广是各省普遍存在的难题，研究成果大多停留在高校研发阶段，大规模产业化应用有待挖掘。

在上游可再生能源制氢、中游储氢、下游氢燃料电池领域环节，与高校相比，企业发展明显滞后，其中可再生能源制氢的产业化推广是各省普遍存在的难题，在陕西，高校在太阳能制氢的研发投入占比达到 6.99%，远高于其他省市，但企业在该环节的专利申请仅为 0.22%，数据差距巨大，在水利制氢与生物制氢环节，陕西省企业的专利申请占比极少，由此可以看出，可再生能源制氢在陕西省规模化应用还存在较长的过程。

④陕西省在中游储氢环节的研究较少，尤其在是气态储氢环节，与湖北、河南存在较大差距，在固态储氢方面，与北京省相比，存在一定不足

由于储氢技术与下游技术交叠，因此各个省市在储氢环节的研究占比整体不

高，尤其在液态储氢、复合储氢环节，研究集中在高校是普遍存在的问题，即使如此，我们也应当看到，在气态储氢、固态储氢环节，企业与高校的研究热度差距明显，陕西省的高校重视气态储氢、固态储氢的专利布局，但企业在此环节的关注较少，与北京等地存在一定差距。

⑤企业在下游氢燃料电池领域发展滞后，与广东、上海、湖北差距明显。

在陕西，企业对氢燃料电池的专利申请占比为 2.99%，居于三梯队省市的第十二位，仅高于辽宁省的占比，这与我省高校研究热形成反差，与广东、上海、湖北差距明显，在氢燃料电池产业化滞后的影响下，陕西省在燃料电池汽车领域的表现也较为一般。

## 3.2 陕西省氢能产业发展现状

### 3.2.1 陕西省氢能产业结构完整

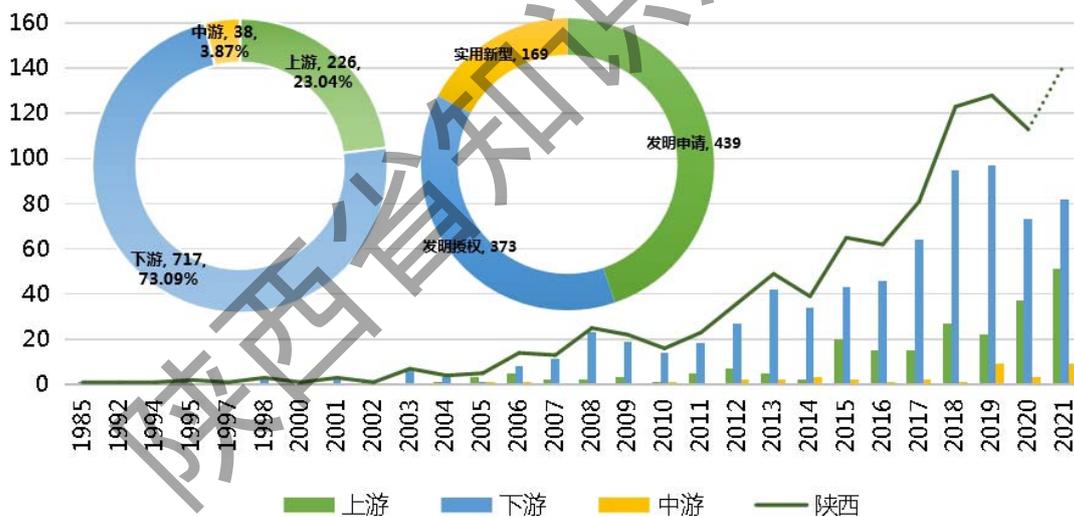


图 3-4 陕西氢能产业链趋势及占比

围绕氢能产业，陕西省共申请 981 件专利，目前处在快速发展时期。2006 年 2 月，国务院出台《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020 年）》，将氢能及燃料电池技术列入先进能源技术，自此陕西省的专利申请量于 2006 年开始快速增长，至 2021 年，据不完全统计，专利申请量升至 142 件，是 2006 年专利申请量的十倍有余。

从产业链结构来看，上游、中游、下游产业专利占比分别为 23.04%、3.87%、

73.09%，下游一直是陕西发展的重点，整体保持增长态势，除此之外，上游占比也较高，但其发展集中在2015年及其以后，追溯其原因可以发现，2015年，电解水领域的国家标准《GB32311-2015水电解制氢系统能效限定值及能效等级》发布，陕西华秦新能源科技有限责任公司开展了广泛专利布局，该年度专利申请量增幅明显，陕西省的上游制氢领域更加活跃，专利申请量呈现上升趋势。

表 3-9 陕西氢能产业产业链技术布局及近五年各技术分支专利占比分析

产业链	一级分支	二级分支	三级分支	专利数 (件)	总量占比	近五年专 利申请量	近五年专利 申请占比	
上游	制氢	石化 燃料 制氢	煤制氢	25	2.55%	14	56.00%	
			烃类蒸汽转化制氢	20	2.04%	13	65.00%	
			甲醇转化制氢	8	0.82%	4	50.00%	
			油制氢	3	0.31%	3	100.00%	
	可再 生能 源制 氢	太阳能制氢	49	4.99%	27	55.10%		
		风电制氢	1	0.20%	1	100.00%		
		水利制氢	2	0.20%	2	100.00%		
		生物制氢	7	0.71%	4	57.14%		
		电解水制氢	108	11.01%	49	45.37%		
		工业副产氢	3	0.31%	0	0.00%		
		氢气纯化	1	0.10%	0	0.00%		
中游	储氢		气态储氢	15	1.53%	5	33.33%	
			液态 储氢	低温液化储氢	1	0.10%	1	100.00%
				有机液体储氢	1	0.10%	1	100.00%
			固态 储氢	金属基储氢	13	1.33%	1	7.69%
				物理吸附储氢	2	0.20%	0	0.00%
		复合储氢	6	0.31%	3	50.00%		
	运氢	3	0.31%	2	66.67%			
下游		加氢站	14	1.43%	8	57.14%		
		氢能冶金	85	8.66%	31	36.47%		
		氢燃料电池	132	13.46%	78	59.09%		
		氢制化学品	476	48.52%	254	53.36%		
		燃料电池汽车	10	1.02%	4	40.00%		

陕西氢能产业产业链技术布局及近五年各技术分支专利占比分析如表 3-9

所示。

从陕西氢能产业产业链技术布局来看，在产业链上游，制氢是重点，氢气纯化、氢气气液固化处于劣势。在制氢环节，电解水制氢最为重要，约占制氢技术的 50%，石化燃料制氢与可再生能源制氢居于其后，均分别占制氢技术近 25%，在石化燃料制氢中，煤制氢、烃类蒸汽转化制氢占比较高，油制氢相对较少，可再生能源制氢中，太阳能制氢占据了重要位置，除此之外，工业副产氢专利数量非常少，占比仅为制氢技术的 0.31%。产业链中游，专利布局以储氢为主，其中，气态储氢与固态储氢是布局的重点方向，而液体储氢专利数量较少。产业链下游，陕西省重点应用领域为氢制化学品、氢燃料电池、氢能冶金领域，分别占专利申请总量的 48.52%、13.46%、8.66%，对加氢站、燃料电池汽车的投入较少，分别占专利申请总量的 1.43%、1.02%。

根据陕西氢能产业产业链技术布局情况，结合近五年各技术分支专利占比，可以看出，**陕西省在保持产业结构平衡的同时，不断加强重点环节的创新发展，优化产业结构。**具体表现在：①产业链上游，电解水制氢占比最高，同时仍是近五年关注的重点，近五年专利申请占比为 45.37%，除此之外，近五年，我省在石化燃料制氢、可再生能源制氢的创新成果也不容小觑，近五年专利申请占比分别为 42.85%、57.63%；②产业链中游，储氢环节，尤其是气态储氢、固态储氢中金属基储氢占比较高，但近五年，储氢中液态储氢、复合储氢以及运氢的关注度更高；③产业链下游，氢制化学品的专利申请占比最高，但近五年，区域同时加强在加氢站、氢燃料电池领域的专利申请。

### 3.2.2 高校研究基础雄厚，企业在煤制氢、电解水制氢具有竞争优势

#### 3.2.2.1 陕西省产业链上游现状

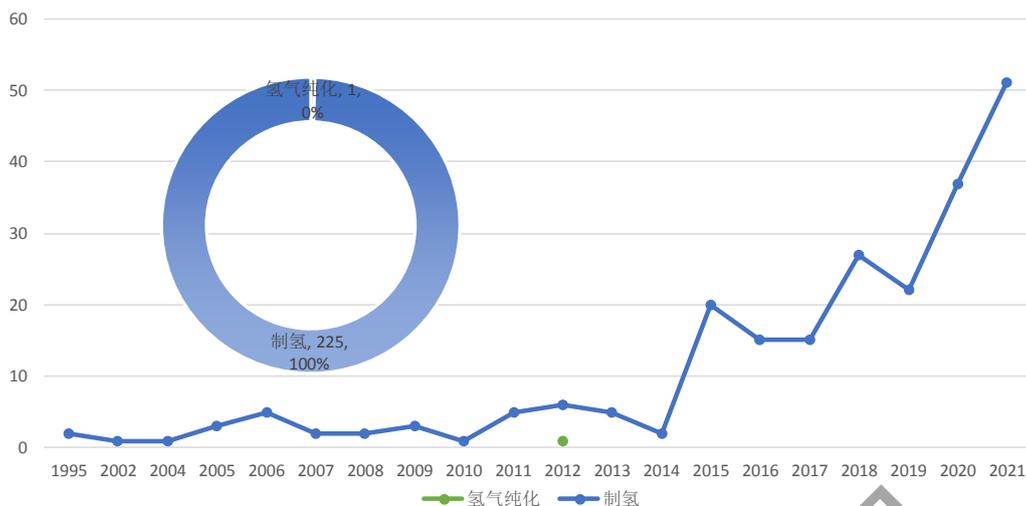


图 3-5 陕西氢能产业上游一级技术分支趋势及占比

在产业链上游，制氢是重点，几乎占据产业链上游的全部，制氢领域专利申请趋势决定了整个上游领域的专利申请趋势变化。

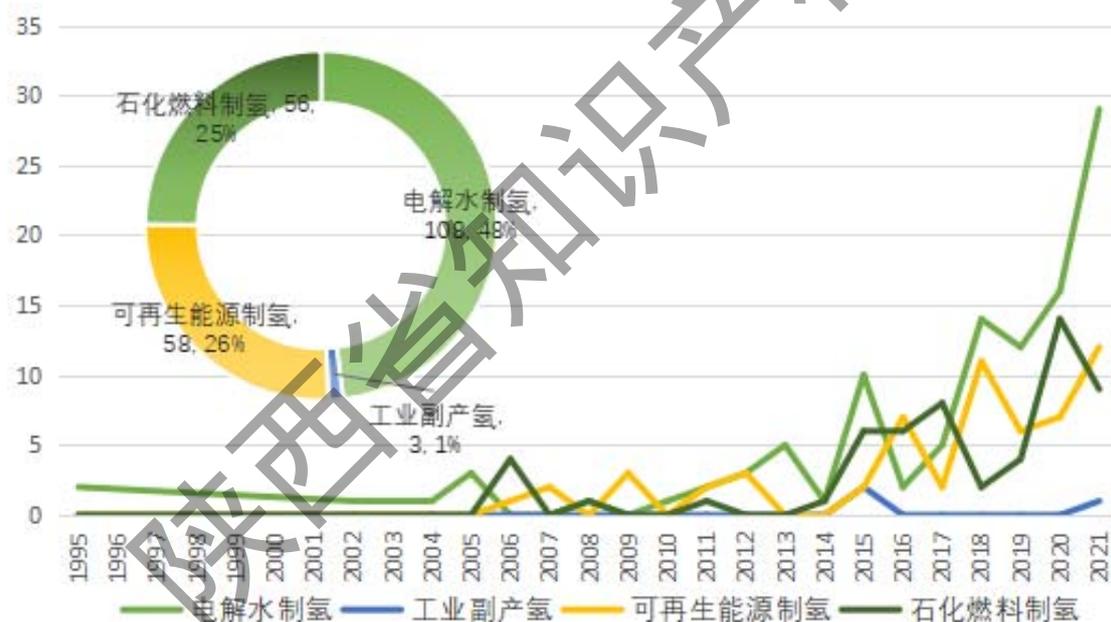


图 3-6 陕西氢能产业上游二级技术分支趋势及占比

陕西氢能产业上游二级技术分支趋势及占比如图 3-6，在陕西，电解水制氢是重点，其专利申请量为 108 件，占比 48%，并且 2016 年及其以后，其专利申请量年平均增速高达 270%，是上游制氢领域快速发展的重要源泉；可再生能源制氢、石化燃料制氢的专利申请占比分别为 25%、26%，其专利申请均于 2015 年以后呈现波动上升的态势。

表 3-10 陕西省氢能产业上游前十位申请人专利申请情况

申请人	专利申请量	排名	近五年专利申请量	近五年专利占比	有效专利量	有效专利占比	专利引证次数
西安交通大学	53	2	39	73.58%	29	54.72%	38
陕西科技大学	29	15	28	96.55%	13	44.83%	7
陕西华秦新能源	23	23	7	30.43%	10	43.48%	22
西安热工研究院	10	82	7	70.00%	6	60.00%	10
西安建筑科技大学	10	82	5	50.00%	6	60.00%	2
西北大学	10	82	7	70.00%	2	20.00%	3
陕西师范大学	8	109	7	87.50%	5	62.50%	0
陕西东鑫垣	6	163	6	100.00%	5	83.33%	0
西北工业大学	6	163	4	66.67%	4	66.67%	0
张俊霞	4	232	4	100.00%	2	50.00%	0

陕西省氢能产业上游前十位申请人包括陕西华秦新能源、西安热工研究院、陕西东鑫垣化工，西安交通大学、陕西科技大学、西安建筑科技大学、西北大学、陕西师范大学、西北工业大学 6 所高校。其中西安交通大学在国内竞争力较强，其在上游领域排名第二，综合近五年专利占比、有效专利占比、专利引证次数三个因素，西安交通大学的技术活跃度、技术影响力均较强。企业申请人中，陕西华秦新能源科技有限公司排名靠前，同时具有较强的技术影响力。

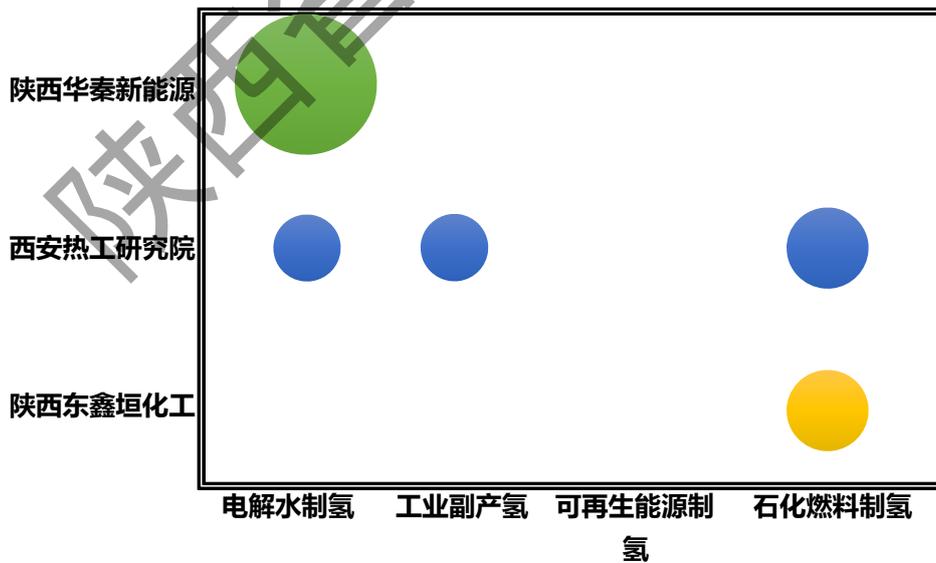


图 3-7 陕西氢能产业上游二级技术分支企业申请人专利布局图

分析上游主要企业申请人的专利布局，结果如图 3-7，由图中可以看出，三家企业关注的重点主要集中在电解水制氢与石化燃料制氢两个领域，其中陕西华

泰新能源科技有限责任公司专攻于电解水制氢领域，西安热工研究院有限公司在电解水制氢与石化燃料制氢方面均有布局，陕西东鑫垣化工有限责任公司关注石化燃料制氢。

表 3-11 陕西省氢能上游主要企业申请人二级、三级分支全国排名情况

企业主体	电解水制氢	排名	工业副产氢	排名	石化燃料制氢	
					煤制氢	排名
陕西华泰新能源	23	3				
西安热工研究院	3	80	2	2	6	2
陕西东鑫垣化工					6	2

对主要企业申请人二级、三级分支进行全国排名分析，三位主要申请人在特定领域优势显著，其中陕西华泰新能源在电解水制氢领域，居于全国第三位，西安热工研究院在煤制氢领域表现出色，与陕西东鑫垣化工同时均与全国第二位，同时，在工业副产氢领域这一难点领域，西安热工研究院发挥优势，专利申请量虽少，却取得了令人瞩目的成绩。

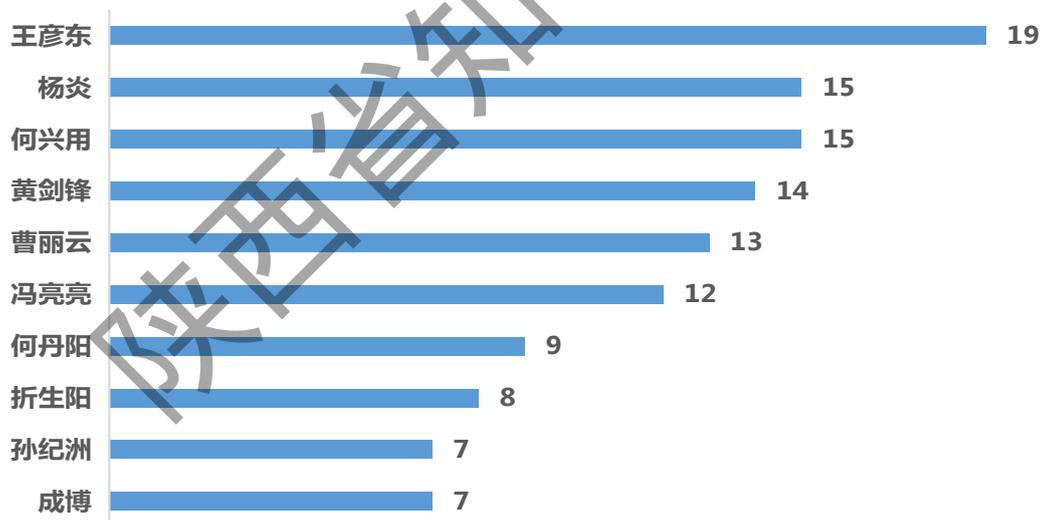


图 3-8 陕西氢能产业上游二级技术分支-电解水制氢主要发明人

陕西氢能产业上游电解水制氢发明人分析如图 3-8 所示，涉及发明人共 72 位，根据各发明人对应的专利申请数量可以确定，产业链上游最重要的发明人为陕西华泰新能源科技有限责任公司的王彦东（19 件）、杨炎（15 件）、何兴用（15 件）。该公司重要发明人在电解水制氢的研究方向主要涉及水电解制氢电解槽。

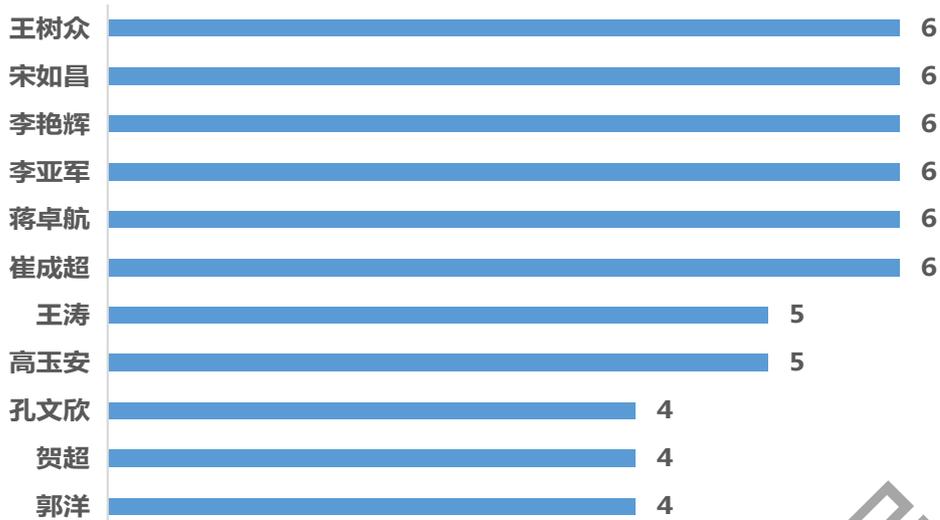


图 3-9 陕西氢能产业上游二级技术分支-石化燃料制氢主要发明人

陕西氢能产业上游石化燃料制氢发明人分析如图 3-9 所示，该领域发明人共 125 位，根据各发明人对应的专利申请数量可以确定，该领域重要发明人为陕西东鑫垣化工有限责任公司的宋如昌（6 件）、李亚军（6 件）、高玉安（5 件），该企业的发明人研究主要围绕煤制氢，通过分级分质利用工艺，有效解决了热解炉对于小粒径煤热解不充分和透气性差等，提高氢气产生效率。发明人王树众（6 件）、李艳辉（6 件）、蒋卓航（6 件）、崔成超（6 件）来自于西安交通大学，发明人的技术创新主要基于超临界水气化制氢技术。

### 3.2.2.2 陕西省产业链中游现状

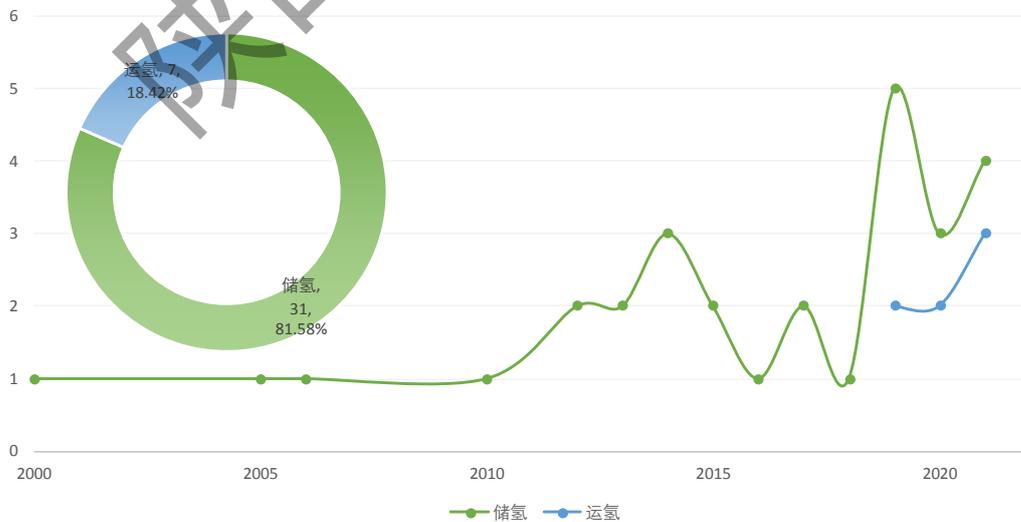


图 3-10 陕西氢能产业中游技术分支趋势

陕西氢能产业中游技术分支趋势及占比如图 3-10 所示，在产业链中游，储氢占比更高，达到 81.58%，而运氢方面的专利占比少，占比为 18.42%，从技术分支的变化趋势可以看出，储氢技术的起步晚，且在较长一段时间内，该技术的研究热度均不高，直至 2019 年及其以后，该技术受到重视，但近年来研究变化较大，与此相对，运氢技术的出现时间更晚，主要发生在 2019 年及其以后，但近两年专利申请呈现上升态势。

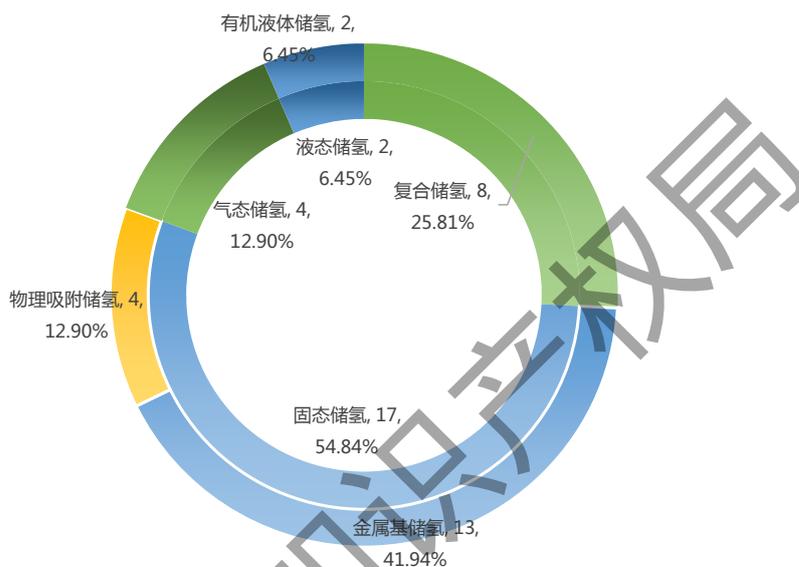


图 3-11 陕西氢能产业中游二级、三级技术分支专利占比

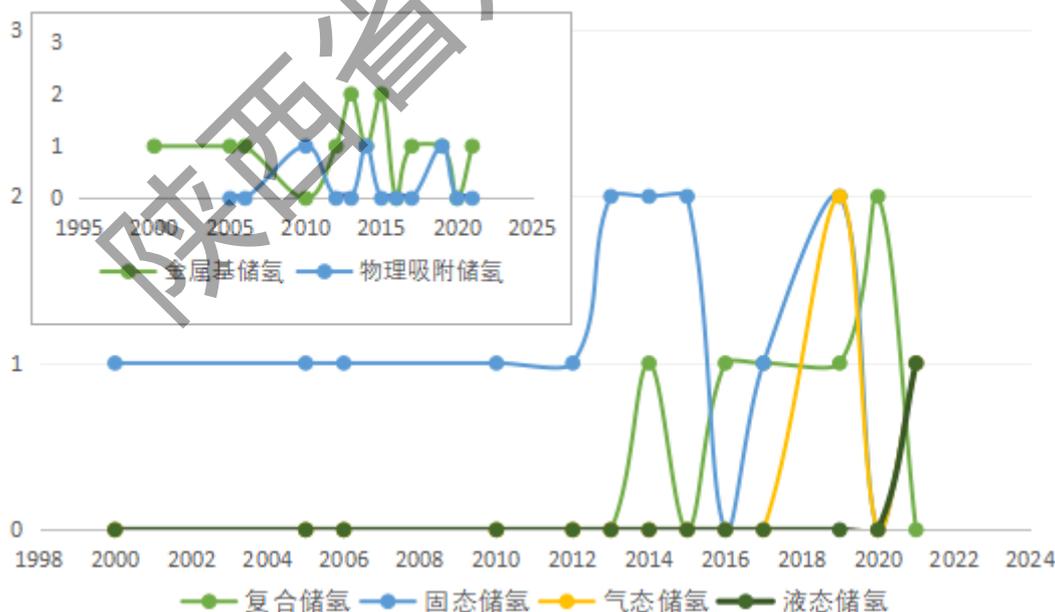


图 3-12 陕西氢能产业中游二级、三级技术分支专利申请趋势

陕西氢能产业中游-储氢技术分支专利占比及申请趋势分别如图 3-11、图 3-12，在储氢环节，固态储氢占比最高，占制氢技术专利申请总量的 54.84%，

其中金属基储氢是重点。除固态储氢外，复合储氢占比较高，为 25.81%，气态储氢占比 12.90%，液态储氢占比较少，为 6.45%。从专利申请趋势来看，各技术分支未呈现持续性、规律性变化，由此说明该技术领域还处于技术攻关期，成熟度不高。



图 3-13 陕西氢能产业中游申请人情况

陕西氢能产业中游申请人情况如图 3-13 所示，在产业链中游，陕西省的申请人共 16 位，申请人大多来源于高校，重点分布在西安交通大学、西北工业大学。

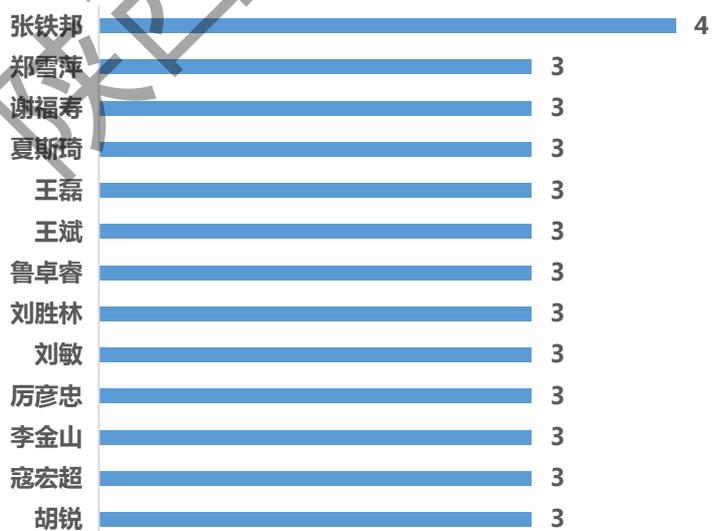


图 3-14 陕西氢能产业中游二级技术分支主要发明人

陕西氢能产业中游二级技术分支发明人排名如图 3-14 所示，涉及发明人共

139 位，根据各发明人对应的专利申请数量可以确定，产业链中游最重要的发明人为西北工业大学的张铁邦（4 件），该发明人的研究方向为金属基储氢的多相储氢合金。

### 3.2.2.3 陕西省产业链下游现状

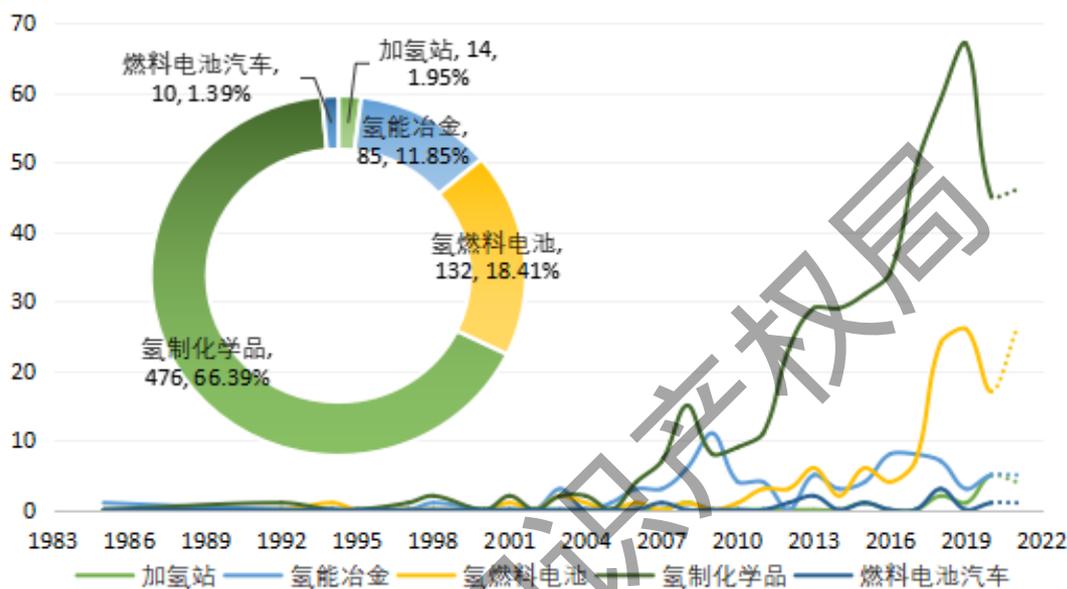


图 3-15 陕西氢能产业下游趋势及占比

陕西氢能产业下游趋势及占比如图 3-15 所示，在下游，氢制化学品、氢燃料电池是区域创新发展的动力，其占比为下游专利申请的 84.80%，且近年来保持快速增长，与此相比，燃料电池汽车、加氢站、氢能冶金的专利占比量少，增长较慢。

表 3-12 陕西省氢能产业下游前十位申请人专利申请情况

申请人	专利申请量	排名	近五年专利申请量	近五年专利占比	有效专利量	有效专利占比	专利引证次数
西安交通大学	68	30	43	63.24%	33	48.53%	40
陕西科技大学	63	35	52	82.54%	22	34.92%	30
西安近代化学研究所	53	45	25	47.17%	29	54.72%	22
西安凯立新材料	44	79	28	63.64%	22	50.00%	19
陕西延长石油(集团)	26	108	14	53.85%	20	76.92%	12
西北大学	26	108	16	61.54%	15	57.69%	8
西安理工大学	21	129	10	47.62%	9	42.86%	26
陕西师范大学	19	142	13	68.42%	7	36.84%	27
西安热工研究院	18	149	18	100.00%	6	33.33%	0
西北有色金属研究院	15	187	5	33.33%	10	66.67%	19

陕西省氢能产业下游前十位申请人包括西安凯立新材料、陕西延长石油(集团)、西安热工研究院有限公司三家企业，西安交通大学、陕西科技大学、西北大学、西安理工大学、陕西师范大学五所高校，西安近代化学研究所、西北有色金属研究院两所科研院所。

与上游产业相比，省内申请人在下游的排名整体下移，这与区域产业结构与产品定位相关，其中，高校或科研院所中，西安交通大学的技术活跃度、技术影响力均较强。企业申请人中，西安凯立新材料股份有限公司排名靠前，同时具有较强的技术影响力。

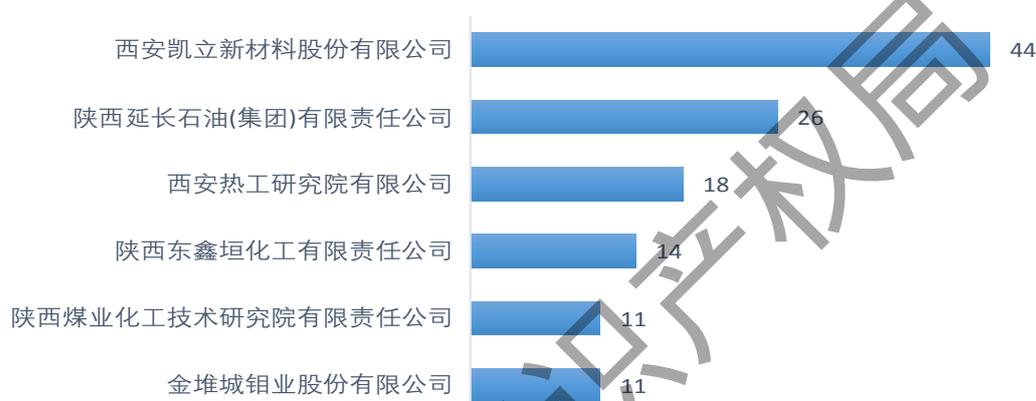


图 3-16 陕西氢能产业下游企业申请人排名（专利数量超过 10 件）

在陕西，下游专利申请量超过 10 件的企业有 6 家，分别为西安凯立新材料股份有限公司、陕西延长石油(集团)有限责任公司、西安热工研究院有限公司、陕东西鑫垣化工有限责任公司、陕西煤业化工技术研究院有限责任公司、金堆城铝业股份有限公司。

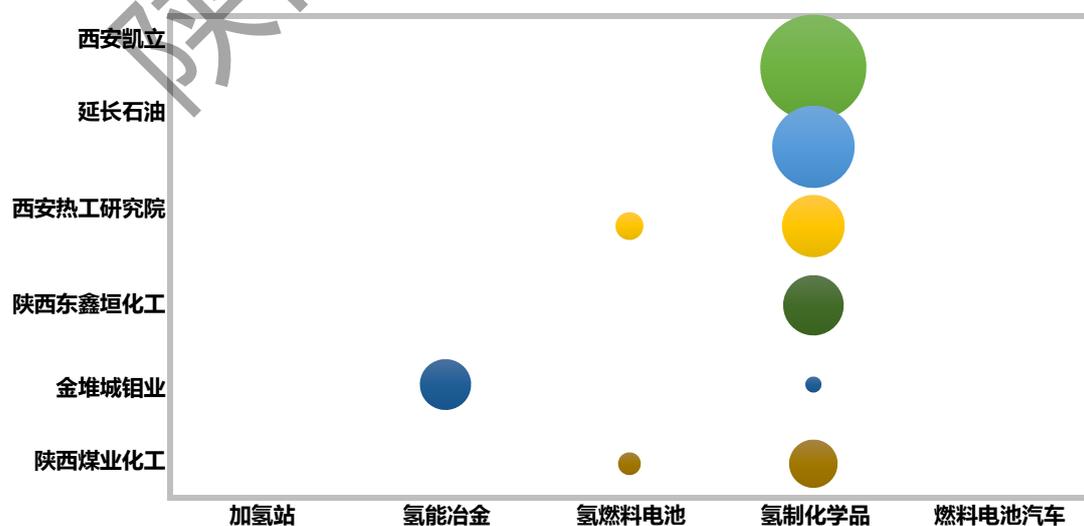


图 3-17 陕西氢能产业下游企业申请人专利布局图

分析下游主要企业申请人的专利布局，可以看出，金堆城钼业股份有限公司重点布局方向为氢能冶金，其他五位申请人更侧重于氢制化学品。加氢站、燃料电池汽车是陕西省重点企业的布局弱点。

表 3-13 陕西省氢能下游主要企业申请人二级、三级分支全国排名情况

企业主体	氢能冶金	排名	氢燃料电池	排名	氢制化学品	排名
西安凯立					44	10
陕西延长石油					26	13
西安热工研究院			3	144	15	35
陕西东鑫垣化工					14	43
金堆城钼业	10	23			1	1182
陕西煤业化工			2	98	9	83

对下游主要企业申请人二级分支进行全国排名分析，在下游，除金堆城钼业外，其他企业更关注氢制化学品领域，其中，西安凯立新材料股份有限公司发挥了示范作用，专利申请量居于全国第十位，金堆城钼业在氢能冶金领域尽其所长，专利申请量居于全国第二十三位，在氢燃料电池领域，西安热工研究院、陕西煤业化工积极发展氢燃料电池，以陕西煤业化工为例，2021年，陕西煤业化工通过战略性投资德威新材，全面进入氢燃料动力锂电池领域，但与国内领先企业相比，陕西省在氢燃料电池领域的差距还较大。

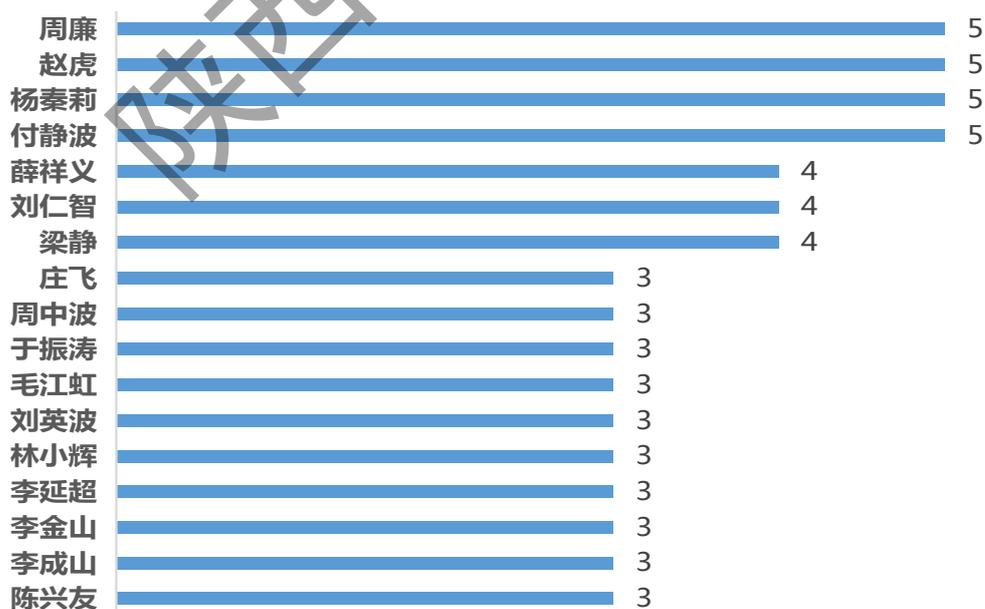


图 3-18 陕西氢能产业下游-氢能冶金发明人

陕西氢能产业下游氢能冶金发明人分析如图 3-18 所示，涉及发明人共 193 位，根据各发明人对应的申请人可以确定，金堆城钼业股份有限公司的付静波（5 件）、杨秦莉（5 件）、赵虎（5 件）、刘仁智（4 件），西安西工大超晶科技发展有限公司的薛祥义（4 件）具有较强的技术影响力。

金堆城钼业股份有限公司的付静波等四位发明人的氢能应用方向主要体现在钼合金的研制，发明人采用真空烧结与氢气烧结相结合的方法，控制合金烧结过程合金元素的变化趋势，进而实现降低氧含量的目的。

陕西氢能产业下游氢燃料电池发明人分析如图 3-19 所示，涉及发明人共 103 位，在氢燃料电池领域，排名最高的发明人的专利申请量较少，仅两件，在企业集群中，还未培育出具有较强技术研发实力的发明人。



图 3-19 陕西氢能产业下游-氢燃料电池发明人

氢制化学品是陕西氢能产业下游的重点，在该领域，相关的发明人共计 787 位，排名最高的发明人共六位，分别为西安近代化学研究所的吕剑（41 件）、王博（22 件）、张伟（20 件）；西安凯立新材料股份有限公司的张之翔（31 件）、曾永康（28 件）、万克柔（21 件）。其中，西安近代化学研究所的吕剑等三位发明人重点研究  $H_2$  在烯类、胺类、醇类、烷类产品，尤其是烯类产品制备中的应用。西安凯立新材料股份有限公司的张之翔等人，重点研究  $H_2$  在催化制备苯类、酸类、吡啶、脂类产品中的应用。

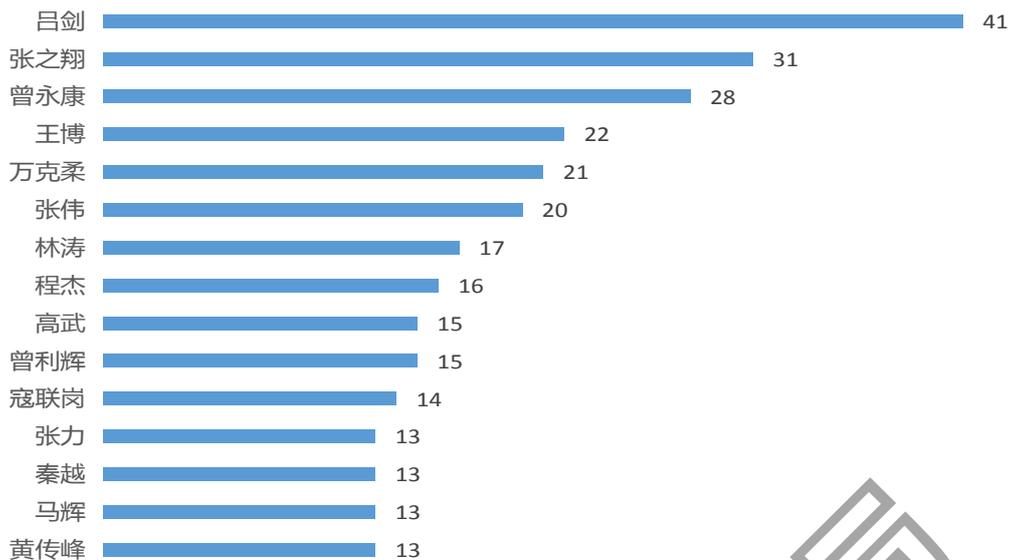


图 3-20 陕西氢能产业下游-氢制化学品发明人

### 3.2.3 西安市在陕西占据核心地位

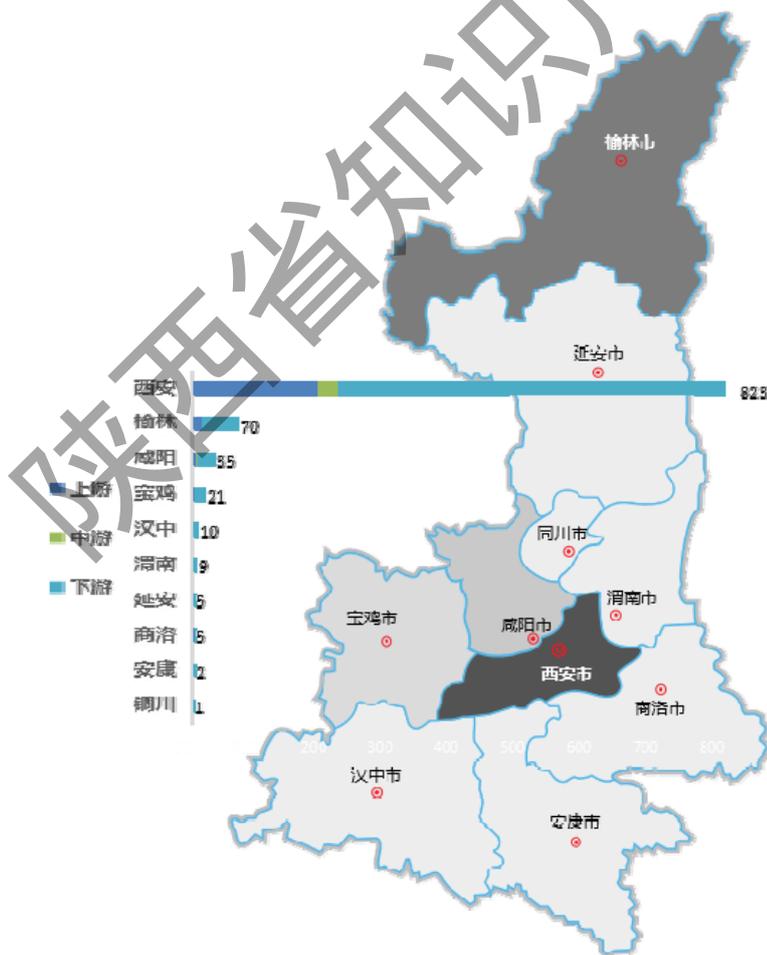


图 3-21 陕西氢能产业专利申请区域分布

陕西省下辖 10 个地级市，在省内，西安占据重要地位，其专利申请占全省专利申请总量的 83.89%，其他区域与西安市差距悬殊。

为扎实推进《西安市氢能产业链提升方案》落实，在氢能产业链建设中担当好技术研发、装备制造及示范应用等作用，西安市构建了以科研院所为主的技术创新链、以华秦、西部材料等为主的氢能装备制造链、以陕汽为龙头的氢燃料电池汽车产业链，以及以中石油、陕鼓、等为主的示范应用链，积极发挥西安优势，创造西安特色。

表 3-14 陕西前三城市不同类型申请人技术布局占比 (%)

技术分支			西安		榆林		咸阳		
			院所	企业	院所	企业	院所	企业	
上游	制氢	石化燃料制氢	煤制氢	0.89	0.89	1.79	14.29	0.00	0.00
			烃类蒸汽转化制氢	0.67	0.89	1.79	0.00	0.00	0.00
			甲醇转化制氢	0.45	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00
			油制氢	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	3.13
	可再生能源制氢	太阳能制氢	5.03	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	
		水利制氢	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		生物制氢	0.45	0.00	0.00	0.00	3.13	0.00	
	电解水制氢	6.26	4.03	0.00	1.79	3.13	0.00		
	工业副产氢	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	6.25		
	氢气纯化	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.13		
中游	储氢	气态储氢	0.89	0.22	0.00	0.00	6.25	3.13	
		液态储氢	低温液化储氢	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			有机液体储氢	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		固态储氢	金属基储氢	1.01	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00
			物理吸附储氢	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	复合储氢	0.34	0.00	3.57	0.00	0.00	0.00		
运氢	0.11	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00			
下游	加氢站	0.78	0.34	0.00	1.79	0.00	3.13		
	氢燃料电池	10.40	2.57	1.79	2.86	3.13	6.25		
	燃料电池汽车	0.45	0.56	0.00	0.00	3.13	0.00		
	氢能冶金	3.47	5.15	0.00	0.00	0.00	6.25		
	氢制化学品	14.77	24.50	5.36	58.93	18.75	21.88		

对比陕西氢能产业排名前三座城市专利申请情况，我们可以发现：

①在上游，西安市的技术集中在电解水制氢与太阳能制氢领域。

在电解水制氢领域，西安市的专利占比为 10.29%，远高于榆林、咸阳市在该领域的专利占比，高校资源优势与地方龙头企业集合，共同支持了西安市在电解水制氢领域的发展。

在太阳能制氢领域，西安市的高校技术实力强大，是技术发展的重要阵地。

②在下游，西安市在氢燃料电池、氢能冶金领域成果显著。

在下游，西安市在氢燃料电池、氢能冶金领域的专利占比分别达到 12.97%、8.62%，远远高于其他地方，这与区域产业发展规划、地方资源优势相关。

③西安市产业结构合理，产业链更加完整。

在西安，企业与高校/科研院所互补，在各产业环节均进行了专利布局，形成了完整的产业链条。

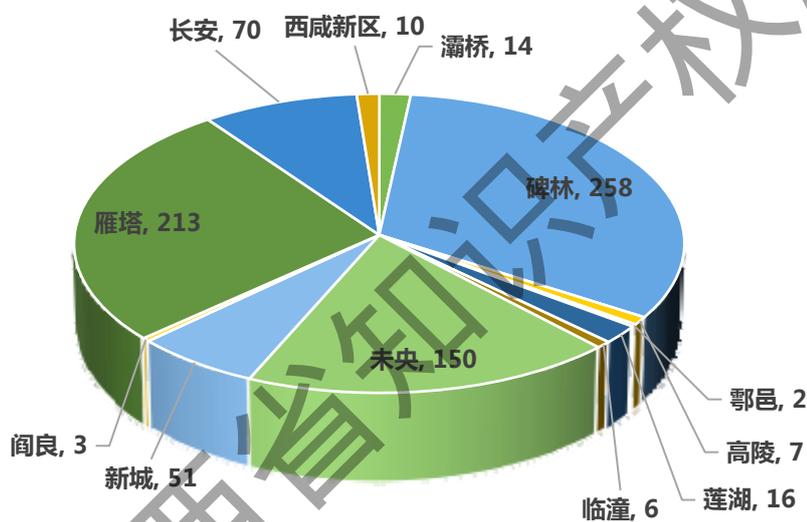


图 3-22 西安市氢能产业区域分布

对西安市内部产业结构进行深入分析，西安市以碑林区、雁塔区、未央区为核心，联合长安区、新城区，打造多区共谋发展的格局。

### 3.2.4 企业在氢能领域技术创新更为活跃，且更加注重专利保护

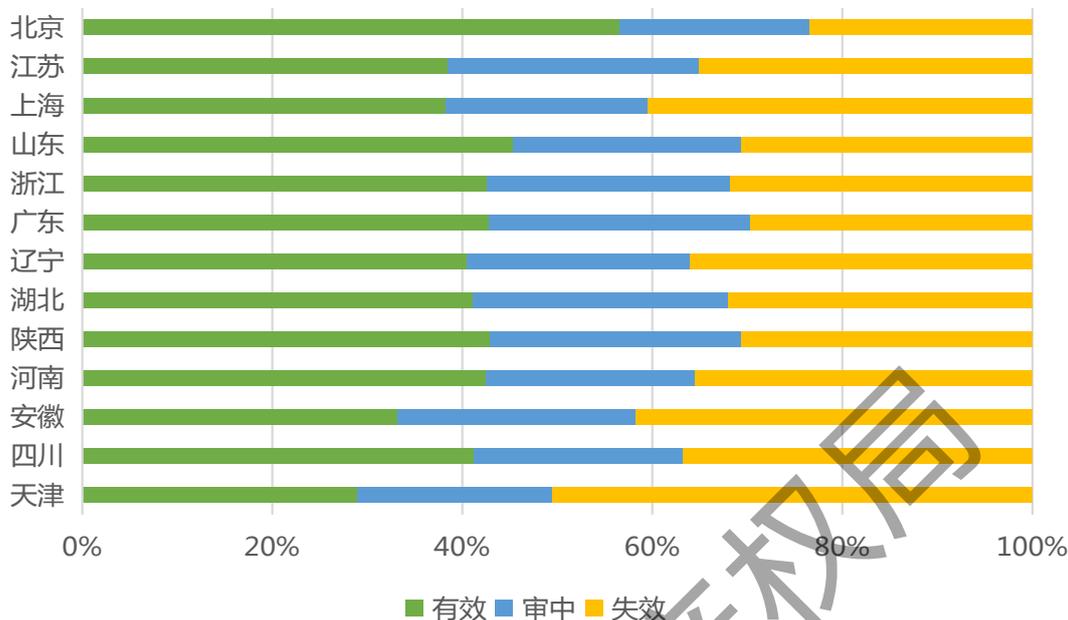


图 3-23 国内氢能产业三梯队省份（市）专利法律状态分布

从专利法律状态分布来看，陕西省氢能产业有效专利占比 42.91%，与江苏、上海等省份持平，高于安徽省、天津市，但低于北京市，同时北京市的失效专利数量占比在省市排名中居于末位，可以看出，北京在践行高质量发展道路中起到了表率作用。值得肯定的是，陕西省审中、失效专利占比分别为 26.50%、30.58%，在我国氢能专利申请主要省份（市）中均位列第三位，近年来企业在氢能产业领域的技术创新更为活跃，且更加注重专利保护。

### 3.2.5 技术创新主要聚焦在上游领域，对全球新技术的关注较少

在陕西，技术创新方向主要集中在石化燃料制氢、电解水制氢、联合制氢工艺三个方面，具体为：

#### （1）石化燃料制氢

陕西东鑫垣化工重视对反应设备的改进，具体涉及变压吸附制氢装置，西安交通大学重视超临界水气化制氢在石化燃料制氢方面的应用。

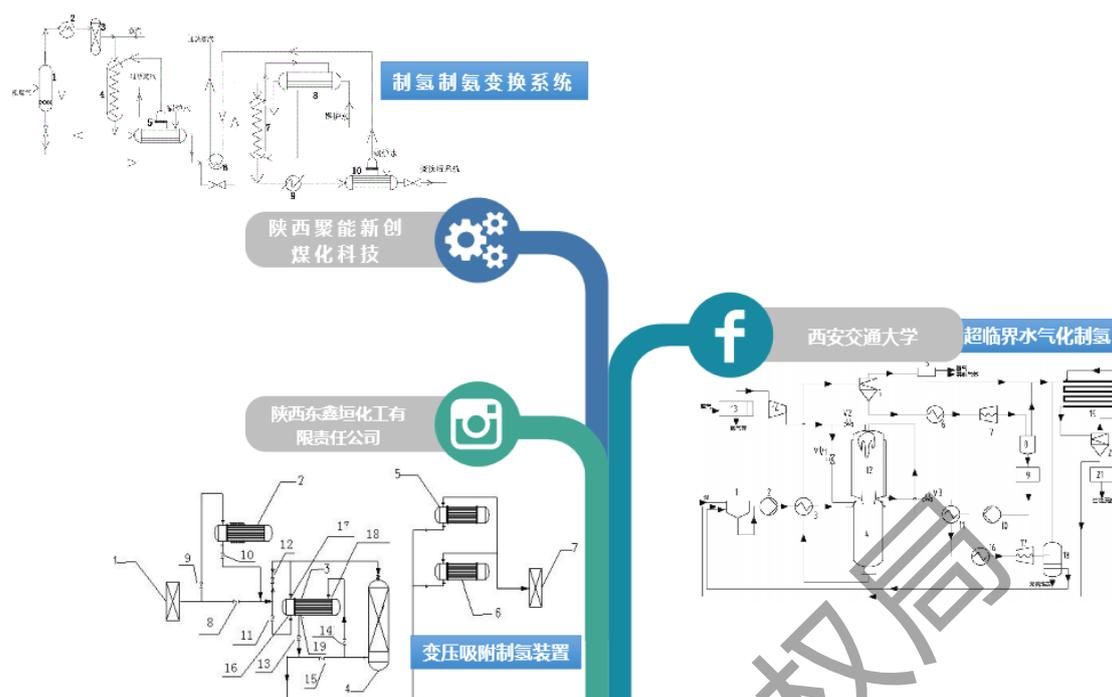


图 3-24 陕西氢能上游-石化燃料制氢技术改进点

陕西东鑫垣化工有限责任公司近年来加强对变压吸附制氢装置的改进,包括改进脱氧塔结构,解决了氢气提浓气中氧含量控制问题,保证了装置运行安全,通过增加进口蒸汽加热器和换热器,能够保证脱氧塔结构的进气温度的稳定,从而保证装置运行稳定性,从而确保氢气的纯度和收率,提高变压吸附制氢装置的制氢能力。

超临界水气化技术(SCWG)是利用超临界水(SCW)的特殊性质,在不加入氧化剂的前提下将反应物加入SCWG反应器内进行热解气化反应,制取高热值气体,如氢气和甲烷等,而且反应过程中有机物不会生成焦炭等副产物。西安交通大学近年来不断加氢对超临界水气化技术的研究,提出了碳基能源超临界水气化制氢技术、超临界水气化制氢及浆液超临界水热燃烧耦合系统。

## (2) 电解水制氢

在电解水制氢方面,陕西华秦新能源科技有限责任公司重点开发组合式水电解制氢电解槽的研究,西安热工研究院有限公司利用高温气冷堆的硫碘循环制氢。

# 华秦新能源

HUA QIN NEW ENERGY

## 一种内外组合式气冷型的水 电解制氢电解槽

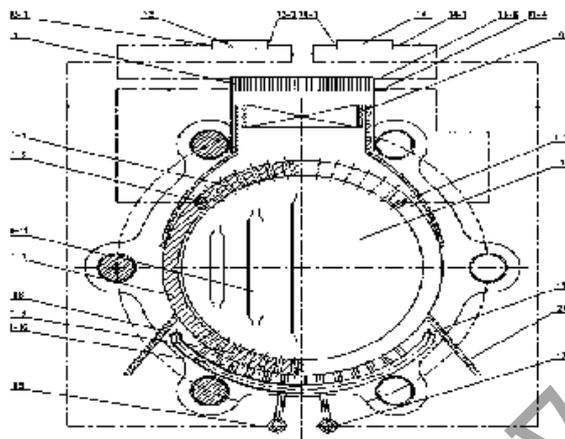


图 3-25 陕西氢能上游-电解水制氢技术改进点

在现有的水电解制氢过程中，电解槽中的电解液，无论是对阴极侧的电解液、阳极侧的电解液或者是它们混合的电解液，通常都是采用耐碱的循环泵作为动力，通过设置在电解槽外的冷却器（水冷热交换器等）和碱液过滤器进行冷却和过滤后返回电解槽，即需要有两个循环系统，系统设备占用面积大，能耗及制造成本也较高，尤其是碱液泵在高浓度碱液和  $80^{\circ}\text{C}$  工作温度下长期工作，其使用寿命和工作可靠性往往成为水电解制氢工作的关键，薄弱环节。为此，近年来，陕西华秦新能源科技有限责任公司开始进行组合式水电解制氢电解槽的研究，采用的气冷系统，以多种方式结合进行冷却，该结构紧凑，冷却效果好，可以省去一套或者两套电解液冷却、过滤等液冷循环系统，制造成本低，占用面积和空间小，操作简便。

### （3）联合制氢工艺

近年来，西安热工研究院有限公司利用高温气冷堆的硫碘循环制氢系统与方法，通过将高温气冷堆发电系统与热化学硫碘循环制氢系统进行耦合，利用高温气冷堆出口的高温氦气作为热源，使水在  $800^{\circ}\text{C}$  至  $1000^{\circ}\text{C}$  下催化热分解，从而制取氢气和氧气。高温气冷堆制氢原理为：高温气冷堆出口的高品位热能用于制氢过程，经过氦-氦换热器换热后的低品位热能用于发电，发电得到的电能供给制氢过程，剩余的电能输出至电网，从而实现高温气冷堆能量的梯级利用和零碳排

放的氢电联产。

**TPRI**  
西安热工研究院

### 高温气冷堆的硫碘循环制氢系统

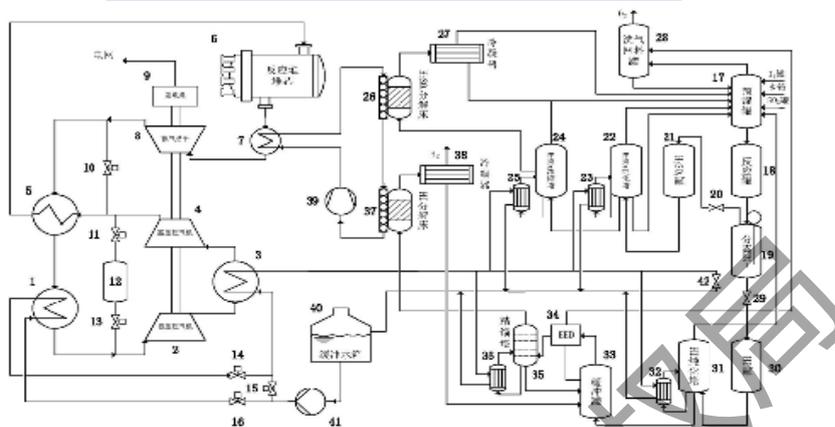


图 3-26 陕西氢能上游联合制氢技术改进点

对比全球主要技术方向，我们发现，陕西省围绕重点领域进行了技术改进，但其改进方向全部聚焦在产业上游，并且与主流方向差别较大，对重点技术方向的关注较少。

## 3.3 陕西省氢能产业定位

### 3.3.1 产业定位

(一) 陕西省氢能产业居于全国第九位，专利申请集中度高。

陕西以 981 件专利居于全国第九位，处于第三梯队，除直辖市外，陕西、四川、湖北的专利集中度均高于 70%，省会西安的专利申请高度集中，达到 83.89%，与长三角、珠三角、环渤海氢能产业集群相比，发展模式不同。

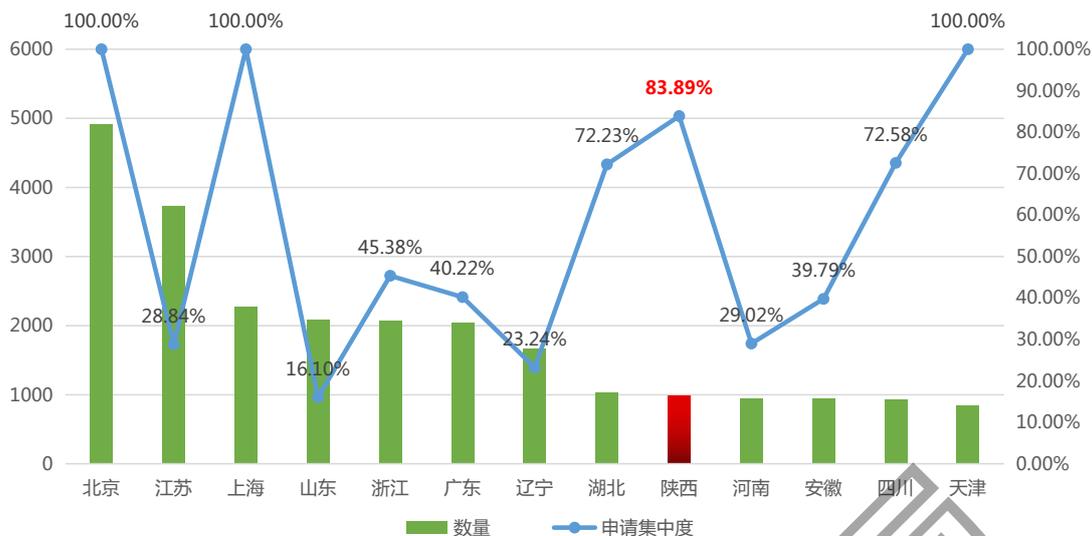


图 3-27 全国氢能产业三梯队省市专利申请集中度<sup>[15]</sup>

（二）陕西省产业结构整体上呈现“下游主导，发展上游，覆盖中游”的态势，上游处于优势地位，但中游和下游处于劣势，产业结构待优化。

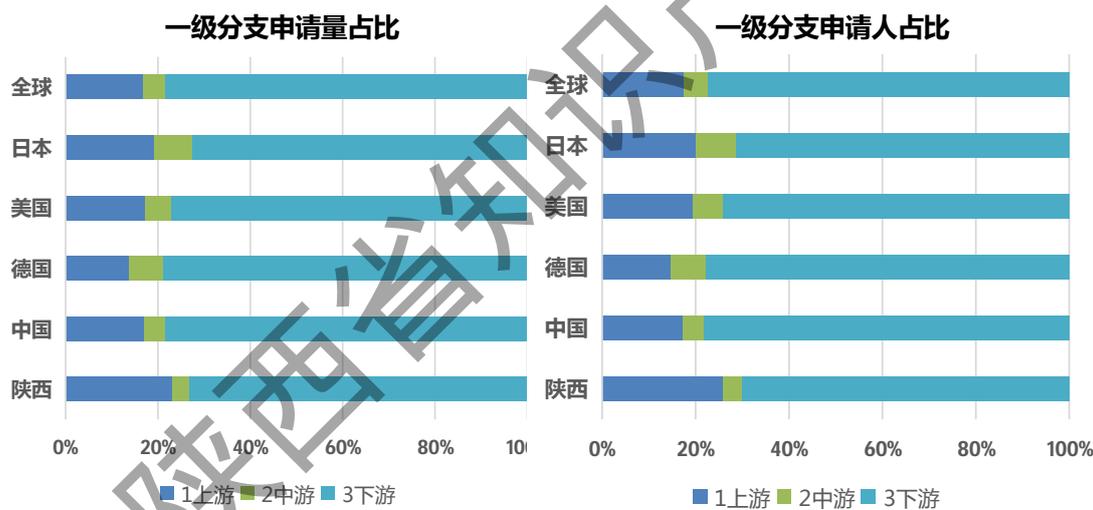


图 3-28 主要国家（地区）一级分支结构

从一级分支来看，无论是全球、日本、美国、德国、中国，下游的专利申请占比最高，均超过 70%，其次是上游，最后是中游，陕西省遵循全球乃至中国的一般规律，也形成了下游主导，发展上游，覆盖中游的局面，但是陕西省加强对上游的研发投入，其在氢能产业上游的专利申请量、申请人占比分别为 23.04%、25.89%，均高于全球主要国家在上游的比例。

[15] 集中度：省（市）内申请量排名第一的地级市（区）的专利申请量占所在省份（市）专利的占比

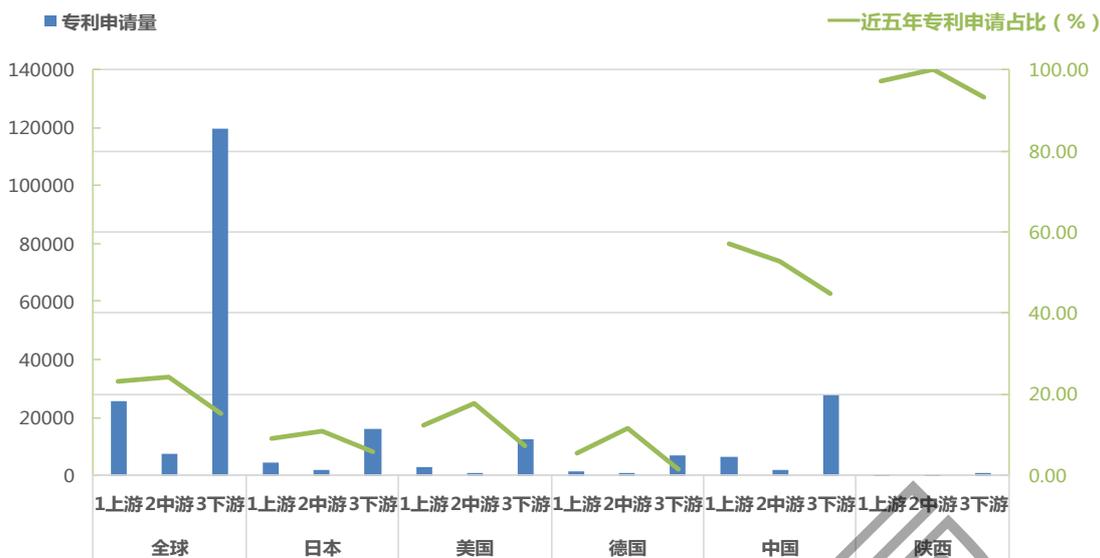


图 3-29 主要国家（地区）一级分支近五年专利申请占比分析

分析主要国家（地区）近五年的专利申请量占比，可以看出，中国对氢能产业的近五年专利占比远高于其他国家，为响应国家氢能产业发展战略，陕西省发布《陕西省“十三五”战略性新兴产业发展规划》、《陕西省低碳试点工作实施方案》，进一步确定了氢能产业的发展目标，并于 2021 年 7 月将氢能列为 23 条重点产业链之一，自此，陕西省氢能产业发展持续发力，造就了陕西省氢能产业的快速发展，省内近五年专利占比为中国专利近五年专利占比近 2 倍。

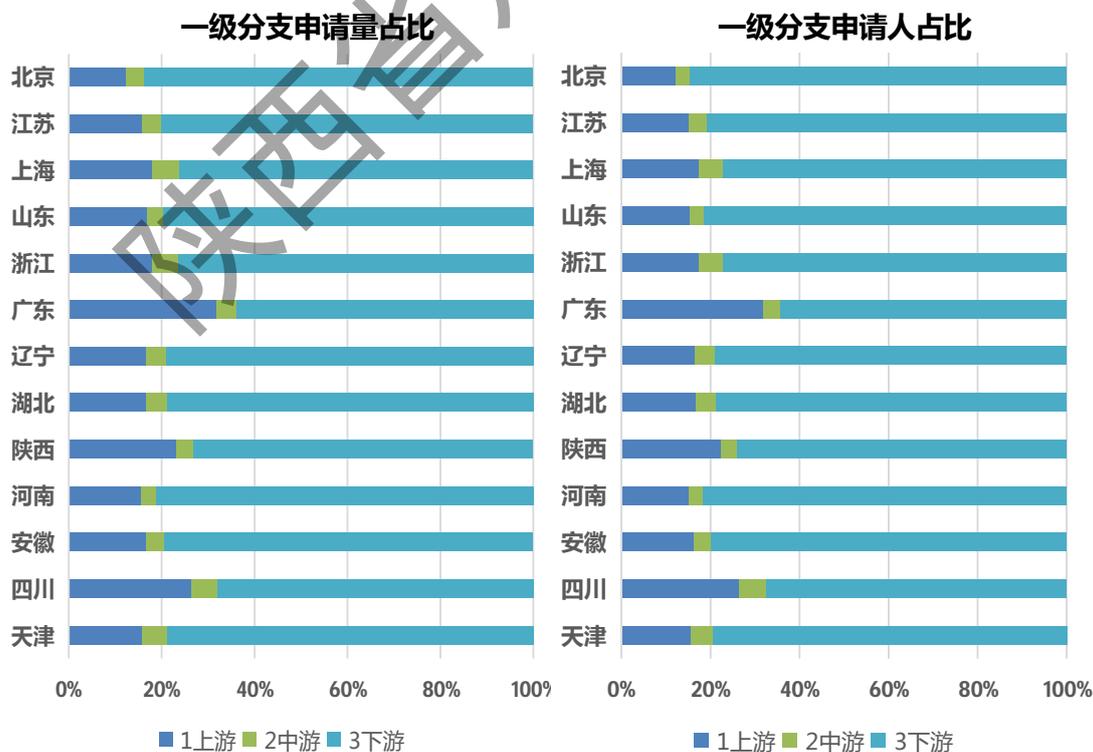


图 3-30 中国主要省市一级分支结构

聚焦到国内，广东、四川的氢能上游专利占比较高，均超过了 25%，明显高于其他省市在该领域的占比，是上游的领先省份，陕西省的上游占比排在全国十三强省市中排名第三，处于国内上游水平；在中游，上海、浙江、天津、四川是领军省份，四省市实力相当，专利占比在 5%~6%之间，陕西省在中游的专利占比仅为 3.87%，居于十一位，排名靠后；在下游，北京居于第一位，处于国内领先地位，而陕西省以 73.09%排名第十一，下游产业链缺乏竞争力。

表 3-15 中国三梯队省市一级分支申请量、近五年专利申请占比分析

公开国别	1上游		2中游		3下游	
	专利申请量 (件)	近五年专利占比 (%)	专利申请量 (件)	近五年专利占比 (%)	专利申请量 (件)	近五年专利占比 (%)
北京	935	34.33	243	41.56	6508	23.03
江苏	623	65.17	174	68.39	3329	47.85
上海	437	46.45	141	32.62	1946	36.84
山东	366	66.39	72	61.11	1933	51.22
浙江	412	60.92	127	52.76	1808	47.95
广东	746	64.88	93	74.19	1510	51.52
辽宁	296	42.57	81	38.27	1416	43.93
湖北	186	63.98	50	62	872	58.83
陕西	233	65.24	38	63.16	769	53.45
河南	148	64.19	31	70.97	772	61.14
安徽	157	72.61	38	68.42	750	53.6
四川	246	65.85	52	80.77	632	53.48
天津	134	55.22	44	34.09	664	39.01

分析国内主要省市近五年的专利申请量占比，第一梯队省市中北京，第二梯队省市中上海、辽宁，第三梯队省市中天津近五年专利申请占比均低于 50%，这与“区域协同、辐射发展”的协同发展理念相关，以北京为例，2020 年，北京市经济和信息化局发布《北京市氢燃料电池汽车产业发展规划》（2020-2025 年），规划中明确要“立足京津冀协同，发挥房山区、天津和河北氢能资源优势，形成多渠道一体化环北京供氢链”，2021 年，唐山市人民政府发布了《唐山市氢能产业发展规划（2021-2025）》，提出构建“一轴，一港、三大平台、多点支撑”的氢能产业格局。“一轴”即北京-唐山-秦皇岛氢能发展轴。

综上分析，陕西省产业结构遵循国际、国内规律，整体上呈现“下游主导，发展上游，覆盖中游”的态势，省内近五年专利占比为中国专利近五年专利占比

近 2 倍。上游是陕西省的优势环节，其占比排在全国十三强省市中排名第三，处于国内上游水平；陕西省在中游和下游处于劣势，专利占比均排在全国十三强省市中排名第十一位，创新研发布局相对薄弱，陕西省产业结构待优化升级。

（三）上游，陕西省遵循国内发展规律，重点关注可再生能源制氢、电解水制氢，同时，发挥资源优势，在石化燃料制氢领域不断创新，形成电解水制氢、太阳能制氢、石化燃料制氢多元制氢共同发展的局面。

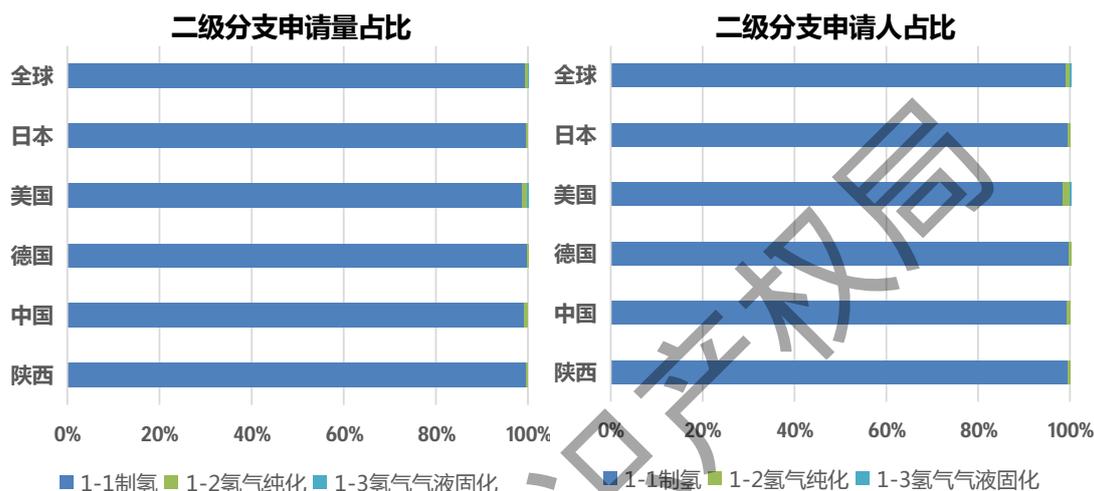


图 3-31 主要国家（地区）上游领域二级技术分支结构

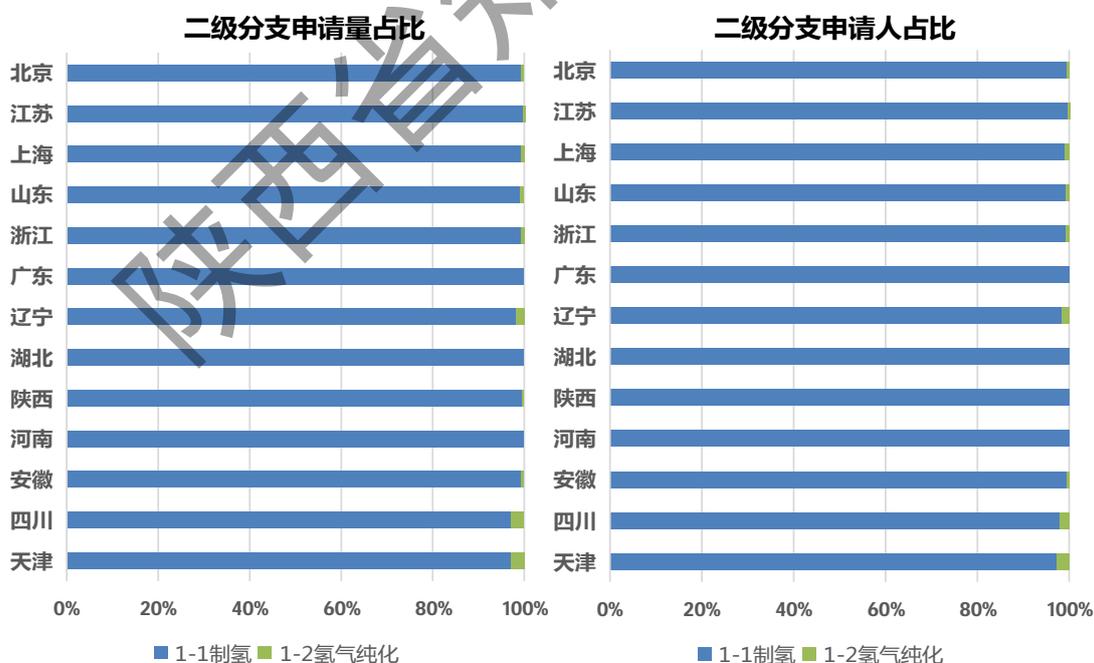


图 3-32 中国主要省市二级分支结构

上游领域，制氢是核心，世界主要国家的专利申请量或申请人的占比均达到

98%以上，氢气纯化、氢气气液固化的专利占比极少，其中美国在氢气纯化、氢气气液固化的占比也高于其他主要国家。

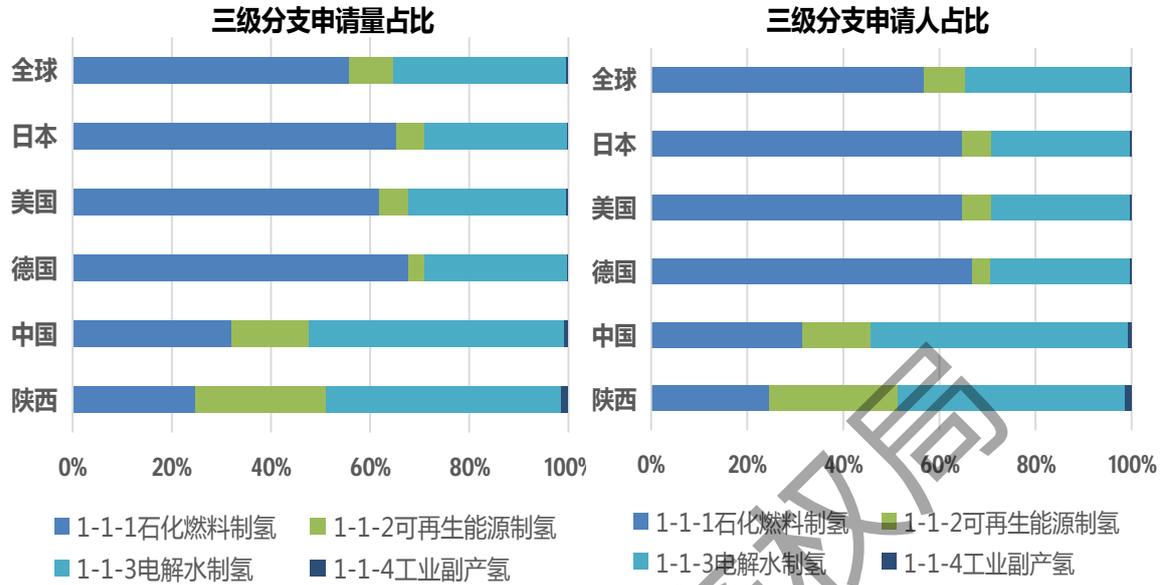


图 3-33 主要国家（地区）上游领域三级技术分支结构

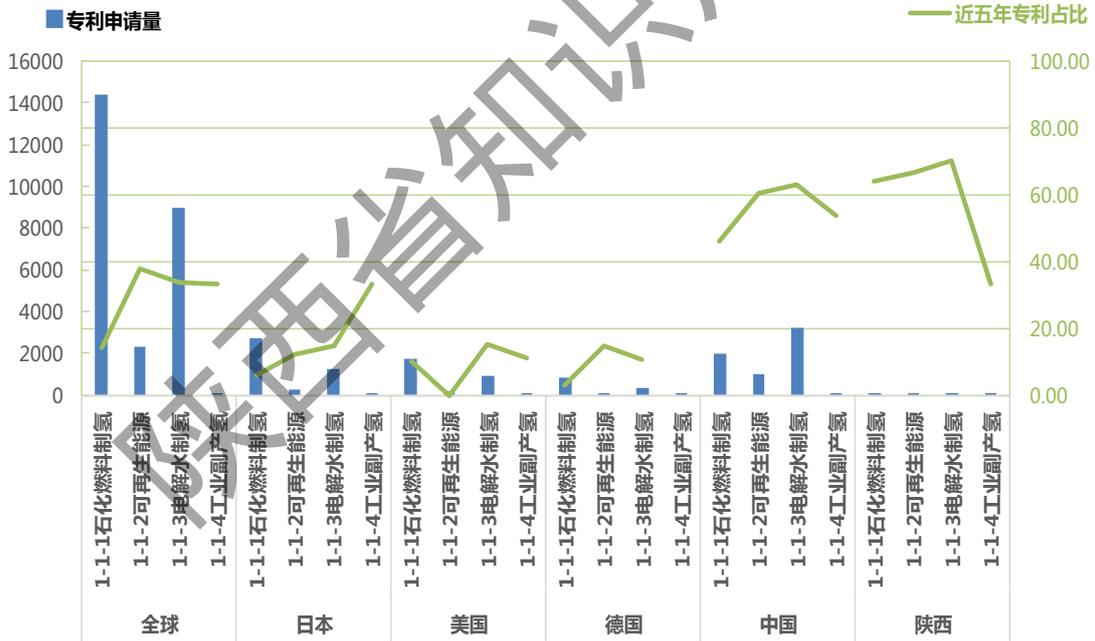


图 3-34 主要国家（地区）上游三级技术分支近五年专利申请占比分析

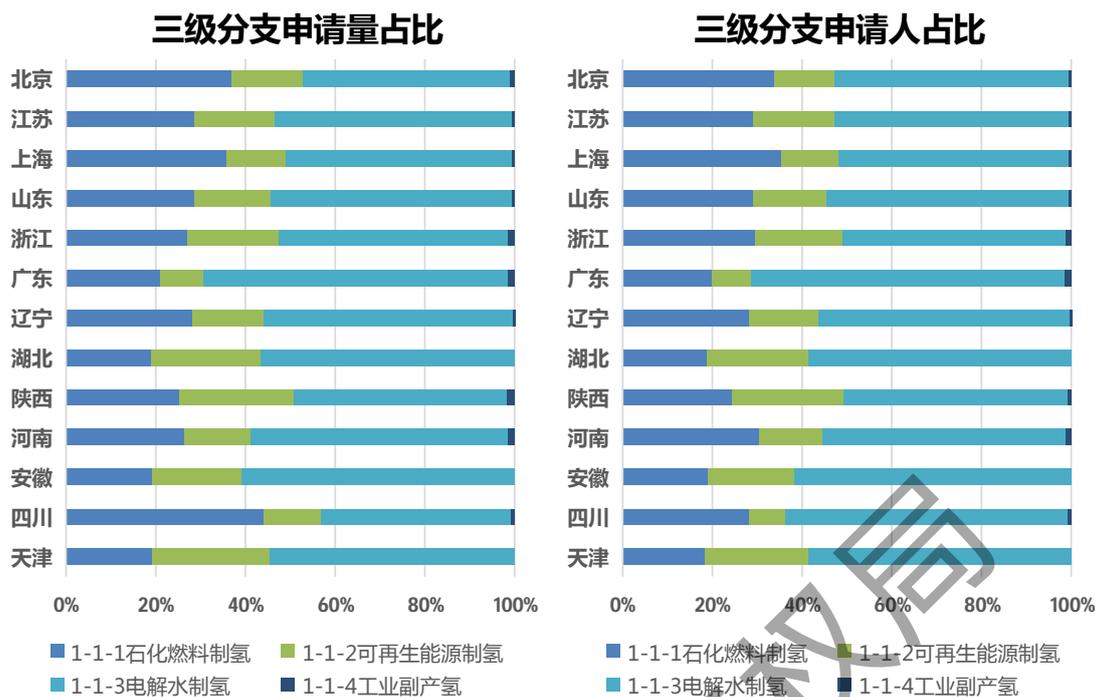


图 3-35 中国主要省市上游三级分支结构

表 3-16 中国三梯队省市上游三级分支申请量、近五年专利申请占比分析

公开国别	1-1-1石化燃料		1-1-2可再生能源		1-1-3电解水		1-1-4工业副产	
	专利申请量(件)	近五年专利占比(%)	专利申请量(件)	近五年专利占比(%)	专利申请量(件)	近五年专利占比(%)	专利申请量(件)	近五年专利占比(%)
北京	223	43.05	97	45.36	279	64.16	6	33.33
江苏	168	70.24	106	66.98	311	69.13	3	0
上海	145	33.1	54	61.11	205	58.05	2	100
山东	100	65	59	74.58	188	68.62	2	100
浙江	100	65	75	61.33	189	71.96	5	60
广东	136	62.5	63	79.37	441	76.87	10	100
辽宁	77	45.45	44	31.82	152	47.37	1	0
湖北	33	57.58	42	71.43	98	71.43	0	0
陕西	57	100	58	100	107	100	4	75
河南	39	48.72	22	68.18	85	69.41	2	100
安徽	30	33.33	31	77.42	95	83.16	0	0
四川	105	65.71	31	77.42	101	65.35	2	0
天津	25	56	34	50	71	60.56		0

上游制氢方面，中国坚持绿色低碳路线，主攻可再生能源制氢，在此背景下，

近年来，中国大力发展可再生能源制氢、电解水制氢技术，其专利申请占比分别为 15.53%、51.54%，近五年专利占比分别为 60%、63%，明显高于美、日、德等氢能产业强国，同时，陕西省积极探索各方资源，集中高校资源发展可再生能源制氢，大力探索企业潜力发展电解水制氢，造就了可再生能源制氢、电解水制氢快速发展的局面，其近五年专利占比分别为 67%、70%，高于国内近五年专利占比，分别居于国内第六、第八位。除此之外，陕西省发挥资源优势，在石化燃料制氢领域不断创新，形成电解水制氢、太阳能制氢、石化燃料制氢多种制氢方式共同发展的局面。

(1) 石化燃料制氢：国内重点布局烃类蒸汽转化制氢的同时，近年来不断调整产业结构，提高了国内在甲醇转化制氢、煤制氢领域的地位，陕西省重点发展煤制氢技术，专利申请量居于全国第四位，近五年专利占比均与国内第三，成为陕西省的优势环节，但区域在甲醇转化制氢领域还处于劣势。

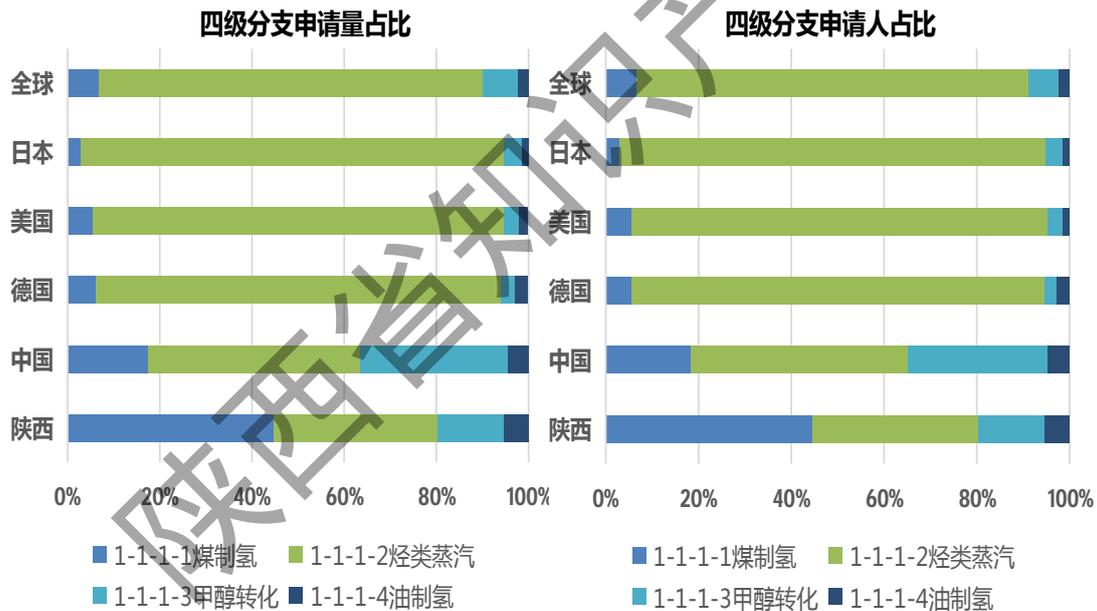


图 3-36 主要国家（地区）上游领域四级技术分支结构

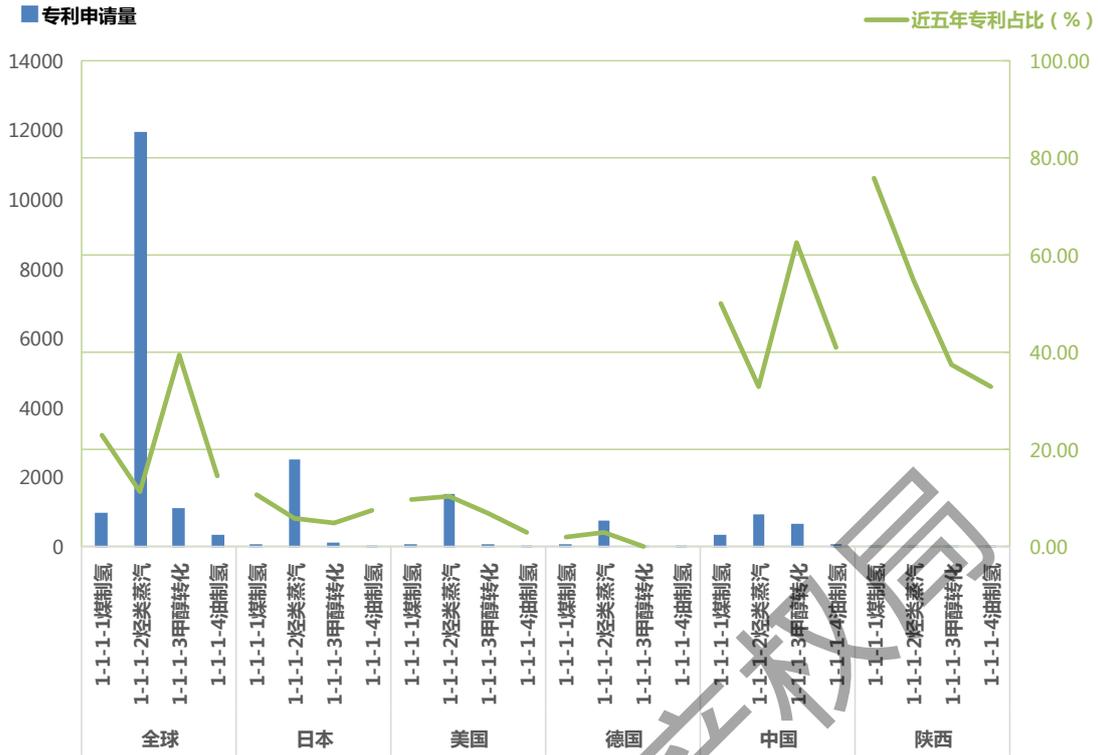


图 3-37 中国第一梯队省市上游四级分支近五年专利申请占比分析

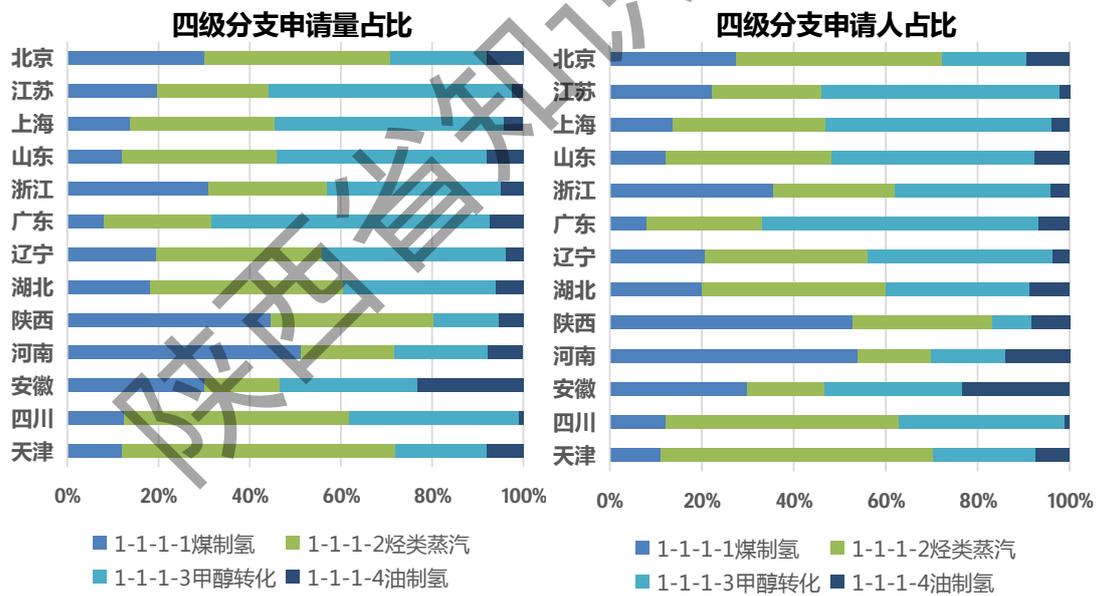


图 3-38 中国主要省市上游领域四级技术分支结构

表 3-17 中国三梯队省市石化燃料制氢四级分支申请量、近五年专利申请占比分析

公开国别	1-1-1-1煤制氢		1-1-1-2烃类蒸汽		1-1-1-3甲醇转化		1-1-1-4油制氢	
	专利申请量(件)	近五年专利占比(%)	专利申请量(件)	近五年专利占比(%)	专利申请量(件)	近五年专利占比(%)	专利申请量(件)	近五年专利占比(%)
北京	67	47.76	91	36.26	47	63.83	18	5.56
江苏	33	54.55	41	63.41	90	81.11	4	25
上海	20	30	46	34.78	73	31.51	6	50
山东	12	33.33	34	47.06	46	82.61	8	87.5
浙江	31	74.19	26	30.77	38	81.58	5	60
广东	11	45.45	32	65.63	83	67.47	10	30
辽宁	15	80	28	42.86	31	29.03	3	66.67
湖北	6	16.67	14	50	11	81.82	2	100
陕西	25	76	20	55	8	38	3	33
河南	20	25	8	100	8	75	3	0
安徽	9	33.33	5	0	9	66.67	7	14.29
四川	13	69.23	52	57.69	39	76.92	1	0
天津	3	33.33	15	46.67	5	80	2	100

基于能源结构的不同,世界主要氢能大国的制氢路线差异较大,日本、美国、德国重点发展烃类蒸汽转化制氢技术,中国在关注烃类蒸汽转化制氢的同时,也重视甲醇转化制氢与煤制氢技术,国内形成多种能源制氢的结构。

从专利活跃来看,与烃类蒸汽转化制氢相比,近年来,中国更重点关注甲醇转化制氢,其次是煤制氢,其近五年专利占比分别为63%、50%,由此可以看出,国内不断调整石化能源制氢的结构。陕西省重点关注煤制氢,专利申请量居于全国第四位,近五年专利占比高达76%,居于国内第三,从申请人数量配置情况来看,陕西省在煤制氢领域的申请人数量同样占据优势,是陕西省的优势领域,但与国内相比,陕西省对甲醇转化制氢的研发创新较为匮乏。

(2) 可再生能源制氢:在全球重点发展太阳能制氢、生物制氢的背景下,中国不断挖掘新的可再生资源,在风电、水利制氢加大技术创新,在多种可再

生能源共同发展的路径中，陕西省在太阳能制氢领域的专利申请量居于全国第四位，在国内占据重要的地位。

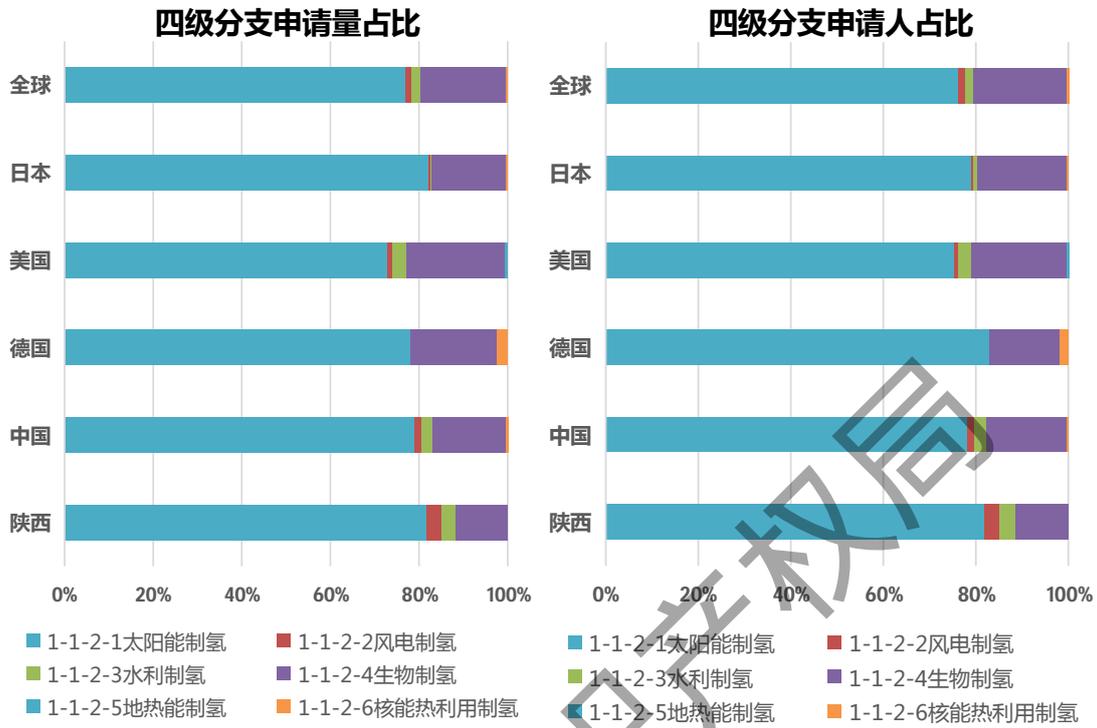


图 3-39 主要国家（地区）上游领域四级技术分支结构

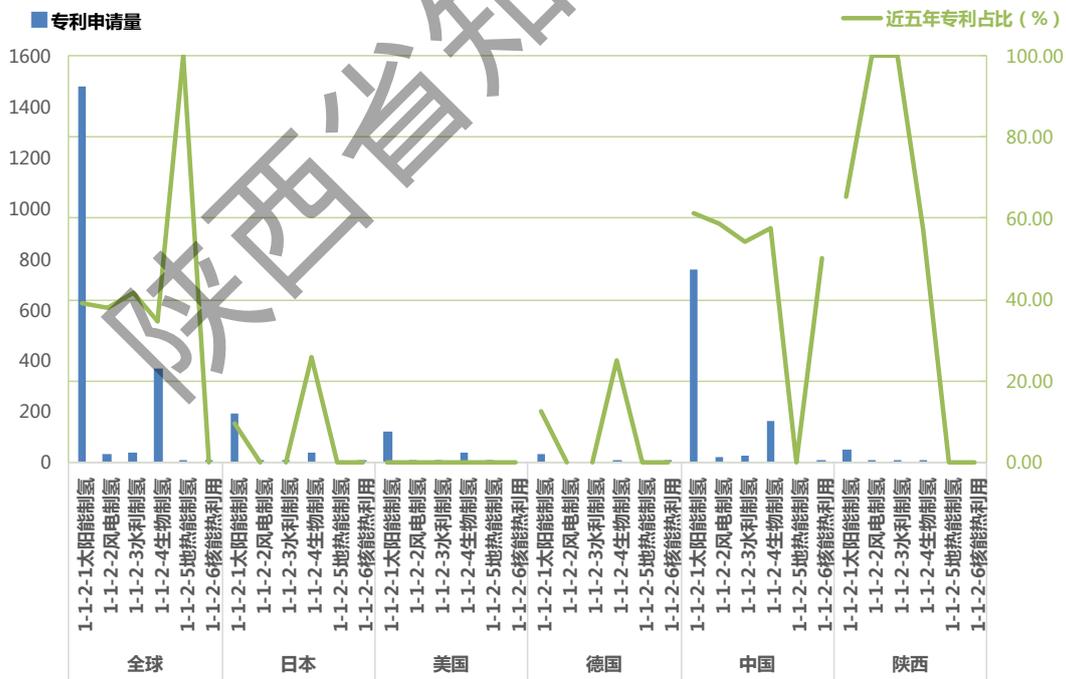


图 3-40 主要国家（地区）上游可再生能源制氢四级技术分支近五年专利占比分析

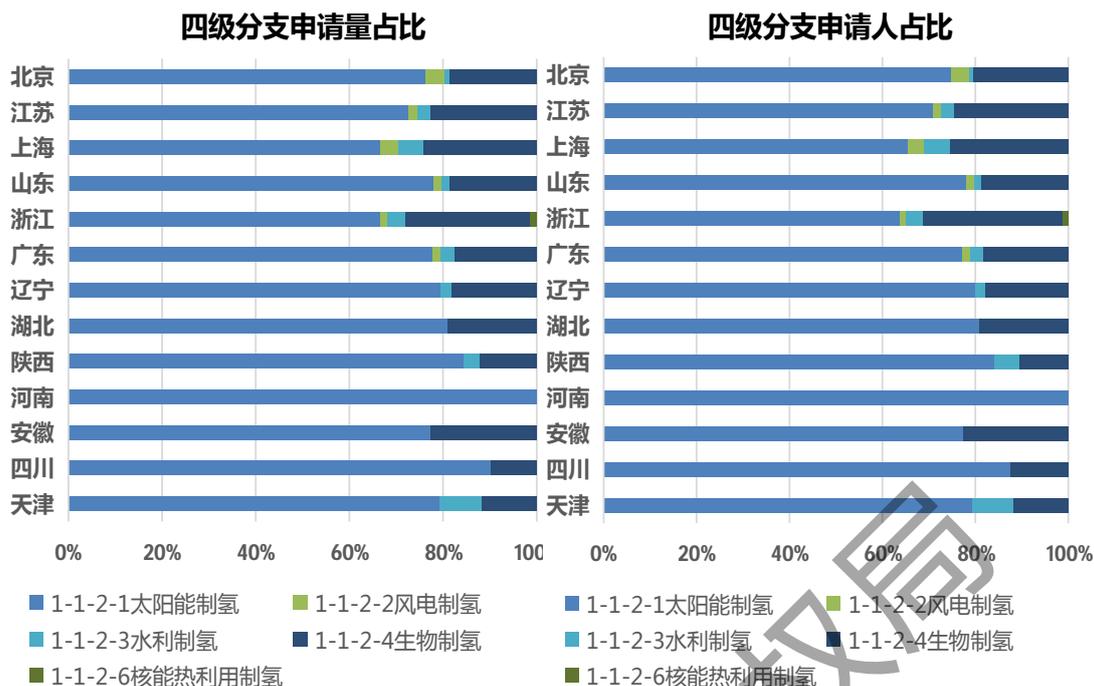


图 3-41 中国主要省市上游可再生能源制氢领域四级技术分支结构

表 3-18 中国三梯队省市可再生能源制氢四级分支申请量、近五年专利申请占比分析

公开国别	1-1-2-1太阳能		1-1-2-2风电		1-1-2-3水利		1-1-2-4生物		1-1-2-6核能热	
	专利申 请量 (件)	近五年 专利占 比 (%)								
北京	95	30.53	5	80	1	100	26	38.46		
江苏	81	69.14	2	0	3	66.67	28	46.43	0	0
上海	36	55.56	2	50	3	66.67	14	71.43	0	0
山东	46	73.91	1	100	1	100	11	72.73	0	0
浙江	51	60.78	1	100	3	66.67	24	50	1	0
广东	51	80.39	1	100	2	100	12	50	0	0
辽宁	36	30.56	0	0	1	0	8	37.5	0	0
湖北	34	67.65	0	0	0	0	8	87.5	0	0
陕西	32	56.25	2	100	2	100	4	100	0	0
河南	23	65.22	0	0	0	0	0	0	0	0
安徽	24	83.33	0	0	0	0	7	57.14	0	0
四川	28	85.71	0	0	0	0	4	0	0	0
天津	27	59.26	0	0	3	0	4	25	0	0

可再生能源制氢方面，世界主要氢能大国重点关注太阳能与生物制氢，专利申请量占比均分别超过 70%、15%，并且，以日本、德国为代表的国家，在生物制氢的近五年专利占比远高于太阳能制氢，中国在发展太阳能制氢、生物制氢外，不断挖掘新的可再生资源，在风电、水利制氢加大技术创新，2021 来，国内氢能产业龙头企业中国石化与多家央企开在光伏风电、绿电制氢、化学储能等领域达成合作意向。

与国内其他省市相比，陕西在太阳能制氢领域占据重要的地位，其专利申请量居于全国第四位，集结了包括西安交通大学、陕西科技大学等高校资源，奠定了良好的研发基础。

（四）中游领域，储氢是专利布局重点，在储氢方面，国外的申请人注重储氢技术的多元化发展，气态储氢、液态储氢、固态储氢均占据的重点的地位，与国外相比，中国重点发展气态储氢、固态储氢、复合储氢技术，液体储氢研究较少。陕西省在储氢、运氢领域专利申请量排名分别位于全国第十二位、第九位，处于中下水平。

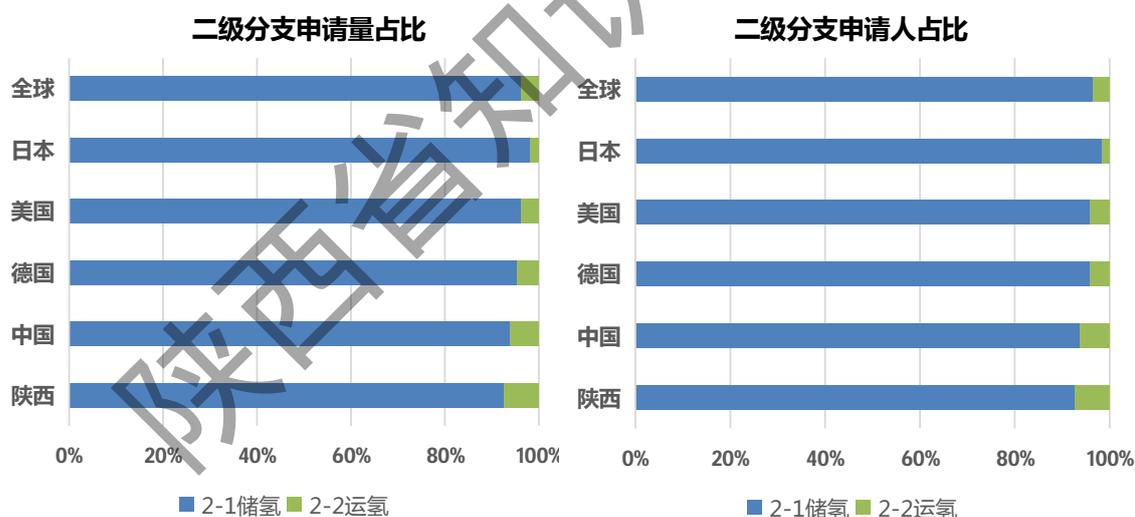


图 3-42 主要国家（地区）中游领域二级技术分支结构

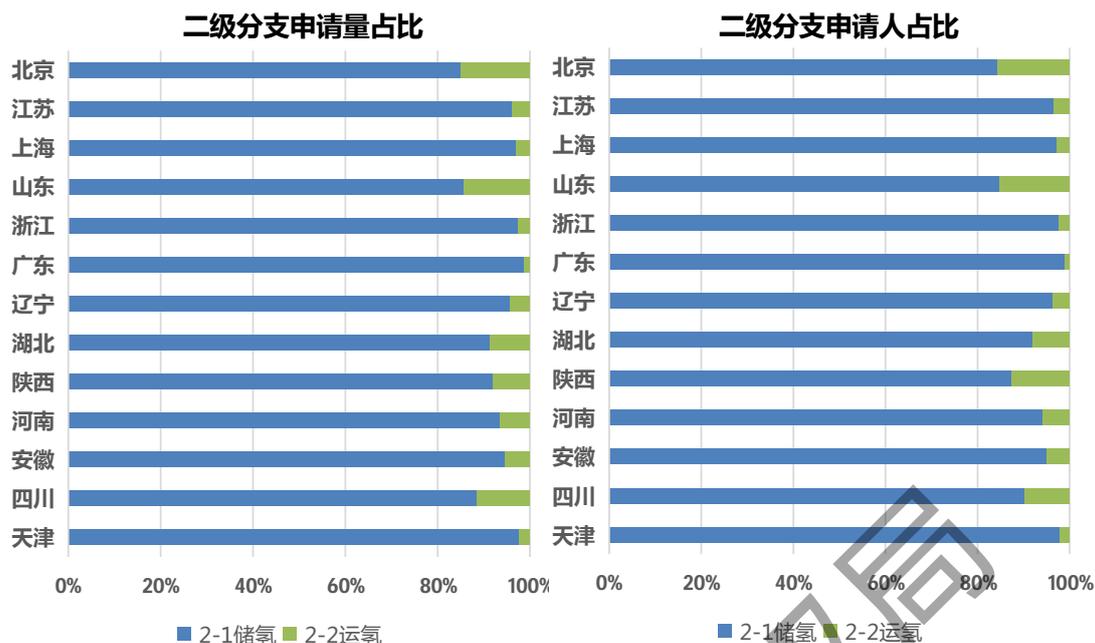


图 3-43 中国主要省市中游领域二级技术分支结构

中游领域，储氢是专利布局重点，世界主要国家的专利申请人或申请人的占比均达到 90%以上，运氢的专利占比极少。

与国内主要省市相比，陕西省在储氢、运氢领域排名处于中下水平，专利申请量分别位于全国第十二位、第九位，因此中游是陕西省的发展劣势。

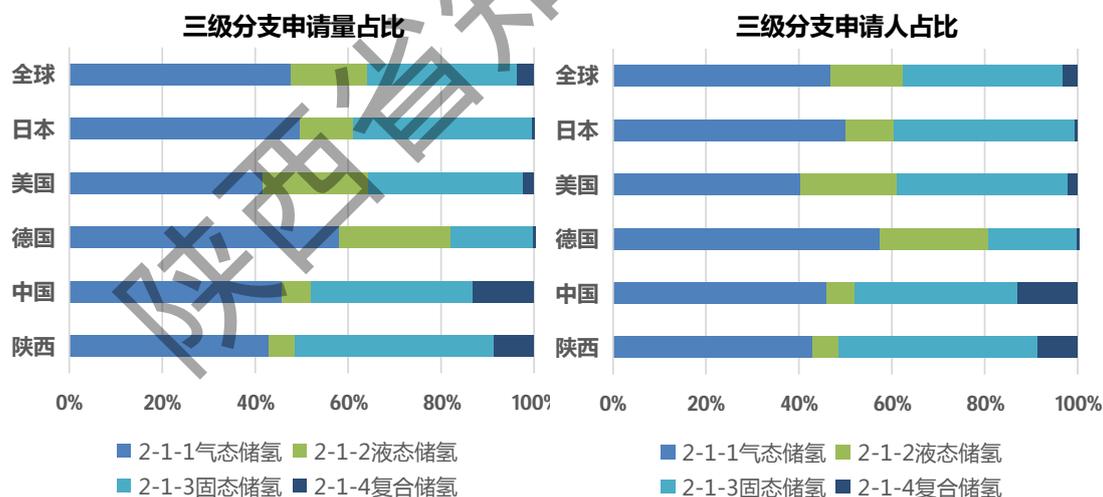


图 3-44 主要国家（地区）中游领域三级技术分支结构

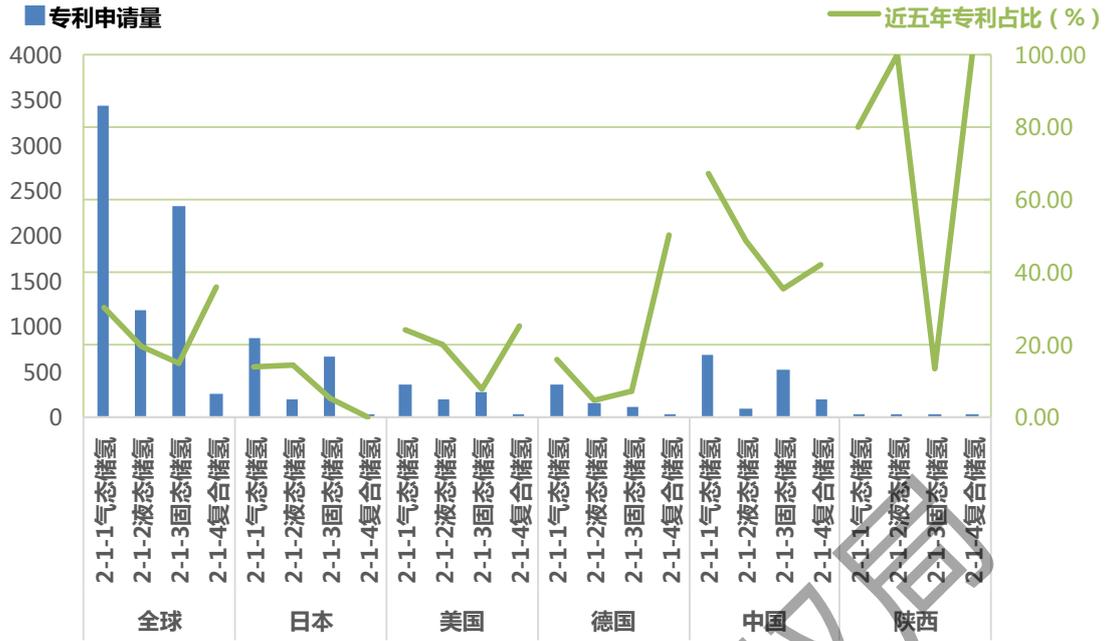


图 3-45 主要国家（地区）中游领域三级技术分支近五年专利申请占比分析

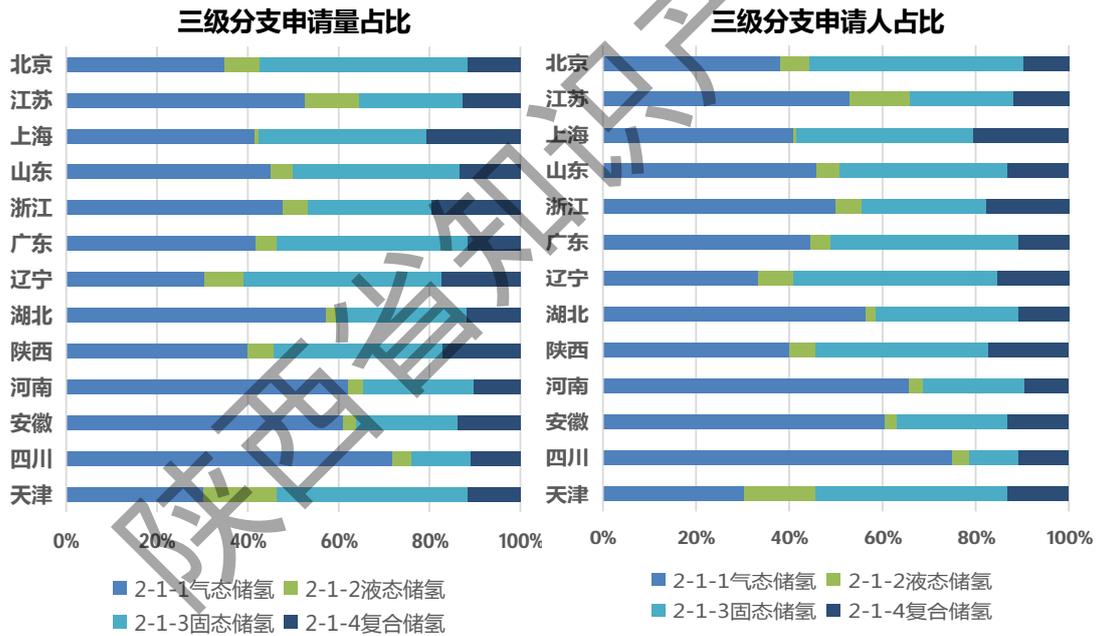


图 3-46 中国主要省市中游领域三级技术分支结构

表 3-19 中国三梯队省市中游领域三级技术分支申请量、近五年专利申请占比分析

公开国别	2-1-1 气态储氢		2-1-2 液态储氢		2-1-3 固态储氢		2-1-4 复合储氢	
	专利申请量 (件)	近五年专利占比 (%)						
北京	57	61.4	13	38.46	75	33.33	19	52.63
江苏	79	81.01	18	88.89	34	67.65	19	57.89
上海	54	53.7	1	100	48	22.92	27	14.81
山东	27	70.37	3	100	22	50	8	62.5
浙江	54	85.19	6	50	31	29.03	22	31.82
广东	36	97.22	4	75	36	61.11	10	80
辽宁	21	61.9	6	66.67	30	40	12	0
湖北	24	79.17	1	0	12	50	5	60
陕西	14	100	2	100	13	100	6	100
河南	18	88.89	1	0	7	28.57	3	66.67
安徽	22	68.18	1	0	8	75	5	80
四川	33	90.91	2	50	6	50	5	40
天津	13	69.23	7	0	18	16.67	5	60

在储氢方面，全球重要氢能大国中，国外的申请人注重储氢技术的多元化发展，气态储氢、液态储氢、固态储氢均占据的重点的地位，其中气态储氢均是各国关注的重点，其专利申请量占比、近五年专利占比均较高，除此之外，各国在液态储氢、固态储氢方面的布局略有侧重，日本、美国在固态储氢布局的专利数量占比相对更高，而德国在液态储氢方面的专利占比更高。与国外相比，中国重点发展气态储氢、固态储氢技术、复合储氢，液体储氢与国外相比，具有一定差距。与国内各省市相比，陕西省的技术分支结构与北京的技术结构一致。

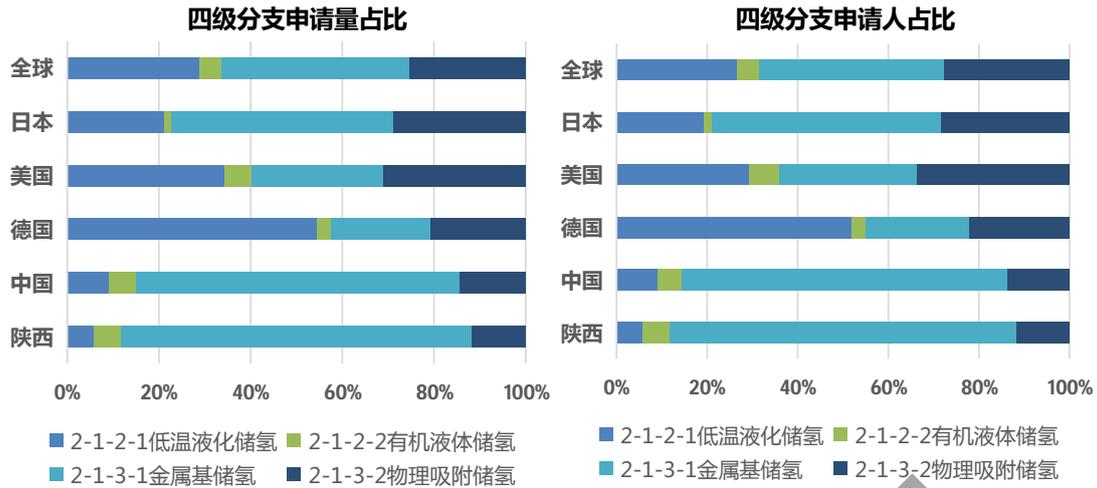


图 3-47 主要国家（地区）中游领域四级技术分支结构

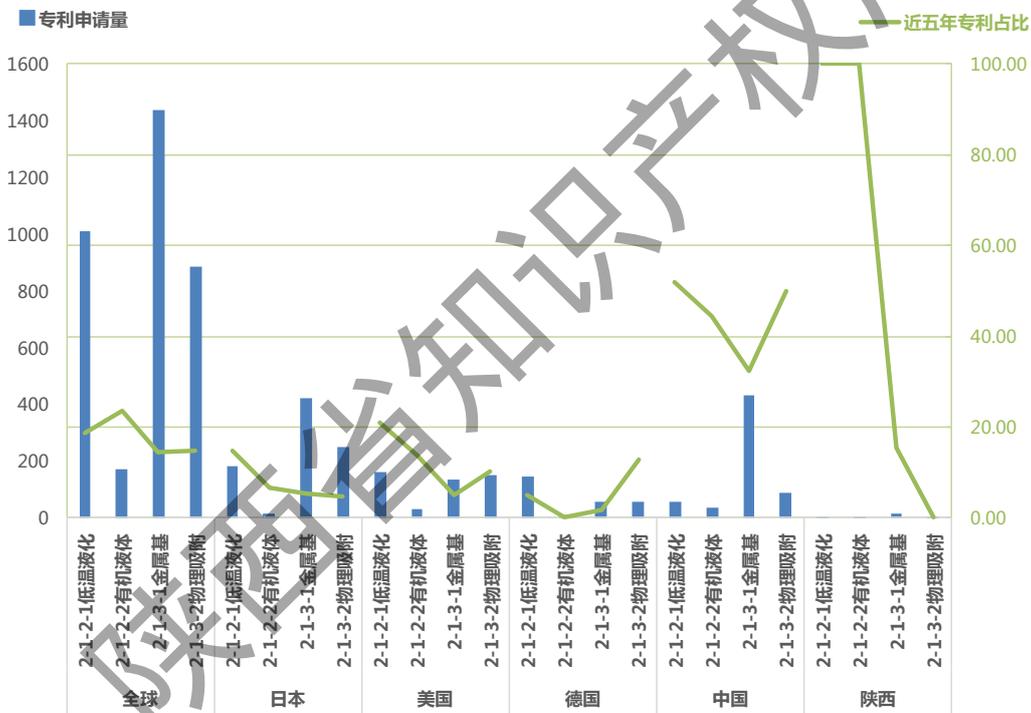


图 3-48 主要国家（地区）中游领域四级技术分支近五年专利申请占比分析

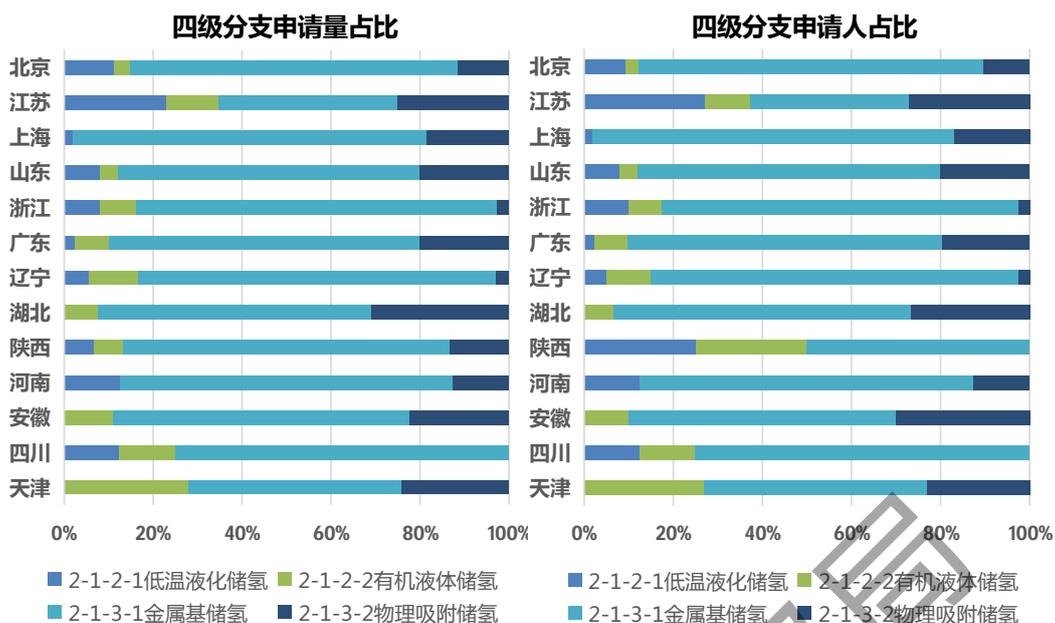


图 3-49 中国主要省市中游领域四级技术分支结构

表 3-20 中国三梯队省市中游领域四级技术分支申请量、近五年专利申请占比分析

公开国别	2-1-2-1 低温液化		2-1-2-2 有机液体		2-1-3-1 金属基		2-1-3-2 物理吸附	
	专利申请量 (件)	近五年专利占比 (%)	专利申请量 (件)	近五年专利占比 (%)	专利申请量 (件)	近五年专利占比 (%)	专利申请量 (件)	近五年专利占比 (%)
北京	10	30	3	66.67	65	26.15	10	80
江苏	12	91.67	6	83.33	21	61.9	13	76.92
上海	1	100	0	0	39	23.08	9	22.22
山东	2	100	1	100	17	41.18	5	80
浙江	3	66.67	3	33.33	30	26.67	1	100
广东	1	100	3	66.67	28	57.14	8	75
辽宁	2	100	4	50	29	37.93	1	100
湖北	0	0	1	0	8	75	4	0
陕西	1	100	1	100	11	100	2	100
河南	1	0	0	0	6	33.33	1	0
安徽	0	0	1	0	6	83.33	2	50
四川	1	100	1	0	6	50	0	0
天津	0	0	7	0	12	16.67	6	16.67

液态储氢方面，国外申请人对低温液化储氢的专利申请量占比远远高于有机液体储氢，固态储氢领域，国外申请人在金属基储氢的专利申请量占比与物理吸附储氢的专利占比相近。与国外相比，国内的研究重点差异显著，在液态储氢方面，中国在低温液化储氢的专利申请量占比与有机液体储氢的专利申请量占比相当，固态储氢领域，国内集中发展金属基储氢。

(五) 在下游，近年来，世界各氢能大国均关注加氢站、燃料电池汽车领域。陕西省在发展氢制化学品的同时，加大氢能冶金、氢制化学品领域的研发积累，但区域在下游的排名处于中下游水平，市场竞争力不强。

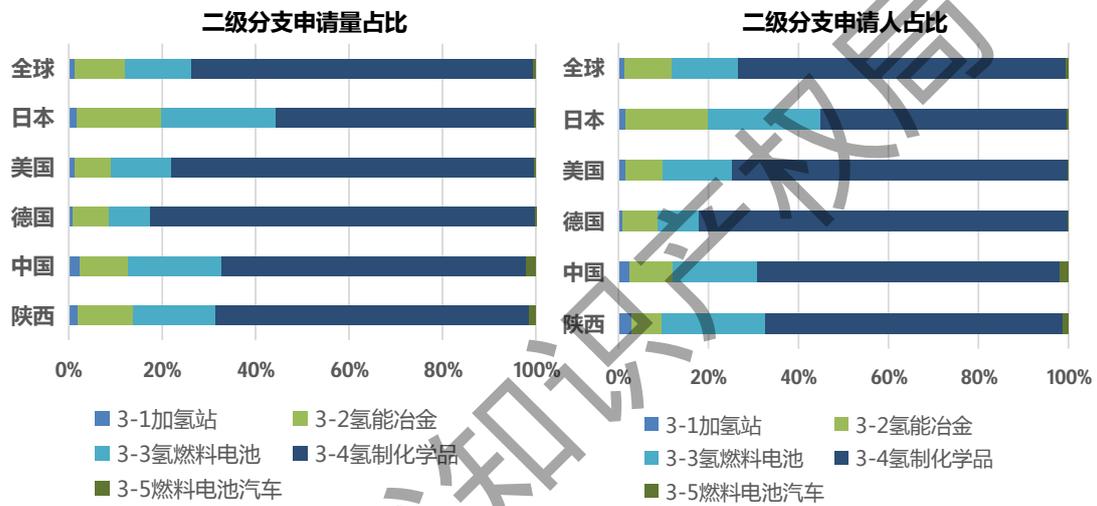


图 3-50 主要国家（地区）下游领域二级技术分支结构

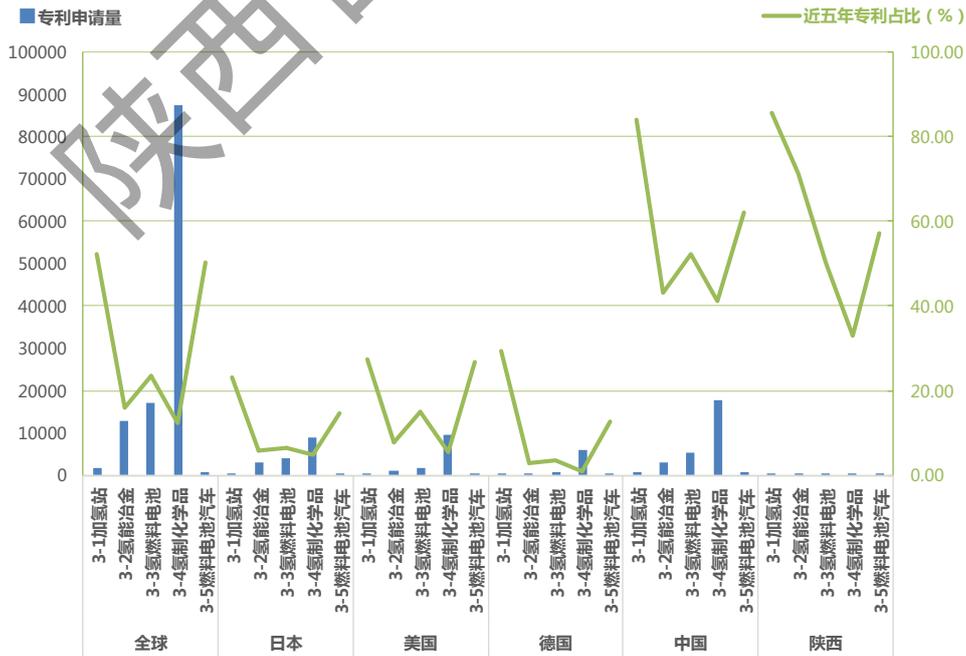


图 3-51 主要国家（地区）下游领域二级技术分支近五年专利占比分析

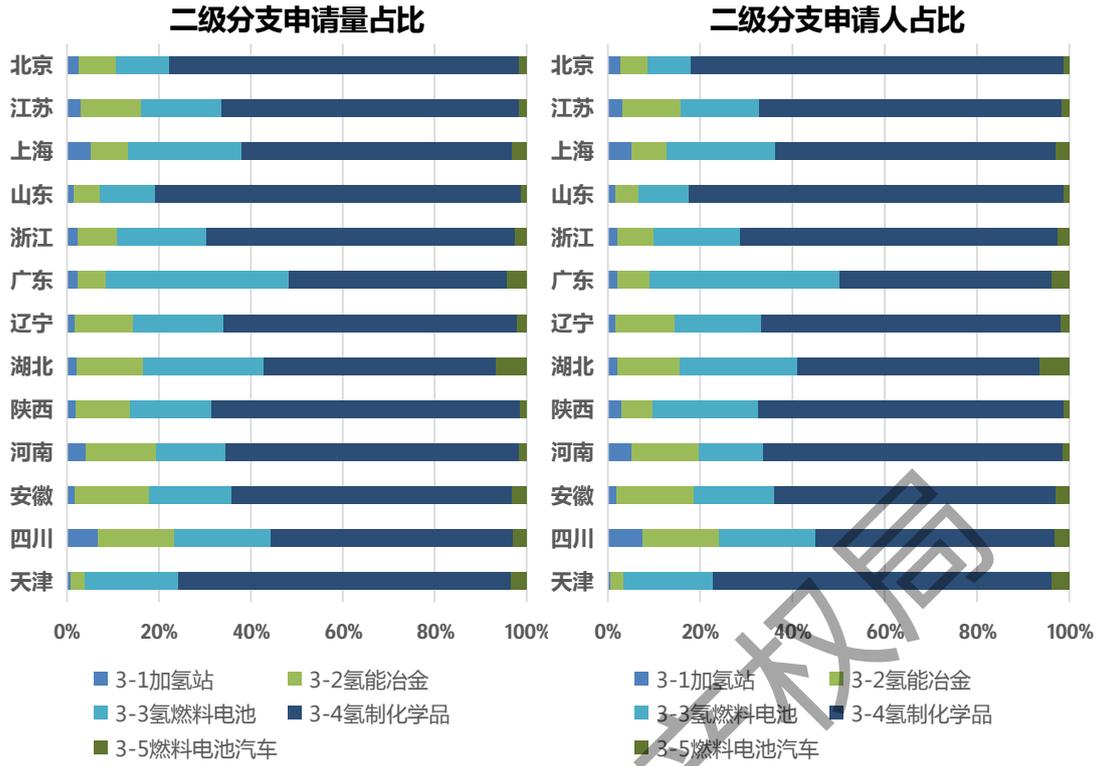


图 3-52 中国主要省市下游领域二级技术分支结构

表 3-21 中国三梯队省市下游领域二级技术分支申请量、近五年专利申请占比分析

公开国别	3-1加氢站		3-2氢能冶金		3-3氢燃料电池		3-4氢制化学品		3-5燃料电池汽车	
	专利申请量(件)	近五年专利占比(%)	专利申请量(件)	近五年专利占比(%)	专利申请量(件)	近五年专利占比(%)	专利申请量(件)	近五年专利占比(%)	专利申请量(件)	近五年专利占比(%)
北京	112	82.14	323	35.6	480	55.63	3126	31.25	64	70.31
江苏	86	88.37	397	44.33	521	61.8	1922	50.47	51	78.43
上海	91	87.91	135	24.44	421	44.66	1002	38.72	54	51.85
山东	26	80.77	92	51.09	199	70.35	1309	57.91	21	71.43
浙江	37	81.08	133	51.88	306	64.05	1049	50.24	40	75
广东	29	93.1	82	59.76	514	60.51	618	55.99	54	61.11
辽宁	21	80.95	170	44.71	261	53.26	844	44.91	27	40.74
湖北	18	94.44	118	43.22	214	75.23	413	58.35	55	78.18
陕西	14	100	85	80	126	80	482	60	10	100
河南	32	96.88	118	50	116	81.9	494	56.88	12	50
安徽	14	100	120	54.17	134	61.19	459	48.58	23	78.26
四川	42	90.48	106	44.34	133	63.16	332	46.69	19	73.68
天津	5	100	21	47.62	135	38.52	481	38.05	22	40.91

下游领域，氢制化学品占比最高，除此之外，氢能冶金、氢燃料电池占比也较高，加氢站、燃料电池汽车专利较少，但从近五年专利占比来看，近年来，世界各氢能大国均关注加氢站、燃料电池汽车领域。

陕西省在发展氢制化学品的同时，加大氢能冶金、氢制化学品领域的研发积累，但区域在下游的排名处于中下游水平，市场竞争力不强。

### 3.3.2 技术定位

（一）上游是陕西的优势环节，技术改进主要涉及石化燃料制氢领域与电解水制氢领域，并且，企业主要重视设备的改进，高校重视新理论研究在制氢环节的应用。

基于 3.2.5 节分析，石化燃料制氢领域，陕西东鑫垣化工有限责任公司近年来加强对变压吸附制氢装置的改进，西安交通大学不断加氢对超临界水气化技术的研究，提出了碳基能源超临界水气化制氢技术、超临界水气化制氢及浆液超临界水热燃烧耦合系统。在电解水制氢方面，陕西华秦新能源科技有限责任公司开始进行组合式气水电解制氢电解槽的研究，西安热工研究院有限公司利用高温气冷堆的硫碘循环制氢。

可以看出，企业重视关键设备的改进，高校重视创新理论在制氢环节的应用。

（二）下游是陕西省的产业重点，但技术创新能力有待提高。

陕西省下游专利占比达到 73.09%，但从 3.3.4 节来看，陕西省对下游的技术创新较少，对全球主流关注的临氢设备、联产工艺等的创新较为薄弱。

### 3.3.3 企业定位

（一）陕西省创新领军企业集中在化工领域，参与企业领域较为单一

表 3-22 北京、广东、湖北、江苏、陕西氢能产业上游创新企业专利申请分布

省市	制氢										氢气纯化
	石化燃料制氢				可再生能源制氢				电解水制氢	工业副产氢	
	煤制氢	烃类蒸汽转化制氢	甲醇转化制氢	油制氢	太阳能制氢	风电制氢	水利制氢	生物制氢			
北京	50	65	35	9	11	4	1	12	128	6	1
广东	5	18	68	2	9	1	1	4	278	10	
湖北	2	3	6	1	2			1	24		
江苏	21	27	76	1	10	1		6	176	3	2
陕西	16	8	2	1	2	2			40	3	1

表 3-23 北京、广东、湖北、江苏、陕西氢能产业中游创新企业专利申请分布

省市	储氢						运氢
	气态储氢	液态储氢		固态储氢		复合储氢	
		低温液化储氢	有机液体储氢	金属基储氢	物理吸附储氢		
北京	44		2	51	4	6	20
广东	26	1	1	14	5	1	3
湖北	21		1	8		2	9
江苏	53	9	5	8	11	4	11
陕西	3			2			2

表 3-24 北京、广东、湖北、江苏、陕西氢能产业下游创新企业专利申请分布

省市	加氢站	氢能冶金	氢燃料电池	氢制化学品	燃料电池汽车
北京	85	186	282	2627	41
广东	27	57	336	304	44
湖北	15	91	92	235	39
江苏	72	350	281	1327	33
陕西	6	51	27	282	5

结合国内氢能产业集群分布，选取环渤海地区的北京市、长三角地区的江苏省、珠三角地区的广东省，川渝鄂地区的湖北省 4 个产业规模与创新实力强劲省份（市）作为陕西省的对标省份（市），对区域企业实力进行分析。各省市在专利布局方面各有侧重，结合各省氢能产业创新领军企业 TOP5 类型分析，可以发现，北京市在上游煤制氢、烃类蒸汽转化制氢、中游金属基储氢、运氢，下游氢制化学品领域具有极强的竞争优势，这与企业类型有关，在北京，分布了以中

国石油化工股份有限公司、中国石油天然气股份有限公司为代表的大型石油化工企业，在全力推进氢能产业的战略布局下，企业构建了从制氢-储运氢-用氢的全产业链条，成为推动国家氢能产业发展的重要力量，以中国石油化工为例，2019年8月，中国石油化工股份有限公司公布企业拥有制氢能力约300万吨/年。

广东省TOP5的企业类型主要涉及甲醇制氢、氢燃料电池、汽车、电解水制氢设备，最终造就了广东省在上游电解水制氢、甲醇转化制氢、氢燃料电池领域成果显著，与《广州市氢能产业发展规划（2019-2030年）》的发展目标相呼应。

湖北TOP5的企业类型主要涉及金属、汽车、化工三个领域，与其他省市的对比来看，湖北省的优势主要体现在燃料电池汽车方面，武汉格罗夫氢能汽车有限公司在该领域的表现最为突出，2022年7月，格罗夫中极氢能汽车首批5台交付市场化用户，进行高原地区商业化示范投运发车，成为格罗夫市场化商业示范运营的一个里程碑。

江苏TOP5的企业类型主要涉及化工、金属、储能及其设备，造就了区域在中游储氢，下游金属冶金、氢制化学品的竞争优势，除此之外，江苏省在甲醇燃料制氢、氢燃料电池领域优势显著，聚集了包括常州市蓝博净化科技有限公司、中科液态阳光(苏州)氢能科技发展有限公司，说明除创新领军企业外，江苏省聚集了一批中小型创新企业，为江苏省发展氢能产业提供了创造活力。

与北京、江苏、广东相比，陕西省在总量上竞争力较弱，并且化工类企业是区域的主要创造主体，化工企业的创新方向对区域氢能产业的发展起到关键调配作用，该企业结构与北京具有一定的相似性，但是与北京相比，陕西省在上游的专利布局更为密集，中游、下游的创新活力较弱。

表 3-25 陕西与对标省市 TOP5 企业分析

区域	TOP5 企业	TOP5 企业平均专利申请量	TOP5 企业申请量占该省市申请量比例	TOP5 企业布局分布
北京	中国石化、中国石油天然气、北京神雾环境能源、北京有色金属、中国华能集团清洁能源	484	49.18%	
江苏	南京延长反应技术、江苏省冶金设计院、江苏国富、中国石化扬子石油、苏州金宏气体	43	5.78%	
广东	广东合即得、广东醇氢、比亚迪、广东能创、深圳氢爱天下	37	8.94%	
湖北	武汉钢铁、武汉格罗夫、武汉凯迪工程、中冶南方、湖北三宁化工	28	13.69%	
陕西	西安凯立、西安热工、陕西延长、陕西华秦新能源、陕西东鑫垣	28	14.37%	

(二) 陕西省氢能产业创新潜力较大，新进入企业的创新产出虽有调整，但技术优势仍体现在上游煤制氢、电解水制氢领域

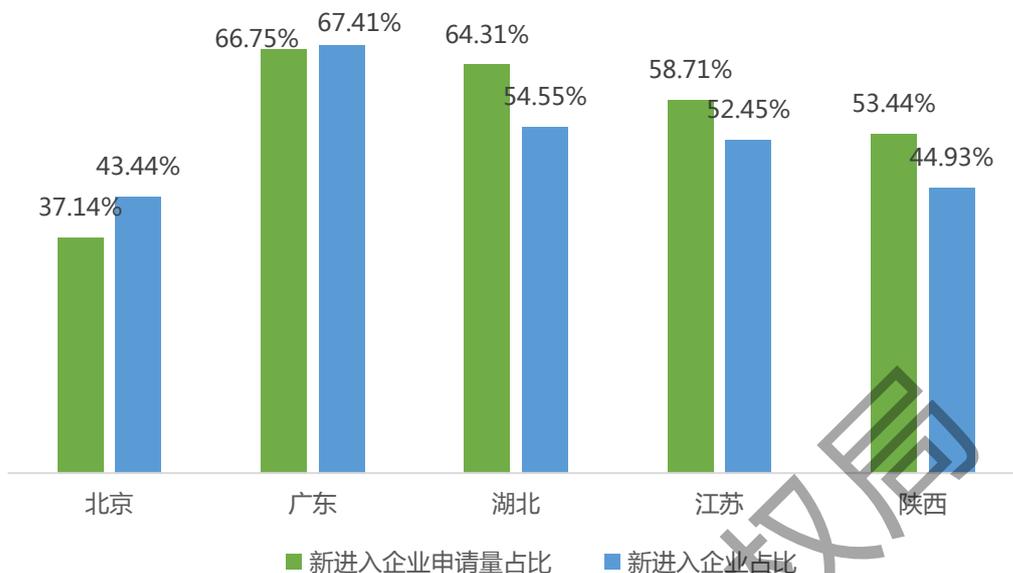


图 3-53 北京、广东、湖北、江苏、陕西氢能产业新进入企业分布

得益于国家与各地方政府相关政策的扶持、基金及资本的加持，在各地氢能产业集聚区选择代表性的省市，以此为对标，衡量陕西省的企业发展情况，无论是从新进入企业申请量占比，还是新进入企业数量，陕西省均排在对标省市的第四名，创新性企业培育发展较好，新进入企业为区域提供了良好的发展动力。

表 3-26 北京、广东、湖北、江苏、陕西氢能产业新进入企业 TOP3

省市	新进入企业 TOP3	申请量	技术分支	产业链
北京	北京氢船科技有限责任公司	14	氢制化学品	下游
	首钢集团有限公司	12	氢能冶金	下游
	中国神华煤制油化工有限公司	12	氢制化学品	下游
广东	广东醇氢新能源研究院有限公司	48	甲醇转化制氢	上游
	广东能创科技有限公司	21	甲醇转化制氢	上游
	深圳氢爱天下健康科技	21	电解水制氢	上游
湖北	武汉格罗夫氢能汽车有限公司	42	氢燃料电池	下游
			燃料电池汽车	下游
	武汉氢能与燃料电池产业技术研究院有限公司	9	氢燃料电池	下游
黄冈格罗夫氢能汽车有限公司	7	氢燃料电池	下游	
		燃料电池汽车	下游	
江苏	江苏国富氢能技术装备股份有限公司	22	加氢站	下游
			气态储氢	中游
			低温液化储氢	中游
			物理吸附储氢	中游
张家港保税区慧鑫化工科技有限公司	20	氢制化学品	下游	

省市	新进入企业 TOP3	申请量	技术分支	产业链
	张家港氢云新能源研究院有限公司	20	烃类蒸汽转化制氢	上游
			气态储氢	中游
			低温液化储氢	中游
			加氢站	下游
陕西	陕西东鑫垣化工有限责任公司	20	煤制氢	上游、下游
			氢制化学品	下游
	西安瀚海氢能源科技有限公司	6	加氢站	下游
	陕西聚能新创煤化科技有限公司	3	煤制氢	上游

聚焦到新进入企业 TOP3，对标省市中，广东省的 TOP3 企业表现最为突出，企业重点聚焦上游领域，具体为甲醇转化制氢与电解水制氢领域，江苏省的企业值得我们重点关注，TOP3 企业的专利申请量不相上下，且企业具有布局广泛这一特点，以张家港氢云新能源研究院有限公司为例，该公司是上市公司富瑞特装（股票代码：300228）子公司富瑞氢能公司联合产业链上下游知名企业，与张家港政府和东南大学共同打造的“产、学、研”三位一体新能源创新研发平台，因此企业具有专利数量多、专利布局广、上中下游全产业链布局的特点。湖北省 TOP3 企业的专利重点分布在下游氢燃料电池、燃料电池汽车领域，企业优势早就了区域在燃料电池汽车领域的优势地位。北京市 TOP3 企业的专利布局也集中在下游，技术方向为氢能冶金与氢制化学品领域。与其他省市相比，陕西省的新进入企业技术实力相差悬殊，企业重点技术集中在煤制氢、氢制化学品、加氢站三个方面，对比技术方向与政策方向可以看出，陕西省新进入企业在下游加氢站领域进行了技术拓展，为区域“延链”工作发挥了重要的意义，但是陕西新进入企业的主要技术方向仍然依赖于榆林煤资源基础，产业方向较为传统。

同时，结合陕西氢能产业创新领军企业 TOP5 类型分布，可以看出，在电解水制氢方面，近年来，企业集群化发展与产业化发展扩大速率有限，并且，区域缺少对上游甲醇、可再生能源等其他资源的技术引进或项目建设，对下游应用领域的开发还有所不足。

### （三）陕西省创新型企业集群主要由微型企业组成，创新型中小企业数量与创新实力有待加强

据统计，全国共有约 0.85 万家企业申请氢能产业相关专利，其中陕西省的企业数量为 138 家，企业数量仅占全国的 1.62%；陕西省企业申请氢能产业相关专利总计 451 件，全国企业共有 2.38 万件相关专利申请，陕西省企业在氢能产

业领域的专利申请占全国的 1.90%。

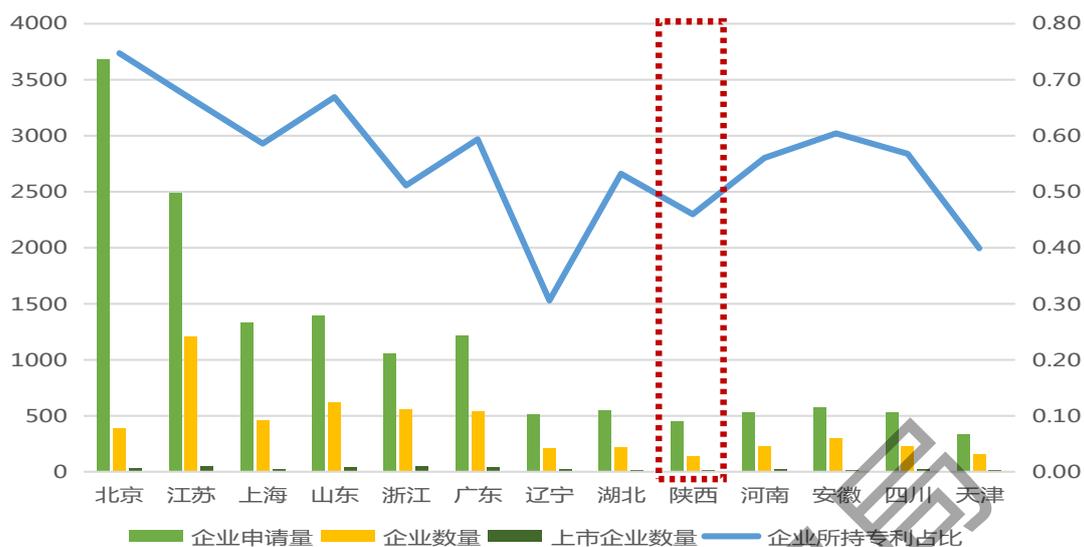


图 3-54 国内氢能产业三梯队省份（市）企业数量分布

对比北京、江苏等我国氢能产业专利申请主要省市，陕西省企业专利申请量排名第十二位，企业数量排名第十三位，上市企业数量排名第十一位，反映出陕西省氢能产业企业数量少是制约产业发展的关键原因。同时，陕西省企业所持专利占比以 45.97%，位列第十一，较低的占比水平也反映了陕西省氢能产业企业创新实力不足，专利更集中于非生产主体的科研机构/自然人中，科研成果多数停留于实验室研究阶段，产业化水平较低。

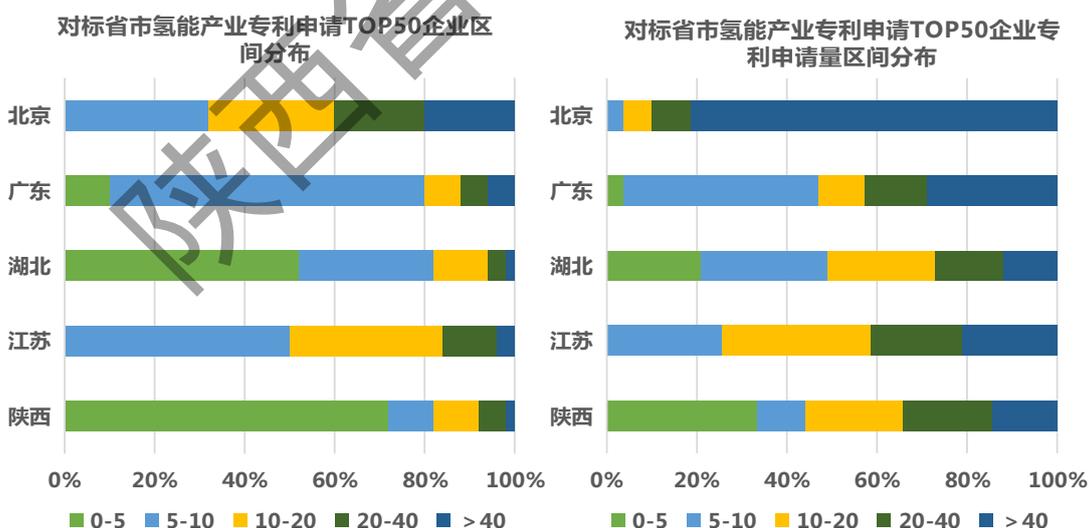


图 3-55 北京、广东、湖北、江苏、陕西氢能产业专利申请 TOP50

企业企业数量、企业专利申请量区间分布

从企业的申请量区间分布来看，北京的企业分布最为均衡，>40 件的企业

数量与 20-40 件的企业数量比例相当,均为 20%左右,10-20 件的企业数量与 5-10 件的企业数量比例相当,均为 30%左右, >40 件的企业的专利申请量占比达到 TOP50 企业专利申请量的 81.41%,北京呈现超大、大中、小企业均衡发展,超大企业主控产业方向的局面。

在广东,申请量在 5-10 件的企业数量占 70%,申请量占比达到 43.18%,小型企业是驱动区域氢能产业发展的重要活力。

在湖北,申请量在 0-5 件、5-10 件的企业数量分别占 52%、30%,两者的专利申请量占 TOP50 的 50%,小微企业是氢能企业集群的主力。

在江苏申请量在 5-10 件、10-20 件的企业数量分别占 50%、34%,两者的专利申请量占 TOP50 的 60%,中小型企业集群是氢能产业发展的重要特色。

在 TOP50 的企业中,陕西省 72%的企业专利申请量均分布在 0-5 件,微型企业聚集是区域产业发展的特点,但微型企业的专利申请量占比不足 30%,发展能力较弱,中小型企业短缺是制约创新发展的关键因素。

### 3.3.4 人才定位

(一) 陕西省培育了一批关键技术人才,但产业人才数量明显不足

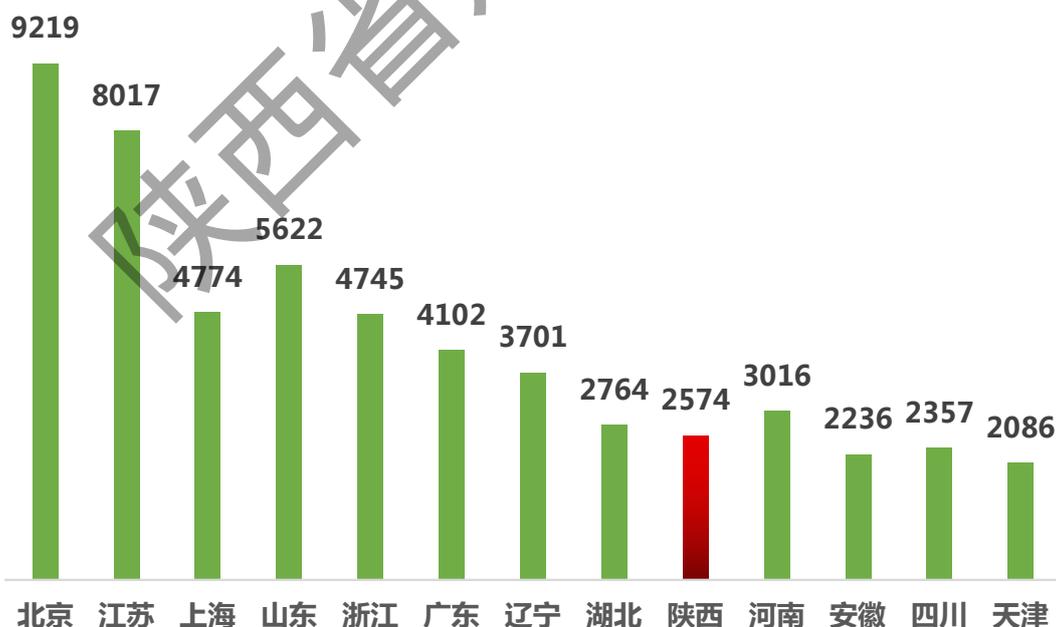


图 3-56 国内氢能产业三梯队省(市)专利发明人数量分布

经统计,陕西省氢能产业相关专利发明人共计 0.25 万人,全国氢能产业相

关专利发明人共有约 9.0 万人,陕西省氢能产业相关专利发明人占全国的 2.77%。在氢能产业三梯队省(市)中,陕西省发明人数量排名第十,发明人数量排名低于申请量排名,说明人才数量还不足以支持产业发展,人才力量有待进一步壮大。

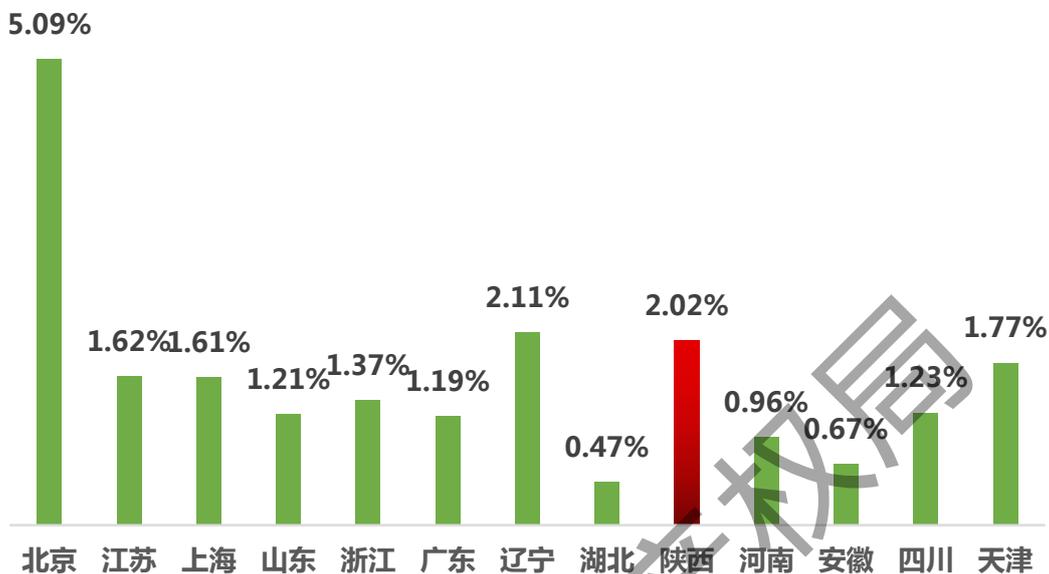


图 3-57 国内氢能产业三梯队省(市)重点发明人<sup>[16]</sup>数量分布

对比国内氢能产业三梯队省(市),陕西省虽然在人才数量上具有一定劣势,但是区域培育了国内一批氢能产业关键技术人才。从重点发明人数量来看,陕西省氢能产业专利重点发明人共计 52 人,位列国内产业三梯队省(市)第三名,占比 2.02%,仅次于北京市、辽宁省。

但是从全国百强发明人分布来看, TOP50 的发明人共涉及三梯度省市中的 9 个,陕西未在排名之内,结合各省(市)重点发明人数量分布可以看出,陕西省培育了具有较强竞争力的重点发明人,但与国内,优势是北京、江苏相比,高精尖人才还存在一定差距。

## (二) 人才聚集初见成效,外界竞争压力依然严峻

从新进入人才数量来看,陕西省近五年新进入发明人共计 1444 人,占发明人总量的 56.10%,在氢能产业三梯队省(市)中位居第七名,高于陕西省专利申请量的排名,说明区域产业政策导向初见成效,氢能产业不断受到关注与重视。

在氢能产业加速发展的同时,部分省份在氢能产业人才引进方面持续发力,邯郸经济技术开发区印发《加快氢能产业发展实施方案(2020~2022 年)》,聘请

[16] 重点发明人是指相关专利发明量超过 10 件的发明人

氢能领域院士和知名专家，成立氢能研究所(院)。深圳市发改委日前发布了关于公开征求《深圳市氢能产业创新发展行动计划 2022-2025 年），提出要加强氢能高端人才和团队引育，陕西省拥有丰富的高校资源，但经济强省的人才争夺无疑对陕西省造成巨大的招才引智压力。

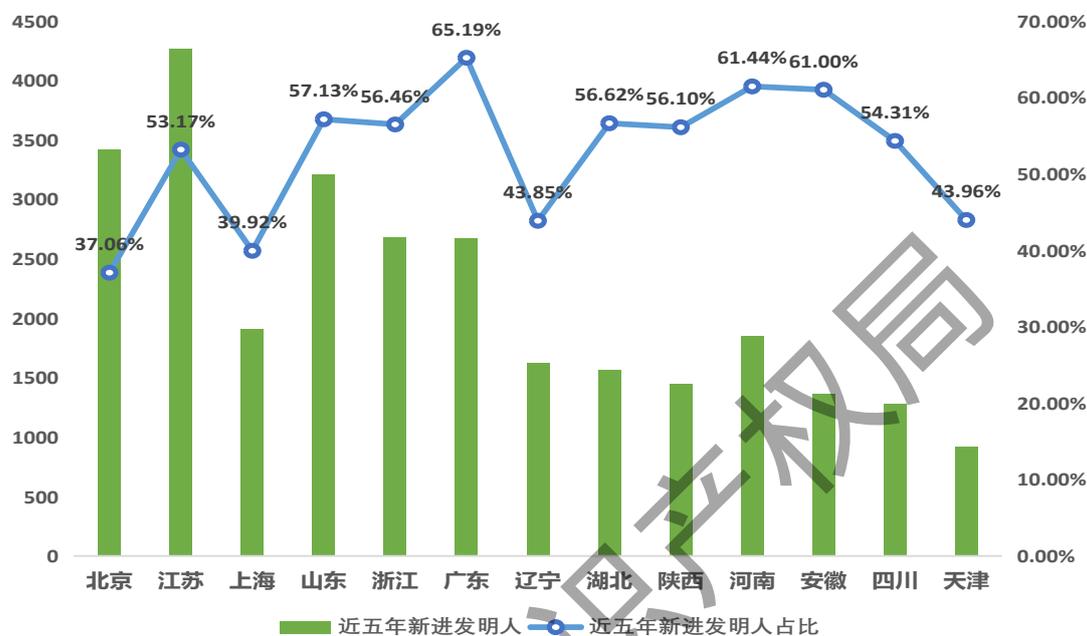


图 3-58 国内氢能产业三梯队省（市）近五年新进入专利发明人数量分布

### （三）基础性科研人才作用突出，深化产教融合前途广阔

进一步地，将陕西省氢能技术人才分为产业人才与科研人才两种类型展开分析。其中，产业人才是指行业内企业从事核心技术研发，拥有行业领先技术成果，为产业发展做出了创新贡献的人；科研人才是指高校、科研院所等科研组织内部担任科研活动的核心力量，拥有领先创新成果且创新活动活跃的人才。

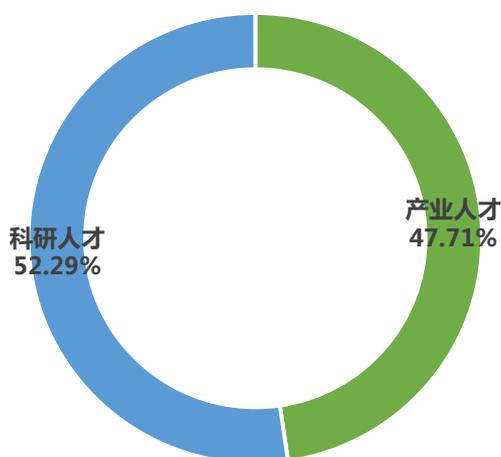


图 3-59 陕西省氢能相关技术人才类型分布

从人才类型分布来看，陕西省氢能科研人才总计 1356 人，占全区人才数量的 52.29%；产业人才共计 1237 人，占比 47.71%，产业人才占比与科研人才相近，都是产业技术研发的主体。

表 3-26 陕西省氢能技术专利发明人 TOP10

发明人	人才类型	所属单位	发明量	国内排名	技术分支
黄剑锋	科研人才	陕西科技大学	43	57	氢制化学品
吕剑	科研人才	西安近代化学研究所	41	61	氢制化学品
曹丽云	科研人才	陕西科技大学	40	65	氢制化学品
冯亮亮	科研人才	陕西科技大学	36	67	氢制化学品
张之翔	产业人才	西安凯立新材料股份有限公司	31	112	氢制化学品
曾永康	产业人才	西安凯立新材料股份有限公司	28	140	氢制化学品
万克柔	产业人才	西安凯立新材料股份有限公司	22	225	氢制化学品
王博	科研人才	西安近代化学研究所	22	242	氢制化学品
张伟	科研人才	西安近代化学研究所	21	268	氢制化学品
郭烈锦	科研人才	西安交通大学	18	326	太阳能制氢

具体分析氢能产业的重点人才，陕西省排名前十的重点发明人以从事基础性研究的科研人才为主，来自陕西科技大学、西安近代化学研究所、西安交通大学，两所高校的发明人共计 4 人，来自科研院所的发明人共计 3 人。从专利产出实力上看，十位重点发明人的发明量排名均低于 50 件。从所涉技术分支来看，除郭烈锦教授研究上游太阳能制氢领域外，其他 9 位重点发明人均主攻氢制化学品，结合陕西省的优势领域可以看出，陕西省在区域重点技术环节人才有限，且人才实力差距较大。

### 3.3.5 协同创新定位

陕西省协调创新基础良好，但产学研协同创新成效略显不足。

表 3-28 全国三梯队省市协同创新专利情况

(注：集团公司内部的协同创新情况不做统计)

省份	专利数量	协同创新专利数量	全国排名	三梯队省市排名	协同创新专利比率	全国排名	三梯队省市排名
北京	4921	382	1	1	7.76%	7	2
江苏	3734	217	2	2	5.81%	10	4

省份	专利数量	协同创新专利数量	全国排名	三梯队省市排名	协同创新专利比率	全国排名	三梯队省市排名
上海	2274	179	3	3	7.87%	6	1
山东	2081	108	6	6	5.19%	15	6
浙江	2069	159	4	4	7.68%	8	3
广东	2046	115	5	1	5.62%	13	5
辽宁	1674	61	7	7	3.64%	22	10
湖北	1037	38	9	9	3.66%	21	9
陕西	981	40	8	8	4.08%	20	8
河南	951	27	13	11	2.84%	24	11
安徽	945	20	20	13	2.12%	27	13
四川	930	24	17	12	2.58%	25	12
天津	842	35	11	10	4.16%	18	7

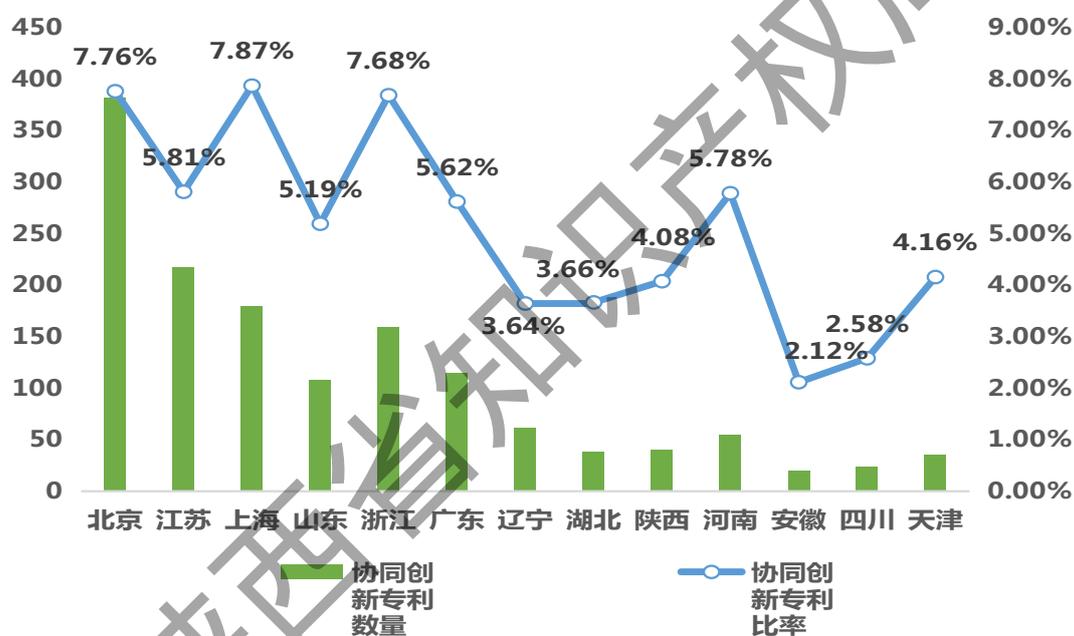


图 3-60 三梯队省市氢能产业协同创新专利申请情况对比

作为氢能产业第一梯队的北京、江苏，协同创新专利数量远超其他省市，但协同创新专利比率却略低于协同创新专利数量，在三梯队省市中分别居于排名第二、第四位。其中很重要的原因在于，北京、江苏聚集着中国石油化工股份有限公司、中国石油天然气股份有限公司、中国石化扬子石油化工有限公司等超大型企业，基于企业管理体制的不同，协调创新以集团内子公司技术流动为主，与其他企业的协调创新数量较少。

上海、山东、浙江、广东、辽宁位于第二梯队，其协调创新专利数量整体与第一梯队省市相比具有较大差距，但上海、浙江在协调创新方面表现突出，协同

创新专利比率分别居于三梯队省市第一位、第三位，其得益于区域政策方面的人才引导。以上海为例，2022年，上海市印发的《上海市氢能产业发展中长期规划（2022-2035年）》提出发挥复旦大学、上海交通大学、同济大学、华东理工大学、上海大学以及中科院应用物理研究所和硅酸盐研究所等高校和科研院所在基础研究方面的优势，围绕前瞻和颠覆性技术开展研究布局，鼓励高校培育氢能相关学科专业，鼓励职业院校（含技工院校）开设相关学科专业，培育高素质技术技能人才及其他从业人员。

在第三梯队的省市中，陕西省的表现最为优异，其氢能相关专利共申请981项，其中协同创新申请专利40项，占比4.08%。协调创新专利数量在全国排名、三梯队省市排名，协同创新专利比率在三梯队省市排名均处于第八位，略高于区域的申请量排名。由此说明，陕西省在氢能产业发展中重视协调创新发展，协调创新情况良好。

表3-29 各省市专利联合申请类型数量及排名

区域	企 申 请 量	排 名	企 研 申 请 量	排 名	校 企 申 请 量	排 名	校 校 申 请 量	排 名	校 研 申 请 量	排 名	研 研 申 请 量	排 名
北京	144	1	92	1	117	1	6	1	21	1	2	4
江苏	123	2	11	6	66	2	5	2	12	2	0	15
上海	74	3	27	2	62	4	3	7	12	2	1	10
山东	63	5	11	6	27	6	3	7	4	7	0	15
浙江	73	4	9	8	64	3	1	12	10	4	2	4
广东	31	6	25	3	41	5	5	2	10	4	3	3
辽宁	17	10	14	5	21	8	5	2	3	8	1	10
湖北	15	12	3	11	13	11	4	5	3	8	0	15
陕西	20	8	3	11	12	12	3	7	2	10	0	15
河南	4	22	2	15	17	9	4	5	0	17	0	15
安徽	11	14	2	15	4	20	1	12	0	17	2	4
四川	9	16	7	9	6	17	1	12	0	17	1	10
天津	9	16	1	17	22	7	1	12	2	10	0	15
湖南	7	18	0	23	11	13	1	12	0	17	4	2
河北	18	9	0	23	15	10	2	10	1	14	2	4
福建	6	19	3	11	9	15	0	17	7	6	0	15
山西	4	22	15	4	10	14	0	17	2	10	0	15
黑龙江	3	25	3	11	0	29	0	17	0	17	0	15

区域	企企申请量	排名	企研申请量	排名	校企申请量	排名	校校申请量	排名	校研申请量	排名	研研申请量	排名
吉林	0	30	4	10	1	26	0	17	0	17	2	4
重庆	17	10	1	17	5	19	2	10	1	14	0	15
广西	1	27	0	23	4	20	0	17	0	17	1	10
江西	5	20	1	17	7	16	0	17	1	14	2	4
内蒙古	21	7	0	23	6	17	0	17	0	17	0	15
云南	4	22	1	17	2	22	0	17	2	10	1	10
甘肃	11	14	1	17	2	22	0	17	0	17	7	1
新疆	13	13	0	23	2	22	0	17	0	17	0	15
宁夏	5	20	1	17	1	26	0	17	0	17	0	15
贵州	2	26	0	23	2	22	0	17	0	17	0	15
海南	1	27	0	23	0	29	0	17	0	17	0	15
青海	1	27	0	23	1	26	0	17	0	17	0	15

协同创新类型包括不同企业之间、企业与科研院所之间、高校与企业之间、学校与学校之间、学校与科研院所之间、科研组织之间六种。陕西氢能产业的联合申请的专利中，企企联合申请专利 20 项，在全国排名第八；企研联合申请专利 3 项，在全国排名第十一；校企联合申请专利 12 件，在全国排名第十二；校校联合申请专利 3 件，在全国排名第七；校研联合申请专利 2 件，在全国排名第十；研研未联合申请专利。

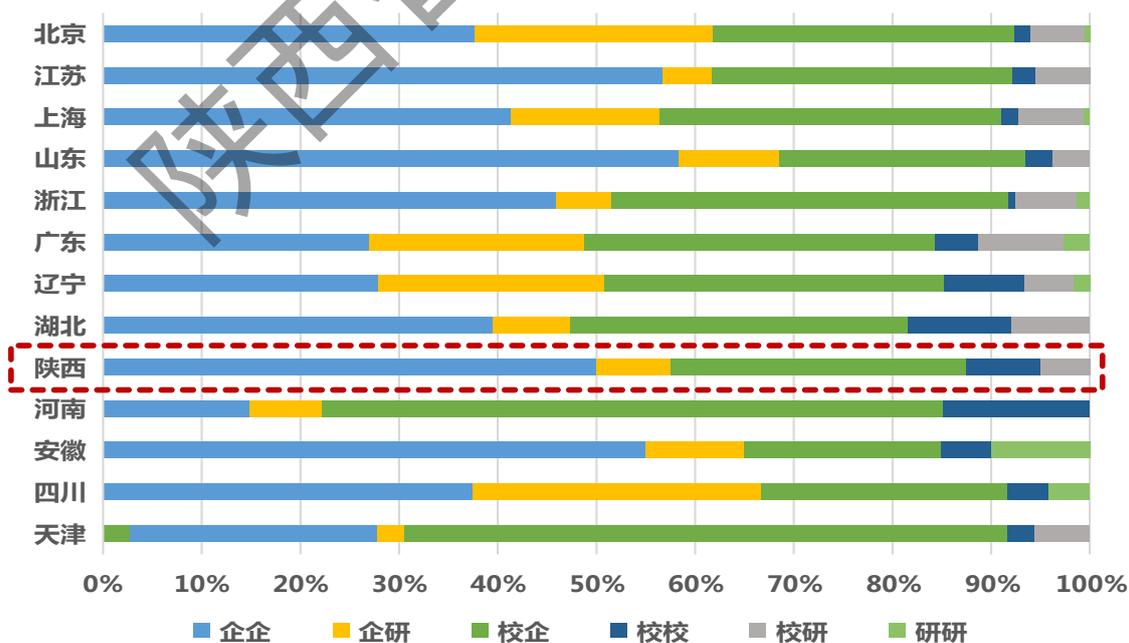


图 3-61 三梯队省市专利联合申请类型占比

从协同类型分布来看，陕西省企业之间协同较多，联合申请量占比 50.0%，其次是高校与企业协作，联合申请量占比 30.0%，其他类型占比较少。结合陕西省的申请人排名，可以看出，陕西省对高校、科研院所的资源运用不充分，产学研协同创新成效略显不足。

### 3.3.6 专利运营定位

（一）陕西省整体运营情况良好，但产业优势未成为运营优势为区域优势环节助航发力。

截至目前，陕西省共有 72 项专利进行过专利运营，占陕西省氢能产业专利申请总量的 7.34%，从专利运营形式分布可以看出，许可、转让及质押三种专利运营形式均有涉及。其中，转让专利 58 项，占到全部运营专利数量的 80.56%；许可专利 8 项，占比 11.11%；质押专利 6 项，仅占比 8.33%。

全国 31 个省份除青海、西藏外均开展专利运营，陕西省排名全国第九位，与全国平均水平相当。其中，陕西省转让专利数量与平均水平一致，均为 58 件，许可专利数量高于平均水平，但质押专利数量低于平均水平，其运营情况与同为第三梯队的河南相比，差距较大。

表 3-30 全国各省份专利运营情况

省市	转让次数	许可次数	质押次数	总计
北京	266	17	95	378
江苏	261	26	30	317
上海	208	35	23	266
山东	140	10	61	211
浙江	157	18	14	189
广东	131	13	14	158
河南	87		10	97
四川	64	10	6	80
陕西	58	8	6	72
湖北	58	5	7	70
辽宁	58	7	4	69
安徽	51	4	13	68
河北	49	6	11	66
湖南	52	8	5	65
山西	28	5	4	37
福建	31	1	1	33
吉林	26	4	3	33

省市	转让次数	许可次数	质押次数	总计
天津	19	3	3	25
广西	14	2	5	21
黑龙江	18	1		19
江西	13		3	16
重庆	16			16
新疆	15			15
甘肃	13			13
内蒙古	6	2	3	11
宁夏	5		3	8
台湾	8			8
云南	7	1		8
海南	3		4	7
贵州	4			4
青海				0
西藏				0

专利运营具有地方特色，因此专利运营重点以国内为主，陕西与河南省在专利数量、产业结构、梯队等级相似度较高，因此将河南省作为平行指标进行对比，结果如表 3-30。

陕西省与河南在产业结构方面具有相似性，在陕西链上游，企业的布局重点均在煤制氢、电解水制氢环节，从专利数量上对比，河南省在煤制氢、电解水制氢环节的专利申请数量均为陕西省的 50%左右，但在煤制氢环节，河南省在专利转让、专利质押的活跃性远高于陕西，在电解水环节，陕西省对专利质押的运用劣于河南省。由此可以看出，专利运营助力区域优势环节企业领航发展的潜力还未激发。

在产业链下游，陕西省的企业布局重点为氢制化学品、氢能冶金环节，在氢能冶金环节，陕西省对专利运营的操作较为成熟，但在氢制化学品环节，与河南相比，除专利许可外，我省在专利转让与专利质押方面，与河南相比，还存在较大差距，由此，可以看出，陕西省产业优势环节，尤其在煤制氢、太阳能制氢方面，技术优势未成为运营优势。

表 3-31 专利运营分布

技术分支		转让次数				许可次数				质押次数				
		中国	陕西	河南	中国	三梯队省市	陕西	河南	中国	三梯队省市	陕西	河南		
上游	制氢	煤制氢	17	1	4	1			4	4			2	
		烃类蒸汽转化制氢	38	1	1	4	4		1	1				
	可再生能源制氢	甲醇转化制氢	31	22		5	4	1	3	3				
		油制氢	2	2						2	2			
	中游	储氢	太阳能制氢	27	21	3				1	1			
			风电制氢											
			水利制氢											
			生物制氢	11	8	3	1	1		1	1			
	下游	加氢站	电解水制氢	166	138	4	2	10	8	8	8	1		2
			工业副产氢	1	1					1	1			
氢气纯化			10	5						4	4			
气态储氢			38	34	1		1	1						
液态储氢			2	2										
低温液化储氢														
有机液体储氢														
固态储氢			47	34	2	3	3		3	3				
金属基储氢														
物理吸附储氢														
下游	燃料电池汽车	复合储氢	10	9		1	1		1	1				
		运氢	8	4					1	1				
		氢能冶金	215	168	8	13	31	21	3	38	35	1	1	
		氢燃料电池	284	241	5	4	29	26	1	16	15	1	1	
		氢制化学品	1266	1058	34	70	106	89	3	147	121	2	5	
		燃料电池汽车	39	35		4	4			2	1			

(二) 转让是最重要的运营方式，西安交通大学、西安近代化学研究所是技术转让的核心，陕西优质技术资源技术外溢较为严重。

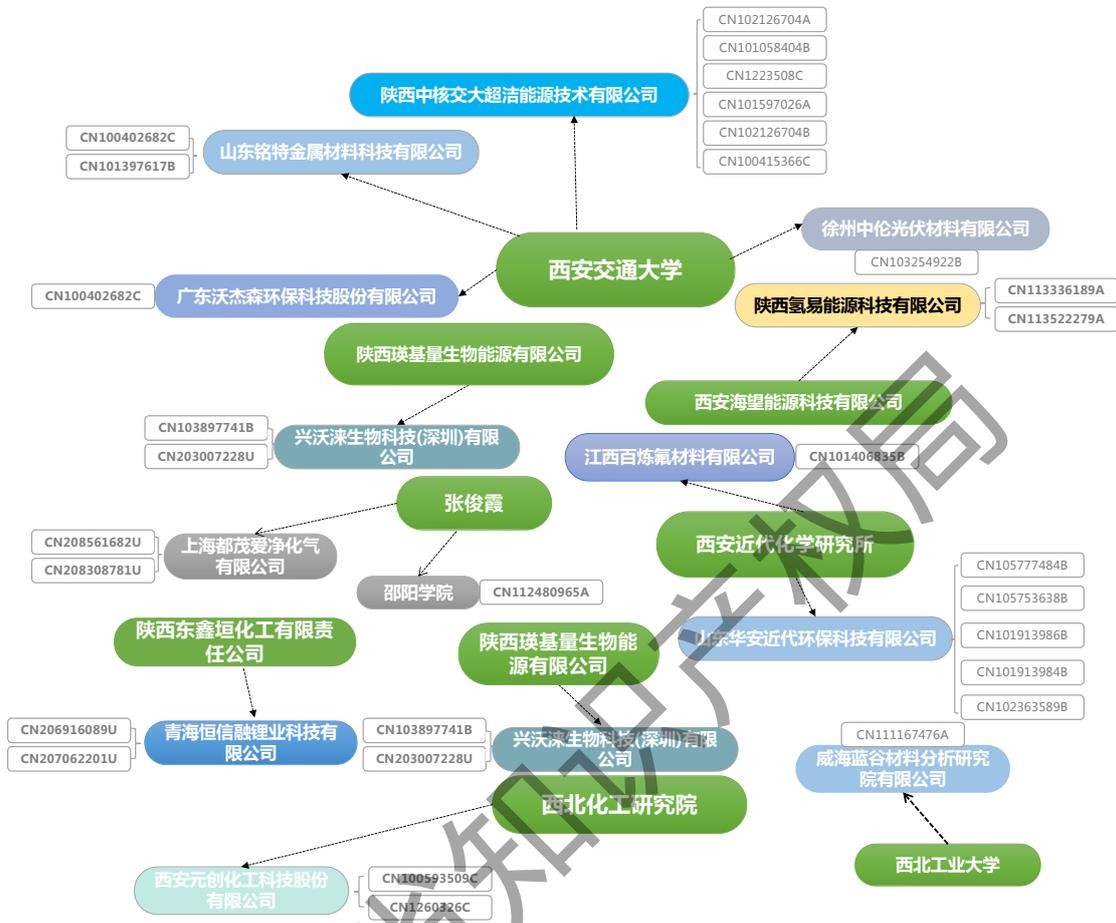


图 3-62 陕西氢能产业专利转让关系

分析陕西氢能产业发生的专利转让行为，具体如图 3-62，具体参与专利转让的主体包括西安交通大学、西安近代化学研究所、陕西东鑫垣化工有限责任公司、陕西璁基量生物能源有限公司、西安海望能源科技有限公司、西北化工研究院、西北工业大学，其中西安交通大学、西安近代化学研究所是最重要的转让主体，涉及转让的专利分别为 10 件、6 件，分析转让行为可以看出：

(1) 在“煤炭超临界水气化制氢发电多联产技术”成果转化方面，西安交通大学做出了表率。

陕西中核交大超洁能源技术有限公司是一家技术产业化投资公司，2016 年，西安交通大学将该技术成果知识产权及相关技术作价 1.5 亿元人民币转让给产业化投资公司，运用“煤炭超临界水气化制氢发电多联产”系列技术，成功将煤炭化学能直接高效转化为氢能，实现了煤炭能源的高效、洁净、无污染转化利用。

(2) 将下游氢制化学品作为技术基石，西安近代化学研究所在院企合作方面迈出了重要的一步。

2019年，华安新材料有限公司与西安近代化学研究所成立的合资公司山东华安近代环保科技有限公司取得了原西安近代化学研究所的多项发明专利，以强大的核心科研团队为支撑，推动了氢制烯类产品的技术转移与工业化应用。

(3) 无论是高校/科研院所还是企业，省外转移涉及的主体较多，而省内转化专利数量较少。

从受让方来看，西安交通大学、西安近代化学研究所、西北工业大学转出地均为省外，涉及技术包括催化剂、加氢处理前煤液化等领域，除此之外，作为转让方的企业有三家，其中两家企业均将技术转移至省外，由此可以看出，陕西省无论是高校/科研院所还是企业，与省外企业主体保持着密切的联系与合作，并在技术转出取得了较大成绩，但对省内的转化还较少，技术合作与转化的空间有待进一步挖掘与拓展。

(三) 许可和质押发生数量较少，近年来，质押市场不断活跃，而专利许可停滞不前。

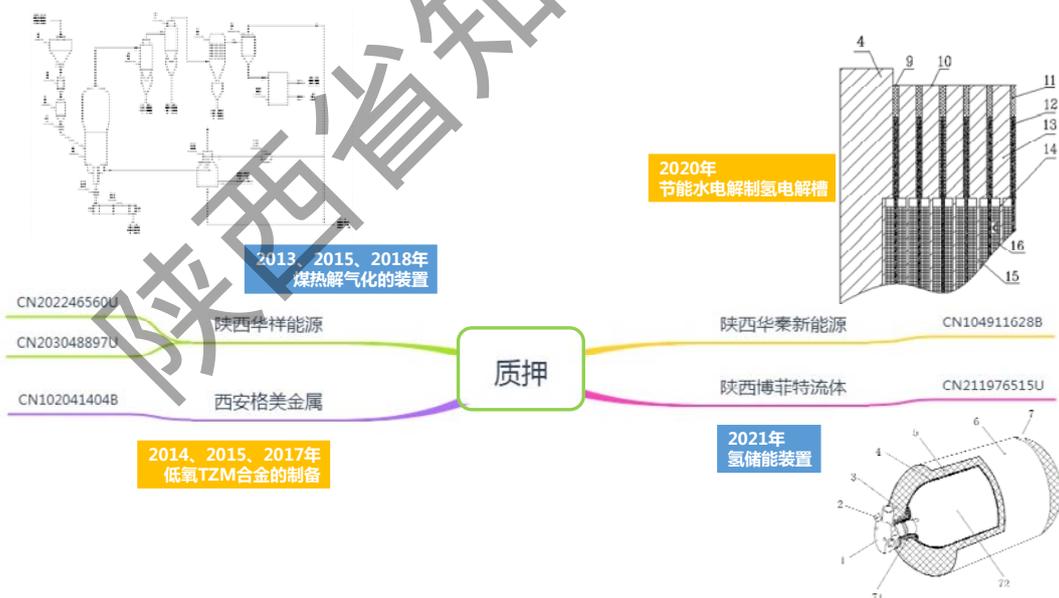


图 3-63 陕西氢能产业专利质押分析

在陕西氢能产业，涉及专利质押的主体共四家，分别涉及陕西华秦新能源科技有限责任公司（2010年成立）、陕西博菲特流体控制装备制造有限公司（2016年成立）、陕西华祥能源科技集团有限公司（1998年成立）、西安格美金属材料

料有限公司(2002年成立)。涉及质押的专利共5件,涉及产业链上游电解水制氢,中游气态储氢与下游氢制化学品与氢能冶金。

结合企业成立时间与质押时间,可以看出:(1)处于下游企业成立较早,其专利质押发生早也质押次数较多,处于上游与中游产业链的企业成立时间较晚,其专利质押发生晚;(2)产业链上游与中游发展晚,产业工业化与技术成熟化较慢,因此企业增资扩容的需求主要发生在近两年,反应在陕西华秦新能源科技有限责任公司与陕西博菲特流体控制装备制造有限公司开展专利质押的时间为2020年及其以后。



图 3-64 陕西氢能产业专利许可分析

在陕西氢能产业,涉及专利许可的主体共五家,分别为西安交通大学、西北有色金属研究院、中化近代环保化工(西安)有限公司、西部金属材料股份有限公司、西安格美金属材料有限公司。涉及许可的专利共5件,涉及产业链上游甲醇转化制氢与下游氢制化学品与氢能冶金。由专利许可的时间可以看出,专利许可主要发生在2009-2014年间,近年来未发生许可。

### 3.3.7 专利定位

(一) 在氢能领域,陕西省的专利活跃度较高,专利质量较好但影响力较弱。

分析国内三梯队省市的近五年专利占比,整体来看,陕西省的近五年专利占比为60%,排名第五,高于区域专利申请量排名,略低于广东、湖北、河南与山东,其中企业的近五年专利占比为53%,排名第九,结合陕西省申请人结构,可

以看出，在陕西，高校/科研院所专利活跃度更高。

从专利授权率来看，北京的专利授权率最高，除此之外，其他各省的专利授权率相差不大，陕西省的专利授权率为 42.92%，居于第三位，从专利类型来看，北京的发明专利占比最高，为 87.22%，陕西省的发明专利占比为 82.77%，排名第五，从发明专利占比与专利授权率来看，陕西省的专利质量较高，排名靠前。但分析各省的平均被引次数，可以看出，上海、辽宁的专利平均被引次数远高于其他省市，陕西省的平均被引次数为 0.69，居于三梯队省市的末位，专利影响力较弱。

分析各省市的法律事件，复审是各主要省市提高专利有效性最重要的方式，无效和诉讼运用较少，但近五年，无论是复审、无效还是诉讼，案件数量均较少，整体竞争环境相对平稳，该现象一方面与技术成熟度低有关，另一方面与大企业控制核心技术相关。

表 3-32 三梯队省市专利分析

省市	申请量 (件)	授权量 (件)	授权率	活跃度	被引证次数 (次)	平均被引 次数	发明专利 占比	企业专利 申请量 (件)	企业活 跃度	企业专利 占比
北京	4921	2782	56.53%	0.39	4828	0.98	87.22%	3678	0.37	74.74%
江苏	3734	1438	38.51%	0.57	3419	0.92	80.82%	2487	0.59	66.60%
上海	2274	871	38.30%	0.42	3144	1.38	81.79%	1333	0.45	58.62%
山东	2081	944	45.36%	0.61	1499	0.72	76.84%	1392	0.62	66.89%
浙江	2069	881	42.58%	0.57	1792	0.87	81.88%	1058	0.65	51.14%
广东	2046	877	42.86%	0.65	1727	0.84	74.44%	1215	0.67	59.38%
辽宁	1674	678	40.50%	0.47	2071	1.24	85.84%	512	0.51	30.59%
湖北	1037	426	41.08%	0.64	921	0.89	81.39%	552	0.64	53.23%
陕西	981	421	42.92%	0.60	675	0.69	82.77%	451	0.53	45.97%
河南	951	404	42.48%	0.62	776	0.82	77.71%	533	0.65	56.05%
安徽	945	314	33.23%	0.57	658	0.70	86.14%	571	0.56	60.42%
四川	930	383	41.18%	0.58	897	0.96	78.28%	528	0.66	56.77%
天津	842	244	28.98%	0.41	1103	1.31	87.17%	336	0.39	39.90%

表 3-33 三梯队省市省市专利法律事件分析

省市	专利申请量 (件)	复审次数	近五年复审次数	无效次数	近五年无效次数	诉讼次数	近五年诉讼次数
北京	4921	53	1	0	0	4	0
江苏	3734	15	3	1	0	2	0
上海	2274	10		1	0	1	0
山东	2081	11	3	0	0		
浙江	2069	9		0	0	1	0
广东	2046	10	2	1	0	5	0
辽宁	1674	6		0	0	2	0
湖北	1037	4	2	0	0	2	0
陕西	981	6	1	0	0		
河南	951	7	3	0	0		
安徽	945	3					
四川	930	7	1				
天津	842	1					

## (二) 高价值专利主要归属于高校/科研院所，精准对接有助于实现技术与产业融合

伴随着创新驱动发展战略的实行，知识产权越来越受到国家的重视，高价值专利培育变成一项重要且长期性的工作。根据国家知识产权局对高价值专利的认定标准，我们筛选出陕西省高价值专利，其中战略性新兴产业的发明专利的评定标准来自国家知识产权局对外发布的《战略性新兴产业分类与国际专利分类参照关系表（2021）（试行）》。陕西省有效发明专利 307 件，其中战略性新兴产业的发明专利 245 件，海外有同族专利权的发明专利 2 件，维持年限超过 10 年的发明专利 24 件，高质押融资金额的发明专利 0 件，获得国家科学技术奖或中国专利奖的发明专利 0 件，高价值专利共计 246 件，具体见附件一。

从申请人类型来看，高价值专利主要来源高校/科研院所，其高价值专利 175 件，占高价值专利总量的 71.13%。根据陕西省技术定位，以高校/科研院所作为技术转出方，基于高校/科研院所技术布局重点（表 3-8），结合高校/科研院所新技术，推荐重点开展上游煤制氢、甲醇燃料制氢、太阳能制氢、电解水制氢，中游金属基储氢，下游氢燃料电池、氢制化学品领域的专利运营，具体见下表。

表 3-34 高校/科研院所高价值专利运营对象

产业链	技术分支	专利申请号	创新要素	技术来源方	拟定专利运营对象
上游	煤制氢	CN02114529.6、 CN201510431395.5、 CN202010044079.3	临界水气化制氢、煤与天然气联产、煤干馏	西安交通大学、西北化工研究院、西安建筑科技大学	陕西东鑫垣化工有限责任公司、陕西聚能新创煤化工科技有限公司、陕西驭腾能源环保科技有限公司、陕西北元化工集团股份有限公司
	甲醇燃料制氢	CN201110180081.4	甲醇制氢装置	西安交通大学	西部金属材料股份有限公司、西安华江环保科技有限公司
	太阳能制氢	CN200910023189.5、 CN201810107198.1 等 29 件专利	太阳能聚热耦合生物质超临界气化制氢、光催化剂及装置	西安交通大学	中化学朗正环保科技有限公司
	电解水制氢	CN201811386271.X CN202011193954.0 等 32 件专利	电极材料、析氧催化剂	西安交通大学、陕西科技大学、西北工业大学、西北大学、长安大学、	陕西华秦新能源科技有限责任公司、西安泰金工业电化学技术有限公司、西安瀚海氢能源科技有限公司、隆基绿能科技股份有限公司、西安迈进能源科技有限公司
中游	金属基储氢	CN201510338166.9	V Ti Fe 系储氢合金	西安建筑科技大学	西安海望能源科技有限公司
下游	氢燃料电池	CN201911235847.7 等 5 件专利	循环氢气一体式氢燃料电池系统	西安交通大学	西安海望能源科技有限公司、
	氢制化学品	CN200810000773.4、 CN201810422062.X	烯类氢制化学品	西安近代化学研究所、西北大学	陕西延长石油(集团)有限责任公司、陕西东鑫垣化工有限责任公司、陕西煤业化工集团神木天元化工有限公司、陕西榆林能源集团有限公司、神木富油能源科技有限公司

企业拥有高价值专利 63 件，共涉及四家企业，包括西安凯立新材料股份有限公司、金堆城钼业股份有限公司、陕西延长石油(集团)有限责任公司、陕西华秦新能源科技有限责任公司，高价值专利主要涉及氢制化学品、氢能冶金、电解水制氢三个方面，结合陕西省的技术优势，建议加强电解水制氢领域的地域布局。

表 3-35 企业高价值专利数量排名

申请人	技术分支	高价值专利数量
西安凯立新材料股份有限公司	氢制化学品	18
金堆城钼业股份有限公司	氢能冶金	8
陕西延长石油(集团)有限责任公司	氢制化学品	7
陕西华秦新能源科技有限责任公司	电解水制氢	5

分析电解水制氢技术的地域布局分布,结果见表 3-36,可以看出,电解水制氢技术重点分布在中国、日本、美国,其他区域专利布局较少,但近年来,中国、印度是专利布局的重点区域,根据新思界行业研究中心发布的《2022-2026 年印度电解水制氢市场投资环境及投资前景评估报告》显示,自进入 21 世纪以来,印度加快在氢能源产业的布局速度,并且已经取得了不小成就,在 70 个国家中,在制造氢气的生产数量方面名列全球第 20 位。而在政策方面,印度也出台了一系列利好政策及优惠措施。例如在 2021 年 8 月,印度总理莫迪宣布启动 100 万亿卢比(1.35 万亿美元)的基础设施建设计划。在此背景下,印度逐渐加快对电解水制氢的产业布局,因此,建议陕西华秦新能源在加强国内专利布局的同时,开展印度这一新兴市场的专利布局。

表 3-36 电解水制氢区域布局分析

公开国别	专利申请总量	近五年专利申请量	近五年专利申请占比	占比近五年专利占比排名
中国	3342	2050	0.61	6
日本	1200	177	0.15	30
美国	880	135	0.15	28
韩国	365	80	0.22	21
德国	354	38	0.11	33
法国	187	10	0.05	39
俄罗斯	175	16	0.09	35
英国	170	9	0.05	40
加拿大	169	27	0.16	27
澳大利亚	149	37	0.25	20
巴西	146	25	0.17	25
印度	97	34	0.35	9

### 3.4 小结

#### 3.4.1 优势与机遇

(一) 陕西省氢能产业专利排名居于全国第九位，与湖北、河南、安徽、四川、天津一同处于国内第三梯队，随着产业政策的不断完善，未来，氢能产业将成为陕西绿色能源发展的重要内容。

(二) 在陕西，氢能产业集中西安，除此之外，榆林也具有较强的发展潜力。在西安，以陕西华秦新能源、西安热工、金堆城铝业为引领，分别重点发展电解水制氢、煤制氢、氢能冶金技术，在榆林，基于煤矿资源优势，以陕西东鑫垣为代表，重点发展煤制氢。

(三) 在陕西，高校/研究院所占据重要的位置，高校/研究院所与企业技术互补，充分挖掘利用科教资源，有助于强化企业在太阳能制氢、氢制化学品的产业化进程。

(四) 陕西省在保持产业结构平衡的同时，近年来，不断调整产业链结构，优化产业结构。上游，实现了电解水制氢、石化燃料制氢、可再生能源制氢多元制氢发展，中游，关注液态储氢、复合储氢以及运氢技术，下游，除氢制化学品外，强化加氢站、氢燃料电池领域的专利布局。

#### 3.4.2 不足与短板

(一) 我国氢能产业已实现产业链全面发展，无论从专利角度，还是市场角度，氢能产业均集中在川渝鄂、环渤海、长三角、珠三角四个地域，作为西部省份的陕西在专利上具有一定优势，但空间上未实现集群化发展，集群化发展滞后是陕西省氢能产业发展的困境之一。

(二) 下游应用领域集中在氢制化学品、氢能冶金领域，高校在氢燃料电池的高研发投入未能转化为产业成果，在氢燃料电池研究滞后的影响下，陕西省在燃料电池汽车的表现也较为一般。

(三) 陕西省上游企业对下游布局明显不足，各链条企业分界明显，上下游联动创新发展的机制还未形成，企业聚合有待提高。

（四）下游是陕西省的产业重点，但技术创新主要基于下游氢制化学品的生产工艺改进，对其中涉及的临氢设备、其他下游应用的创新较为薄弱，无法满足下游扩大再发展的需要。

（五）无论是高校/科研院所还是企业，与省外企业主体保持着密切的联系与合作，并在技术转出取得了较大成绩，但省内的转化数量较少，成果逸出较为严重。

（六）陕西省 70%以上的高价值专利归属于高校/科研院所，但涉及转让或许可的专利仅 18 件，仅占高校/科研院所高价值专利总量的 10%，高价值专利运用乏力。

陕西省知识产权局

陕西省知识产权局

## 第四章 产业发展路径导航

立足于全球氢能产业的基本方向和产业发展趋势以及陕西省氢能产业现状，明确了陕西氢能产业培育和升级的目标和定位，在此基础上，以专利控制力为依据，从专利导航的角度出发，为陕西氢能产业发展指出具体的规划路径。下面具体从产业结构调整优化路径、技术创新引进提升路径、企业整合培育引进路径、创新人才引进培育路径、专利协调运用和市场运营五个方面深入分析，给出具体的发展策略建议，为陕西省完善氢能产业发展规划提供科学的决策参考。

### 4.1 产业结构调整优化路径

(1) 在上游，继续巩固区域在煤制氢、电解水制氢的优势，强化甲醇转化制氢的技术引进与产业化进程，提高区域在制氢领域的技术影响力。

在陕西，依托于区域资源优势，我省在煤制氢环节的研究取得了一定进展，同时在电解水制氢环节，企业的表现也较为突出，但基于国内主流发展趋势可以看出，甲醇转化制氢、烃类蒸汽转化制氢在国内保持增长态势，尤其是甲醇转化制氢的发展非常迅速，集合我省的企业情况，发展甲醇转化制氢、烃类蒸汽转化制氢，尤其是甲醇转化制氢，对区域产业发展，具有现实意义。

(2) 在中游，提高气态储氢、固态储氢、液态储氢在陕西的产业化水平，强化复合储氢从高校走向企业的技术转化与对接，畅通区域的产业堵点。

从全球主要国家的企业在中游的技术占比，结合中游各技术环节的申请趋势，可以看出，气态储氢、固态储氢、复合储氢最具增长潜力，而液态储氢是国外专利布局、国外重点申请人关注的重点，其中企业在气态储氢、固态储氢、液态储氢方面已经做出了实践，与此相比，陕西省的企业在该环节的参与度较低，是区域产业发展的重点方向，除此之外，复合储氢虽然近年来研究较热，但研究主体主要集中在高校/研究院所，技术成熟度还不高，因此，有必要加强复合储氢从高校走向企业的技术转化与对接，打通区域产业弱点。

(3) 在下游，稳固区域在氢能冶金的优势，围绕氢燃料电池汽车项目，加强我省在加氢站、氢燃料电池、燃料电池汽车环节的企业培育与引进，并以此反哺中游产业技术的发展。

下游是各国的布局重点，结合下游各环节的申请趋势，可以看出，加氢站、氢能冶金、氢燃料电池、氢制化学品、燃料电池汽车都是中国新的增长点，其中陕西省在氢制化学品方面的专利占比与中国近似，说明我省在开发氢制化学品方面已经相对成熟，但其他领域发展还相对滞后，是未来区域下游发展的重点领域。

在氢能产业领域，下游加氢站、氢燃料电池、燃料电池汽车，与中游储氢、运氢相互关联、互相影响，因此，建议围绕氢燃料电池汽车项目，加强我省在加氢站、氢燃料电池、燃料电池汽车环节的企业培育与引进，一方面可以填补区域的产业空白，同时可以反哺中游链条，最终实现全链条协调发展。

## 4.2 技术创新引进提升路径

### 4.2.1 本地创新技术转化

重视区域重点技术的技术推广，实现超临界水气化制氢、高温气冷堆的硫碘循环制氢系统的产业化应用。

超临界水气化技术（SCWG）是利用超临界水（SCW）的特殊性质，在不加入氧化剂的前提制取高热值气体，如氢气和甲烷等，而且反应过程中有机物不会生成焦炭等副产物。超临界水气化制氢技术是一项最具潜力的制氢技术，西安交通大学近年来不断加氢对超临界水气化技术的研究，提出了碳基能源超临界水气化制氢技术、超临界水气化制氢及浆液超临界水热燃烧耦合系统，但该技术在企业的应用非常少，技术潜力有待挖掘。

电解水制氢消耗大量电能，转化效率低成本高，这与未来氢能发展高效化、清洁化、低成本化的理念不一致。近年来，西安热工研究院有限公司利用高温气冷堆的硫碘循环制氢系统与方法，通过将高温气冷堆发电系统与热化学硫碘循环制氢系统进行耦合，利用高温气冷堆出口的高温氢气作为热源制取氢气和氧气，并且通过氢电联产实现高温气冷堆能量的梯级利用和零碳排放的氢电联产。

## 4.2.2 区域外创新技术引进

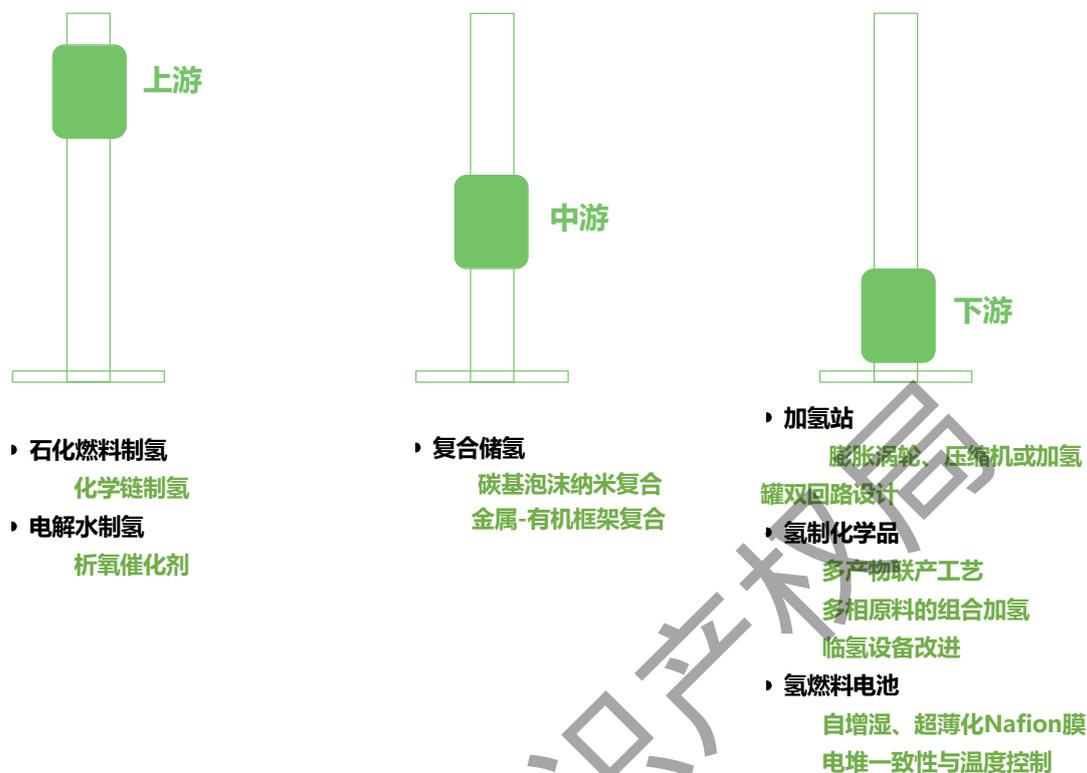


图 4-1 国内技术引进方向

(1) 石化燃料制氢领域，提高对化学链制氢技术的研究与技术引进。

化学链制氢是最具有工业化前景的制氢技术，它是一种制氢兼顾二氧化碳捕集的新技术。2010 年以后，国内对化学链制氢技术的研究不断热化，包括清华大学、西北大学、中国石油化工等机构在反应器改进、联合工艺等方面做出了一系列研究。提供了一种使用单塔填充床的化学链制氢的中试装置和制氢方法，通过该方法可以较大规模地实施化学链制氢技术，为氧载体的评价和技术难点的鉴定提供了条件。

(2) 电解水制氢领域，非贵金属的析氧催化剂的研究，对氢能的开发具有重要的意义。

由于电解水制氢的成本较高，电解水需要金属材料作为催化剂，然而大量贵金属的使用使得此类催化剂价格居高不下，因此，开发一种不依赖镍、铱、钴等贵金属，而且其制备方法简单、易于大规模生产的析氧催化剂，对氢能的开发具有重要的意义和商业推广价值。

(3) 复合储氢是技术改进重点，碳基泡沫纳米复合储氢材料、金属-有机框

架化合物等复合储氢材料成为高校的研究热点。

多孔配位聚合物的合成与性质研究是二十世纪九十年代后期发展起来的无机化学和材料化学中重要的研究领域之一。由于具有开放孔道结构的配位聚合物密度小，仅是传统金属氢化物的三分之一，采用多孔配位聚合物作为储氢介质可大大降低储氢器的重量。这一特点尤其符合氢燃料电池汽车的供氢系统要求。近年来，国内高校加大对该类复合储氢的研究，包括碳基泡沫纳米复合储氢材料、金属-有机框架化合物等。

(4) 加氢站方面，利用膨胀涡轮、压缩机或加氢罐双回路设计避免注氢时最高温度超过 85℃。

将氢气作为氢气汽车的燃料，从氢气站的氢气供应源充入氢气汽车的燃料箱，氢气的温度在设置在填充氢气的路径中的膨胀阀处升高。对于已经开始扩散的燃料电池车辆，由于燃料箱材料的温度限制和燃料电池本身的操作温度限制，在充氢期间的最高温度被限制在 85℃。TOKICO、Air Liquide 等公司利用膨胀涡轮、压缩机或加氢罐双回路设计避免注氢时最高温度超过 85℃。

(5) 氢燃料电池方面，重点研究自增湿、超薄化、高柔软性、高离子传导率 Nafion 膜、电堆一致性控制与温度控制。

美国杜邦销售的全氟化磺酸官能化聚合物膜 (Nafion) 是目前最广泛使用的质子交换膜之一，该膜侧链含有磺酸基，具有耐热与耐化学腐蚀性能。但该膜对热和/或化学分解的抵抗力差。近年来，大量申请人开始了对质子交换膜的研究，重点包括自增湿、超薄化、高柔软性、高离子传导率四个方面。

再者，针对电堆不一致性与燃料电池电堆温度分布一致性的问题，国内申请人对电堆控制的研究不断热化，重点涉及一致性与温度控制。

除此之外，将重整用烃类燃料转变为富氢的重整气体的重整器通过原料重整产生的富氢燃料和作为氧化剂的空气中的氧之间的反应，能够高效地产生电能。但是，由于配置在重整部的重整催化剂被硫磺化合物毒害而导致性能劣化，因此重整用烃类燃料中的硫磺化合物在导入重整部之前必须去除，因此，乙醇、甘油等生物质原料代替烃类燃料，可以降低石化燃料的使用，避免硫磺化合物导致的催化剂失效。

(6) 氢制化学品，联产工艺中是提高经济性的有效手段，电解水制氢与联

产工艺的结合成为技术发展的新趋势。

开发和构建用于甲醇和氨的工业生产的分开的方法以及一次制造这些产品之一是广泛的实践。然而，从经济的观点看，在单一工艺步骤中制造甲醇以及氨是有利的，因为与每种产品的单独工艺步骤相比，成本显著降低。

(7) 重视临氢设备的改进，主要包括浆态床加氢反应器、上流式加氢反应器。

浆态床加氢工艺可以有效利用重质油资源和煤炭资源，脱除原料中的硫、氮和重金属等杂质，浆态床加氢反应器的改进以北京中科诚毅为代表，企业重点加强多点温度控制设计，上流式加氢反应器的改进以中国石油化工为代表，企业重点加强催化剂均匀控制。

上流式反应器应用较为广泛，如固定床上流式加氢反应器、馏分油液相加氢反应器、悬浮床加氢反应器及沸腾床加氢反应器等。无论哪种上流式反应器，均需使物流在反应器入口处与催化剂床层接触时达到均匀分配，为物流在后续整个催化剂床层你的流动提供一个初始均匀分配。中国石油化工重视上流式反应器的改进，包括设置了多层浮动式供氢滤尘层等。

## 4.3 企业整合培育引进路径

### 4.3.1 企业本土化培育路径

#### 4.3.1.1 建立产业链创新主体图谱

根据《陕西省“十四五”氢能产业发展规划》，形成“一核引领，两轴联通，三心支撑”的氢能发展格局，加快氢能产业创新发展步伐，增强产业竞争力。本节将综合考虑企业的产品技术领域、创新产出能力、行业内影响力，从创新角度，分别为上游、中游、下游遴选出陕西省氢能产业链的“链主”企业及骨干支撑企业，以“链主”为首，骨干支撑企业紧随其后，带动整个产业链的升级和竞争力提升。

“链主企业”是指在产业链中处于核心地位，对产业链具有一定控制力，能够发挥自身优势、充分整合和利用外部资源、凝聚和协调产业链上下游主体、推动产业链不断创新和迭代的企业。

“骨干企业”的评选则根据知识产权创造、运用等能力，对陕西省氢能产业企业的科技创新能力进行精准画像，全方位掌握企业科技创新能力，寻找标杆型、成长型企业，便于政府进行精准的重点支持，加快科技型企业梯队培育。

在无“链主”企业或“骨干”企业的产业链环节，我们挖掘潜力企业，潜力企业可能是一个新进入的企业，也可能是一个采用多角化经营战略的原从事其它行业的企业，该类型企业现阶段市场份额较少，但具有一定的技术基础，未来发展前景向好。

经梳理、绘制得到的陕西省氢能产业链创新图谱如下图所示：

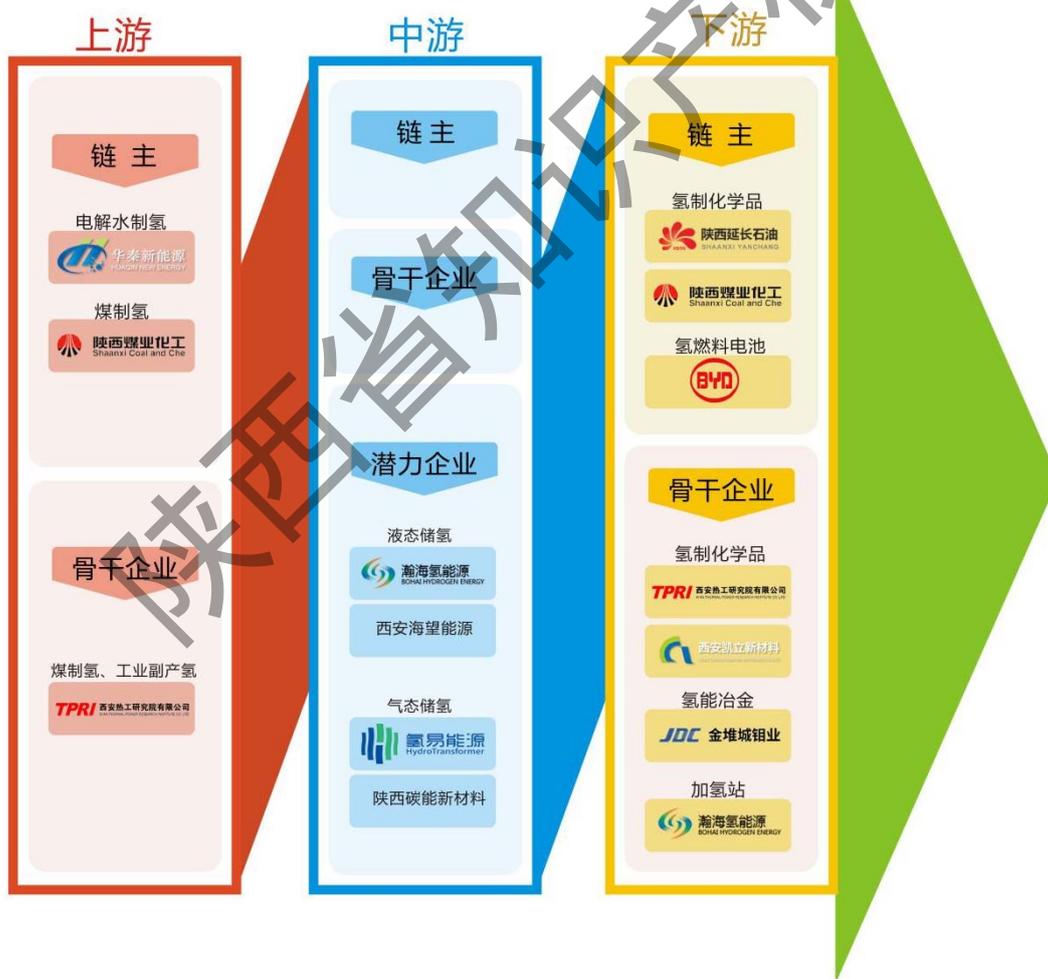


图 4-2 陕西省集氢能产业链创新主体图谱

(一) 上游

链主企业：陕西华泰新能源展露头角，专利申请量 23 件，居于全国电解水制氢申请人排名第三位，占陕西省专利申请总量的 11.01%，为陕西省上游的链主企业。在煤制氢领域，陕西煤业化工集团有限责任公司积极谋划，全面布局，其控股公司陕西东鑫垣化工有限责任公司、陕西煤业化工技术研究院有限责任公司、中煤陕西榆林能源化工有限公司、陕西煤业化工集团神木天元化工有限公司、神木富油能源科技有限公司等均参与到煤制氢环节，其中陕西东鑫垣化工有限责任公司卓有成效，该公司专利申请量 6 件，居于全国煤制氢申请人排名第二，同时陕西煤业化工集团有限责任公司资产实力雄厚，产业整合能力强，是名副其实的链主企业。

骨干企业：西安热工研究院有限公司在煤制氢领域申请专利 6 件，与陕西东鑫垣化工有限责任公司一同居于全国煤制氢申请人排名第二，同时，该公司在工业副产氢也具有一定的技术积累，企业以 2 件专利在全国排名第二。但基于企业具有重研发的性质，在本领域的产业链条内触角有限，未能成为产业集群中心，因此适合作为陕西省氢能产业上游的骨干企业。

### （二）中游

在中游，申请人以高校为主，企业参与较少，且绝大多数企业的专利申请量不足 2 件，竞争力较弱，均难以担当陕西省氢能产业链主或骨干企业重任。因此根据企业专利情况，结合企业规划、区域战略布局等，我们重点挖掘区域的潜力企业，包括西安瀚海氢能源科技有限公司、西安海望能源科技有限公司、陕西氢易能源科技有限公司、陕西碳能新材料有限责任公司四家，其中西安瀚海氢能源、西安海望能源重点布局液态储氢领域，陕西氢易能源、陕西碳能新材料重点布局气态储氢领域，值得注意的是，四家企业中三家企业均入驻西咸新区，这与区域平台建设相关，在西咸新区，全国首个氢储能、西北首个液态有机储氢综合实验室的“西部氢都实验基地”建设启动，对中游关键技术攻关、科技成果转化、企业引进与人才培育等方面发挥潜力。

### （三）下游

链主：陕西煤业化工集团不仅在煤制氢领域积极发力，在下游氢制化学品领域也不断延伸，打通上游生产-下游产品较为完成的产业链条，具有较强的技术控制力与产业整合能力，以子公司陕西东鑫垣化工有限责任公司为例，该公司在

氢制化学品领域专利申请量 14 件，居于全国氢制化学品申请人排名第 43 位。陕西延长石油积极探索氢能的应用，在氢制化学品领域专利申请量 26 件，居于全国氢制化学品申请人排名第 13 位。在氢燃料电池领域，比亚迪超群拔萃，其与氢燃料电池相关的专利 29 件，居于全国第四位，虽然比亚迪目前的专利均属于深圳，但其在氢燃料电池的技术积淀不容小觑，比亚迪在陕西发展氢燃料电池领域，势必对氢能相关领域发展起到联动作用，因此将其列为链主企业。

骨干企业：在氢制化学品领域，西安凯立新材料股份有限公司成绩斐然，公司以 44 件专利在全国位居第十，但由于企业主营产品为催化材料，氢能产业链整合能力有限，所以评定其为骨干企业，除此之外，西安热工研究院有限公司在该领域也榜上有名，居于国内第三十五位。除此之外，金堆城铝业股份有限公司、西安瀚海氢能源科技有限公司分别在氢能冶金领域、加氢站领域开拓创新，分别在对应领域居于国内第 10 位，第 8 位，取得了较为优异的成绩。

#### 4.3.1.2 促进区域内创新主体融合发展

##### （一）上游，加强电解水制氢环节主体在下游的布局。

上游，煤制氢、电解水制氢领域是陕西省的优势环节，煤制氢方面涉及两家企业主体，分别为西安热工研究院有限公司、陕西东鑫垣化工有限责任公司，电解水制氢方面主要涉及一家企业，为陕西华泰新能源科技有限责任公司。

三家企业中，西安热工研究院有限公司、陕西东鑫垣化工有限责任公司在下游应用方面也布局了专利，产业链较为完整，但陕西华泰新能源科技有限责任公司关注电解水制氢，尤其是电解水制氢设备的开发与设计，对工艺方法的研究较少，因此产业链集中在上游，基于此，企业可以通过合作研发或许可的方式扩大企业在下游的应用能力，提高技术的市场价值和影响力。

##### （二）加强下游企业与上游企业的技术合作，形成技术补给。

氢制化学品环节，参与企业有五家，其中西安凯立新材料股份有限公司主要从事贵金属催化剂的研发与生产，企业在该产业的技术优势主要体现在对加氢催化的应用，因此，可以开展该公司与上游企业合作，提高陕西东鑫垣化工有限责任公司为代表的企业在下游加氢催化方面的运用能力，提高技术成熟性与产品良率。

### 4.3.2 企业合作和引进

通过对陕西省氢能产业结构进行分析，上游，陕西省在上游甲醇转化制氢，中游，下游加氢站、氢燃料电池、燃料电池汽车处于劣势因此，本节将从专利数据出发，深入弱项分支，综合考虑多维度分析指标进行筛选，挖掘相关领域领域内企业、高校/科研院所，最终得到下述推荐引进及合作的创新主体清单。

#### 4.3.2.1 上游

**甲醇转化制氢领域，重点加强与国内企业、高校的合作，重点推荐广东醇氢新能源研究院有限公司、中国科学院大连化学物理研究所等。**

综合考虑企业、高校/科研院所技术创新实力、创新活跃度、持续产出能力、技术合作基础等因素，本节主要针对近五年仍然活跃在上游甲醇转化制氢领域的申请人进行分析，以申请人的年均申请量、近 5 年申请占比、有效发明专利量、专利运营等作为评估指标，得到上游可对接的国内外头部企业清单、上游可合作的国内外高校/科研院所清单，由于国外申请主体在甲醇转化制氢领域参与并不活跃，因此推荐合作或引进对象均为国内申请人，通过多项分析指标综合评价，最终划定了重点推荐、推荐、关注三个推荐级别，推荐清单分别见附件二、附件三。

年均专利申请量在很大程度上能够反映出其持续创新能力，专利有效发明量可以很好地映射其核心技术控制力，从近 5 年的创新活跃度侧面反映其创新能力，被引证次数可以说明申请人在相关领域的技术影响力，转让次数、许可次数可以从侧面反映申请人寻求技术或开展合作的意愿，综合以上要素评定，筛选出企业三家，推荐级别均为重点推荐；高校/科研院所五所，三所推荐级别均为重点推荐。



图 4-3 引进企业示例

图 4-3 为企业引进企业示例，以广东醇氢新能源研究院有限公司为例，该公司是专业的甲醇制氢设备与技术供应商，自成立以来，成功开发了 DPH、YPH 和 MPH 系列化醇基智能化高纯制氢机，产品性能稳定，节能效益突出，获得了用户的一致好评。企业年均专利申请量 11 件，近五年申请占比达到 100%，该年被认定为 2022 年首批国家级高新技术企业，在专利成果转化、技术产业化、产品市场化具有较强的影响力，将其列入重点推荐企业目录中。



图 4-4 合作高校/研究院所示例

图 4-4 为合作高校/研究院所示例，推荐高校/研究院所中，以中国科学院大连化学物理研究所为例，该所创建于 1949 年 3 月，围绕国家能源发展战略，于 2011 年 10 月启动了洁净能源国家实验室（DNL）的筹建工作，DNL 是我国能源领域筹建的第一个国家实验室，设有燃料电池、氢能与先进材料等 11 个研究部和 1 个研究平台，2017 年 10 月，中科院批准依托大连化物所筹建中科院洁净能源创新研究院。2018 年 4 月，中科院批准依托大连化物所启动实施“变革性洁净能源关键技术与示范”A 类先导专项，为构建我国清洁低碳、安全高效的能源体系提供技术支撑。在甲醇转化制氢环节，该所近五年申请占比达到 42.50%，有效发明占比 36.25%，被引证次数 52 次，技术影响力强，且持续创新力较强，是重点推荐合作的研究机构。

#### 4.3.2.2 中游

储运氢环节，国外企业研究成果丰富，重点推荐企业 AIR LIQUIDE（法国液化空气集团）、BOSCH（德国博士公司）、法国 Aaqius & Aaqius 等公司，重点推荐合作高校/研究院所包括浙江大学等。

综合考虑企业、高校/研究院所技术创新实力、创新活跃度、持续产出能力、技术合作基础等因素，本节主要针对近五年仍然活跃在中游领域的申请人进行分析，以申请人的年均申请量、近 5 年申请占比、有效发明专利量、专利运营等作为评估指标，得到中游可对接的国内外头部企业清单、中游可合作的国内外高校/研究院所清单，通过多项分析指标综合评价，最终划定了重点推荐、推荐、关注三个推荐级别，罗列出对接企业 42 家，其中推荐级别为重点推荐的企业共 6 家，并且国外企业占比较高；推荐高校/研究院所 11 所，其中推荐级别为重点推荐的高校/研究院所共 3 所，并且国内高校占据重要的位置，推荐清单分别见附件四、附件五。

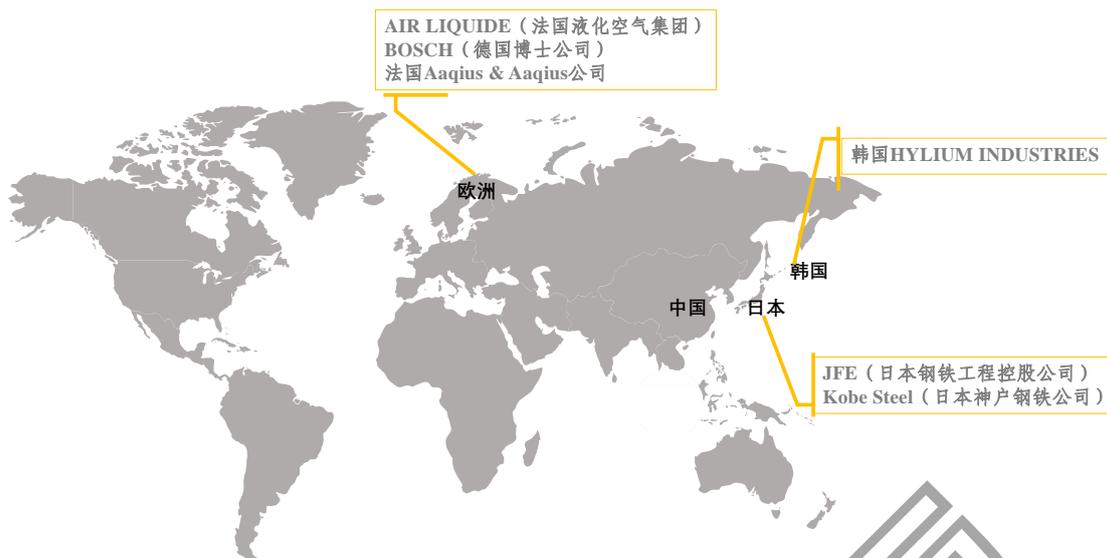


图 4-5 引进企业示例

图 4-5 为企业引进企业示例，推荐企业中，以法国 Aaqius & Aaqius 公司为例，AAQIUS 公司是一家致力于绿色移动交通和零碳能源等领域的颠覆性氢能项目开发的创新型企业，其研发的一种能够用于氢能动力的可循环充氢的 Stor-H 储氢罐是一种真正可行的能源储存解决方案，是以惰性气体、无压力和安全的方式将氢气储存在超吸收性、多元复合材料储存罐中。2017 年以后，AAQIUS 先后与正星科技等签署合作协议，该公司近五年申请占比达到 100.00%，有效发明专利占比 70.59%，将其列入重点推荐的企业清单中。



图 4-6 合作高校/研究院所示例

图 4-6 为可合作高校/研究院所示例，以浙江大学为例，浙大是全球百强名校，中国顶尖的九大高校联盟之一，位列中国“双一流”、“211 工程”、“985 工程”等世界一流高校建设名单，自 1978 年开始系统地研究氢能，是中国最早开展储氢研究的科研单位之一，“氢能规模化提纯与高压储氢装备关键技术及工程应用”曾获国家科技进步二等奖。在该领域，该校年均专利申请量达到 3 件，近五年专利申请占比达到 33.33%，有效发明专利占比达到 31.58%，被引证次数 72 次，是重点推荐合作的高校。

#### 4.3.2.3 下游

以加氢站、氢燃料电池、燃料电池汽车为重点，可合作或引进的创新主体包括 AIR LIQUIDE（法国液化空气集团）、清华大学等。

综合考虑企业、高校/研究院所技术创新实力、创新活跃度、持续产出能力、技术合作基础等因素，本节主要针对近五年仍然活跃在下游加氢站、氢燃料电池、燃料电池汽车领域的申请人进行分析，以申请人的年均申请量、近 5 年申请占比、有效发明专利量、专利运营等作为评估指标，得到下游可对接的国内外头部企业清单、下游可合作的国内外高校/研究院所清单，通过多项分析指标综合评价，最终划定了重点推荐、推荐、关注三个推荐级别，罗列出推荐企业 113 家，推荐高校/研究院所 101 家，推荐清单分别见附件六、附件七。



图 4-7 引进企业示例

图 4-7 为企业引进企业示例，推荐企业中，以法国液化空气集团为例，该公司为全球氢能市场先驱，拥有 60 多年氢气生产使用历史。目前，液化空气公司已在全球设计和建造超过了 120 个加氢站，遍布法国、德国、美国等 10 多个国家。可以说，全球每三座加氢站就有一个来自法液空。对于中国市场，法液空于 2019 年初与厚普设立合资公司发力加氢设备，与中国石化开启氢能制、储、运、加氢全产业链合作，对中国氢能市场开发正在提速。在下游，企业重点布局加氢站领域，年均专利申请量 5 件，近五年申请占比 38.14%，有效发明占比达到 45.36%，企业专利被引证次数 86 次。可以看出，企业在保证专利质量的同时，注重持续创新能力，企业涉及专利转让 12 次，说明企业合作意愿强烈，将其列入重点推荐的企业清单中。



图 4-8 合作高校/研究院所示例

图 4-8 为可合作高校/研究院所示例，以清华大学为例，催化剂作为燃料电池核心材料，但相关知识产权一直掌握在西方少数发达国家手中，催化剂核心材料长期依赖进口的高成本现状，制约了我国氢能产业的自主发展。为此，清华大学氢燃料电池实验室与武汉一家科技公司的研发团队开展合作，联合攻克了燃料电池关键材料催化剂产业化生产难题。学校与福田智蓝等企业合作，实现了氢燃料电池领域在商用车行业的应用。在该领域，该校年均专利申请量达到 3 件，近五年专利申请占比高达 63.41%，有效发明专利占比达到 65.85%，是重点推荐合作的高校。

## 4.4 创新人才引进培养路径

### 4.4.1 本地人才培养

强化本地人才培养，提高区域人才技术影响力。

表 4-1 陕西本地人才情况

		技术分支	归属公司	发明人	
上游	制氢	石化燃料制氢	煤制氢	陕西东鑫垣化工有限责任公司	李亚军、高玉安、宋如昌
			烃类蒸汽转化制氢		
			甲醇转化制氢		
			油制氢		
	可再生能源制氢	太阳能制氢	西安交通大学	郭烈锦	
		风电制氢	西安热工研究院有限公司	韩万龙、姚明宇等	
		水利制氢			
		生物制氢			
		电解水制氢	陕西华泰新能源科技有限公司	王彦东、杨炎、何兴用	
		工业副产氢			
	氢气纯化				
中游	液态储氢	低温液化储氢			
		有机液体储氢			
	固态储氢	金属基储氢			
		物理吸附储氢			
		复合储氢			
		运氢			
下游		加氢站	西安瀚海氢能源科技有限公司	张锐明、黄亮、奚军	
	氢能冶金		金堆城铝业股份有限公司	付静波、杨秦莉、赵虎、刘仁智	
			西安西工大超晶科技发展有限公司	薛祥义	
		氢燃料电池			
	氢制化学品		西安近代化学研究	吕剑、王博、张伟	
			西安凯立新材料股份有限公司	张之翔、曾永康、万克柔	
	燃料电池汽车				

表 4-1 为陕西省氢能产业技术人才情况，本地人才培养主要基于区域重点产业，上游重点培育人才包括陕西东鑫垣化工有限责任公司的李亚军等人，陕西华泰新能源科技有限公司的王彦东等人。

下游重点培育人才包括金堆城钼业股份有限公司的付静波等人。西安西工大超晶科技发展有限责任公司的薛祥义，西安近代化学研究的吕剑等人，西安凯立新材料股份有限公司的张之翔等人，西安瀚海氢能源科技有限公司的张锐明等人。

#### 4.4.2 省外团队合作和人才引进

综合考虑人才技术创新实力、核心技术产出能力、创新支撑能力等因素，本节主要以发明人的专利申请量、专利高频被引量、同族专利数量等作为评估指标，对发明人进行分析筛选，得到可供陕西省关注的省内外核心人才清单，并通过多项分析指标综合评价，最终划定了重点推荐、推荐、关注三个推荐级别。

##### 4.4.2.1 上游

在上游甲醇转化制氢领域，发明人主要来自国内，我们甄选出具有较强竞争力的发明人，详见附件八。

以发明人黄利宏为例，该发明人为成都理工大学材料与化学化工学院教授，四川省学术与技术带头人后备人选，获四川省人事厅认定为四川省海外高层次留学人才。在工程领域开展了甲醇水汽重整及甲醇裂解制氢及合成气、变压吸附（PSA）提纯氢等项目。近年来，在可再生能源领域中的生物质催化转化制氢及其在燃料电池中应用方面开展了大量研究工作，并与美国可再生能源国家实验室（NREL）开展合作，并获得了 Small Business Technology Transfer Program (STTR) 的资助，同时作为项目负责人获得包括中国国家自然科学基金在内的多项资助。

##### 4.4.2.2 中游

在中游领域，重点发明人以国内居多，我们甄选出具有较强竞争力的发明人，详见附件九。

以发明人陈立新为例，陈立新为浙江大学材料科学与工程学院博士生导师，

主要从事材料科学与工程专业教学以及金属氢化物、络合氢化物、液态有机氢化物储氢材料的基础研究和高密度储氢装置、加氢站固态储供氢系统等的应用开发。

#### 4.4.2.3 下游

在下游加氢站、氢燃料电池、燃料电池汽车领域，我们甄选出具有较强竞争力的发明人，详见附件十。

以发明人方沛军为例，方沛军曾入职台积电、法国液化空气集团，从在台积电起，方沛军接触氢能领域已经超过 20 年。2016 年，方沛军创办氢枫能源，主要从事材料科学与工程专业教学以及金属氢化物、络合氢化物、液态有机氢化物储氢材料的基础研究和高密度储氢装置、加氢站固态储供氢系统等的应用开发。2019 年初，氢枫能源在如皋氢能小镇成立了第一家大型氢能装备制造工厂，并同时成立专项的储能测试基地，从而进一步改善和提升了企业整体的研发水平和效率。成立至今，氢枫能源获得包括“国家级专精特新”、“嘉定区科技小巨人”、“氢能行业最具投资潜力企业”、“中国氢能产业贡献奖”等荣誉。

### 4.5 专利协调运用和市场运营路径

#### 4.5.1 擅用转化平台促进专利与技术的纵深发展

以《西安市工业和信息化局关于推广应用工业新产品新技术的通知》为窗口，以秦创原、西安知识产权运营服务平台等为桥梁，一方面，促进已公开新产品新技术（“太阳能电解水制氢技术”、“焦炉煤气综合利用制 LNG 及液氨产品”）在供需双方的互动，鼓励行业龙头企业、重点高校院所以专利为依托，以产品/技术为媒介，响应新产品新技术的推广应用，发挥龙头企业、重点高校院所的示范作用，带动中小微企业共同发展，形成区域创新活力；另一方面，建立校企高价值专利运营通道，开展精准对接，以专利为载体，促进技术从由理论化为实践，高校走向企业，形成“专利-运营-技术-产品”的闭环生长模式，促进氢能产业化进程。

#### 4.5.2 盘活高价值专利资源，精准对接实现技术与产业融合

陕西省有效发明专利 307 件，其中高价值专利共计 246 件，其中 71.13% 的高价值专利主要掌握在高校/研究院所，根据陕西省技术定位，以高校/研究院所作为技术转出方，根据高校/研究院所技术布局重点，同时结合高校/研究院所新技术，推荐重点开展上游煤制氢、甲醇燃料制氢、太阳能制氢、电解水制氢，中游金属基储氢，下游氢燃料电池、氢制化学品领域的专利运营，专利运营对象如下表所示。

陕西省知识产权局

表 4-2 高校/研究院所高价值专利运营对象

产业链	技术分支	专利申请号	创新要素	技术来源方	拟定专利运营对象
上游	煤制氢	CN02114529.6、 CN201510431395.5 、 CN202010044079.3	临界水气化制氢、煤与天然气联产、煤干馏	西安交通大学、西北化工研究院、西安建筑科技大学	陕西东鑫垣化工有限责任公司、陕西聚能新创煤化工科技有限公司、陕西驭腾能源环保科技有限公司、陕西北元化工集团股份有限公司
	甲醇燃料制氢	CN201110180081.4	甲醇制氢装置	西安交通大学	西部金属材料股份有限公司、西安华江环保科技股份有限公司
	太阳能制氢	CN200910023189.5 、 CN201810107198.1 等 29 件专利	太阳能聚热耦合生物质超临界气化制氢、光催化剂及装置	西安交通大学	中化学朗正环保科技有限公司
	电解水制氢	CN201811386271.X CN202011193954.0 等 32 件专利	电极材料、析氧催化剂	西安交通大学、陕西科技大学、西北工业大学、西北大学、长安大学	陕西华秦新能源科技有限责任公司、西安泰金工业电化学技术有限公司、西安瀚海氢能科技有限公司、隆基绿能科技股份有限公司、西安迈进能源科技有限公司
中游	金属基储氢	CN201510338166.9	V-Ti-Fe 系储氢合金	西安建筑科技大学	西安海望能源科技有限公司
下游	氢燃料电池	CN201911235847.7 等 5 件专利	循环氢气一体式氢燃料电池系统	西安交通大学	西安海望能源科技有限公司、
	氢制化学品	CN200810000773.4 、 CN201810422062.X	烯类氢制化学品	西安近代化学研究所、西北大学	陕西延长石油(集团)有限责任公司、陕西东鑫垣化工有限责任公司、陕西煤业化工集团神木天元化工有限公司、陕西榆林能源集团有限公司、神木富油能源科技有限公司

附件一 陕西省高价值专利清单

序号	标题	申请号	申请日	申请人	技术分解			
					一级	二级	三级	四级
1	一种甲醇制氢装置及其制备氢气的方法	CN201110180081.4	2011/6/29	西安交通大学	上游	制氢	石化燃料制氢	甲醇转化制氢
2	有机固态原料的连续式超临界水气化制氢方法与装置	CN02114529.6	2002/4/22	西安交通大学	上游	制氢	石化燃料制氢	煤制氢
3	一种利用煤与天然气联合生产合成气的方法	CN201510431395.5	2015/7/21	西北化工研究院	上游	制氢	石化燃料制氢	煤制氢
4	一种煤气分质回炉内热式低温富氧煤干馏工艺方法及系统	CN202010044079.3	2020/1/15	西安建筑科技大学	上游	制氢	石化燃料制氢	煤制氢
5	一种催化重整制氢装置	CN201611125239.7	2016/12/8	西安交通大学	上游	制氢	石化燃料制氢	烃类蒸汽转化制氢
6	一种使用含碳氢物质料浆生产合成气的方法	CN200810132975.4	2008/7/4	西北化工研究院	上游	制氢	石化燃料制氢	烃类蒸汽转化制氢
7	一种以料浆气化与天然气转化为基础联合制备合成气的方法	CN201510381146.X	2015/7/2	西北化工研究院	上游	制氢	石化燃料制氢	烃类蒸汽转化制氢
8	一种通过甲烷裂解和消碳分步进行改进甲烷转化的工艺	CN201610378422.1	2016/5/31	西北大学	上游	制氢	石化燃料制氢	烃类蒸汽转化制氢
9	一种用于吸收强化生物油水蒸气重整制氢的双功能催化剂及其制备方法	CN201710033755.5	2017/1/17	陕西师范大学	上游	制氢	石化燃料制氢	油制氢
10	一种三氧化二铁纳米片包裹纳米碳纤维催化剂的制备方法	CN201410016007.2	2014/1/14	西安交通大学	上游	制氢	可再生能源制氢	太阳能制氢
11	一种 Ni-Fe-OH/MoS <sub>2</sub> /Ni <sub>3</sub> S <sub>2</sub> 的复合纳米片/碳纤维布、制备方法及应用	CN201811609878.X	2018/12/27	西安交通大学	上游	制氢	可再生能源制氢	太阳能制氢

序号	标题	申请号	申请日	申请人	技术分解			
					一级	二级	三级	四级
12	一种碳负载铈/磷化铈纳米复合材料及其制备方法和应用	CN201910532390. X	2019/6/19	西安交通大学	上游	制氢	可再生能源制氢	太阳能制氢
13	一种燃料电池用铜银纳米合金阴极及其制备方法	CN201110051634. 6	2011/3/3	西北工业大学	上游	制氢	可再生能源制氢	太阳能制氢
14	聚焦太阳能热驱动的生物质超临界水气化制氢系统与amp;方法	CN200910023189. 5	2009/7/3	西安交通大学	上游	制氢	可再生能源制氢	太阳能制氢
15	多碟太阳能聚热耦合生物质超临界水气化制氢系统及amp;方法	CN201110006991. 0	2011/1/13	西安交通大学	上游	制氢	可再生能源制氢	太阳能制氢
16	一种聚光式固定膜太阳能光催化制氢装置	CN202010301201. 0	2020/4/16	西安交通大学	上游	制氢	可再生能源制氢	太阳能制氢
17	石墨相氮化碳及其制备方法、产氢光催化剂及其应用	CN201810107198. 1	2018/2/2	西安交通大学	上游	制氢	可再生能源制氢	太阳能制氢
18	石墨相氮化碳及其制备方法、产氢光催化剂及其应用	CN201810108351. 2	2018/2/2	西安交通大学	上游	制氢	可再生能源制氢	太阳能制氢
19	一种直接利用太阳能光催化分解水制氢系统	CN200710017682. 7	2007/4/13	西安交通大学	上游	制氢	可再生能源制氢	太阳能制氢
20	一种基于分频技术太阳能光热耦合制氢装置	CN201910280478. 7	2019/4/9	西安交通大学	上游	制氢	可再生能源制氢	太阳能制氢
21	钢渣基胶凝材料-氧化锌半导体复合催化剂及在太阳能光催化分解水制氢中的应用	CN201210166581. 7	2012/5/25	西安建筑科技大学	上游	制氢	可再生能源制氢	太阳能制氢
22	矿渣基胶凝材料-氧化铁半导体复合催化剂及在太阳能光催化分解水制氢中的应用	CN201210166585. 5	2012/5/25	西安建筑科技大学	上游	制氢	可再生能源制氢	太阳能制氢
23	一种基于流化床技术的光催化分	CN201210282536. 8	2012/8/9	西安交通大学	上游	制氢	可再生能源制	太阳能制氢

序号	标题	申请号	申请日	申请人	技术分解			
					一级	二级	三级	四级
	解硫化氢反应器及其制氢装置						氢	
24	一种掺氮二硫化钼载铂光催化剂及其制备方法	CN201610021038.6	2016/1/13	西安交通大学	上游	制氢	可再生能源制氢	太阳能制氢
25	一种同时降解生物质和光降解水产氢的方法	CN201810933674.5	2018/8/16	陕西师范大学	上游	制氢	可再生能源制氢	太阳能制氢
26	一种基于硫化钼的高效光催化制备氢气的纳米材料及制备方法	CN201610653761.6	2016/8/10	西北工业大学	上游	制氢	可再生能源制氢	太阳能制氢
27	一种光解水产氢复合催化剂及其制备方法	CN201810507750.6	2018/5/24	西京学院	上游	制氢	可再生能源制氢	太阳能制氢
28	一种基于光催化剂自分频的太阳能光热耦合制氢装置	CN201910280176.X	2019/4/9	西安交通大学	上游	制氢	可再生能源制氢	太阳能制氢
29	一种多孔薄层石墨相氮化碳载铂光催化剂及其制备方法和应用	CN201710404429.0	2017/6/1	西安交通大学	上游	制氢	可再生能源制氢	太阳能制氢
30	高分散镍氧团簇修饰氮化碳分解水制氢光催化剂的简单制备方法	CN201611012028.2	2016/11/17	陕西师范大学	上游	制氢	可再生能源制氢	太阳能制氢
31	一种自掺杂铜锌锡硫纳米晶光电材料的制备方法	CN201811612190.7	2018/12/27	西安交通大学	上游	制氢	可再生能源制氢	太阳能制氢
32	一种金/硫化钼/氧化锌高效光催化制氢纳米材料及其制备方法	CN201610653624.2	2016/8/10	西北工业大学	上游	制氢	可再生能源制氢	太阳能制氢
33	三维有序取向二硫化钼/石墨烯高效光催化制氢复合纳米材料及制备方法	CN201810237422.9	2018/3/22	西北工业大学	上游	制氢	可再生能源制氢	太阳能制氢
34	N, S 共掺杂高结晶碳光催化全解水材料及其制备方法	CN201911185463.9	2019/11/27	西安交通大学	上游	制氢	可再生能源制氢	太阳能制氢
35	一种过渡金属磷化物/红磷光催化	CN201811105021.4	2018/9/21	西北大学	上游	制氢	可再生能源制	太阳能制氢

序号	标题	申请号	申请日	申请人	技术分解			
					一级	二级	三级	四级
	材料、制备方法及应用						氢	
36	氟、氮共掺杂磷酸铋-氧化锡复合光催化剂及其制备方法	CN201410613491.7	2014/11/4	陕西科技大学	上游	制氢	可再生能源制氢	太阳能制氢
37	一种H占据BiVO <sub>4</sub> -O <sub>Vs</sub> 的光催化材料、制备方法及其应用	CN201910383915.8	2019/5/8	陕西科技大学	上游	制氢	可再生能源制氢	太阳能制氢
38	生物质废弃物超临界水床部分氧化制氢装置及方法	CN200710017691.6	2007/4/13	西安交通大学	上游	制氢	可再生能源制氢	生物制氢
39	多碟太阳能聚热耦合生物质超临界水气化制氢系统及方法	CN201110006991.0	2011/1/13	西安交通大学	上游	制氢	可再生能源制氢	生物制氢
40	一种基于钙基载碳体的生物质化学链气化制氢装置及方法	CN201611111821.8	2016/12/6	西安交通大学	上游	制氢	可再生能源制氢	生物制氢
41	一种多孔三元富镁水解制氢合金及其制备方法	CN201910610290.4	2019/7/8	陕西科技大学	上游	制氢	电解水制氢	
42	一种溶剂热法制备的 $\beta$ -Ni(OH) <sub>2</sub> 电极及方法和应用	CN202011160487.1	2020/10/27	陕西科技大学	上游	制氢	电解水制氢	
43	纯水制氢与直接液态储氢加氢一体化装置及控制方法	CN201810966835.0	2018/8/23	西安瀚海氢能源科技有限公司	上游	制氢	电解水制氢	
44	一种内外组合式气冷型的水电解制氢电解槽	CN201310005934.X	2013/1/8	陕西华秦新能源科技有限责任公司	上游	制氢	电解水制氢	
45	一种低成本水电解制氢电解槽	CN201510348116.9	2015/6/23	陕西华秦新能源科技有限责任公司	上游	制氢	电解水制氢	
46	一种Ni/SiCNWs/CNFs柔性复合电极材料及其制备方法和应用	CN201910329008.5	2019/4/23	陕西科技大学	上游	制氢	电解水制氢	

序号	标题	申请号	申请日	申请人	技术分解			
					一级	二级	三级	四级
47	一种节能高压力水电解制氢电解槽	CN201510348045.2	2015/6/23	陕西华秦新能源科技有限责任公司	上游	制氢	电解水制氢	
48	一种高压力水电解制氢电解槽	CN201510348115.4	2015/6/23	陕西华秦新能源科技有限责任公司	上游	制氢	电解水制氢	
49	一种氮化钒/碳化钨复合电催化剂及其制备方法和应用	CN202110454770.3	2021/4/26	陕西科技大学	上游	制氢	电解水制氢	
50	一种 Ti-Mn 基多孔析氢阴极材料、制备方法及应用	CN201910645206.2	2019/7/17	西安建筑科技大学	上游	制氢	电解水制氢	
51	一种原位钒掺杂氢氧化镍电极及其制备方法和应用	CN202010993681.1	2020/9/21	陕西科技大学	上游	制氢	电解水制氢	
52	百合花状氮化钨/碳氧化钨复合材料及其制备方法与应用	CN202110456054.9	2021/4/26	陕西科技大学	上游	制氢	电解水制氢	
53	一种 V-Ti-Ni 基多孔析氢阴极材料、制备方法及应用	CN201910645199.6	2019/7/17	西安建筑科技大学	上游	制氢	电解水制氢	
54	一种 Ti-Fe 基多孔析氢阴极材料、制备方法及应用	CN201910645662.7	2019/7/17	西安建筑科技大学	上游	制氢	电解水制氢	
55	一种 MoS <sub>2</sub> 纳米带嵌入的 VS <sub>2</sub> 微米花自支撑电极及其制备方法和应用	CN201911100768.5	2019/11/12	陕西科技大学	上游	制氢	电解水制氢	
56	一种组合式电解槽	CN201010551498.2	2010/11/20	陕西华秦新能源科技有限责任公司	上游	制氢	电解水制氢	
57	用于电解水析氧反应的微量铁	CN201811116913.4	2018/9/25	陕西师范大学	上游	制氢	电解水制氢	

序号	标题	申请号	申请日	申请人	技术分解			
					一级	二级	三级	四级
	(III)离子掺杂的二硫化三镍催化剂							
58	一种用于水裂解产氢的 Au-Ir 纳米链电催化剂的制备方法	CN201810326321.9	2018/4/12	商洛学院	上游	制氢	电解水制氢	
59	一种铁修饰的四氧化三钴纳米片阵列电极的制备方法及应用	CN201811386271.X	2018/11/20	西北农林科技大学	上游	制氢	电解水制氢	
60	一种用于全解水的铬钒共掺杂镍基氢氧化物自支撑电极及其制备方法	CN202011193954.0	2020/10/30	陕西科技大学	上游	制氢	电解水制氢	
61	一种用于电解水的多孔高熵合金自支撑电极及方法	CN202011440106.5	2020/12/10	西北工业大学	上游	制氢	电解水制氢	
62	一种高性能光催化纳米材料	CN201810585078.2	2018/6/8	西北大学	上游	制氢	电解水制氢	
63	一种 MoS <sub>2</sub> /NiCo <sub>2</sub> S <sub>4</sub> /CFP 三维分级结构及其制备方法	CN201711423790.4	2017/12/25	西安交通大学	上游	制氢	电解水制氢	
64	一种具有衬底保护功能的 MoS <sub>2</sub> /Ni <sub>3</sub> Se <sub>2</sub> 复合析氢电催化剂及其制备方法	CN201811280022.2	2018/10/30	长安大学	上游	制氢	电解水制氢	
65	一种二硫化钒纳米棒阵列电催化剂及其制备方法	CN201811266185.5	2018/10/29	陕西科技大学	上游	制氢	电解水制氢	
66	一种水解产氢装置	CN202010048281.3	2020/1/16	西安迈进能源科技有限公司	上游	制氢	电解水制氢	
67	一种太阳能光伏光热高温电解水制氢系统及制氢方法	CN201911340721.6	2019/12/23	西安交通大学	上游	制氢	电解水制氢	
68	一种硼氢化钠水解制氢催化剂、制备方法及其应用	CN202010183682.X	2020/3/16	西安交通大学	上游	制氢	电解水制氢	

序号	标题	申请号	申请日	申请人	技术分解			
					一级	二级	三级	四级
69	一种 Pt@Ni-SNT/石墨烯析氢催化剂及其制备方法和应用	CN202010368208.4	2020/4/30	西安旭旌再生资源有限公司	上游	制氢	电解水制氢	
70	一种钼酸镍碳复合纳米球、制备方法及其作为电解水析氢催化剂的应用	CN201910760662.1	2019/8/16	陕西科技大学	上游	制氢	电解水制氢	
71	一种镍铁掺杂片状 MoS <sub>2</sub> 电催化制氢材料及其制备方法	CN201811278288.3	2018/10/30	长安大学	上游	制氢	电解水制氢	
72	一种电解水膜电极的制造方法	CN201610566953.3	2016/7/11	刘秋雷; 屠雪霞	上游	制氢	电解水制氢	
73	一种多孔金属与有机框架化合物的复合化方法及其应用	CN201610044329.7	2016/1/22	西北大学	中游	储氢	复合储氢	
74	一种有机包覆核-壳纳米复合储氢材料的制备方法	CN201711391936.1	2017/12/21	陕西科技大学	中游	储氢	复合储氢	
75	一种氧化物负载镁镍合金储氢复合材料及其制备方法	CN202010535259.1	2020/6/12	榆林学院	中游	储氢	复合储氢	
76	一种气化渣镁镍合金储氢复合材料及其制备方法	CN202010536158.6	2020/6/12	榆林学院	中游	储氢	复合储氢	
77	电热还原法制备 V Ti Fe 系储氢合金	CN201510338166.9	2015/6/17	西安建筑科技大学	中游	储氢	固态储氢	金属基储氢
78	一种加氢站用加氢系统及方法	CN202011302964.3	2020/11/19	西安交通大学	下游	加氢站		
79	一种加氢站用加压加注装置、利用该装置的系统及方法	CN202011295233.0	2020/11/18	西安交通大学	下游	加氢站		
80	一种加氢站用加氢系统及方法	CN202011302964.3	2020/11/19	西安交通大学	下游	加氢站		
81	基于复合气体条件下可逆燃料电池的燃气-电力互联系统	CN201811197691.3	2018/10/15	西安交通大学	下游	加氢站		
82	一种制备高性能钼棒的方法	CN200610165738.9	2006/12/15	西部金属材料股	下游	氢能冶		

序号	标题	申请号	申请日	申请人	技术分解			
					一级	二级	三级	四级
				份有限公司		金		
83	一种可持续稳定产氢用铝阳极材料的制备方法	CN201710217545.1	2017/4/5	陕西科技大学	下游	氢能冶金		
84	原位自生 WC 强化 WCu 双梯队结构复合材料的制备方法	CN202010807401.3	2020/8/12	西安理工大学	下游	氢能冶金		
85	低氧 TZM 合金的制备方法及其应用	CN200910308745.3	2009/10/23	西安格美金属材料有限公司	下游	氢能冶金		
86	一种喷雾干燥制备 TZM 合金材料的方法	CN201310228181.9	2013/6/8	金堆城铝业股份有限公司	下游	氢能冶金		
87	一种掺杂钼合金的制备方法	CN201010296963.2	2010/9/30	金堆城铝业股份有限公司	下游	氢能冶金		
88	一种镍基合金锭的制备方法	CN201510573766.3	2015/9/10	西北有色金属研究院	下游	氢能冶金		
89	一种多孔钼合金材料的制备方法	CN201610333024.8	2016/5/18	金堆城铝业股份有限公司	下游	氢能冶金		
90	一种铜钨合金及 CuW-CrCu 整体材料的制备方法	CN201610846544.9	2016/9/23	西安理工大学	下游	氢能冶金		
91	一种具有低摩擦系数 CuW 合金的制备方法	CN201811080783.3	2018/9/17	西安理工大学	下游	氢能冶金		
92	一种改善 CuW 合金耐磨性的方法	CN201610999638.X	2016/11/14	西安理工大学	下游	氢能冶金		
93	耐高温、抗电弧侵蚀复合稀土钼合金及其制备方法	CN200610104883.6	2006/11/10	金堆城铝业股份有限公司	下游	氢能冶金		
94	一种细晶铌钛合金的制备方法	CN202010033317.0	2020/1/13	西安理工大学	下游	氢能冶金		

序号	标题	申请号	申请日	申请人	技术分解			
					一级	二级	三级	四级
95	一种低压浇注铝合金熔体氩气保护旋吹精炼的方法	CN201811604985.3	2018/12/26	西安西工大超晶科技发展有限公司; 沈阳飞机工业(集团)有限公司	下游	氢能冶金		
96	一种用于高腐蚀性油气开发的含铁钛合金管及其制备方法	CN201810245780.4	2018/3/23	中国石油天然气集团公司管材研究所; 西安三环科技开发总公司	下游	氢能冶金		
97	一种含碳铝合金的烧结方法	CN201911408971.9	2019/12/31	金堆城铝业股份有限公司	下游	氢能冶金		
98	一种紧固件用 $\beta$ 钛合金及制备方法	CN200810150363.8	2008/7/17	西安西工大超晶科技发展有限公司; 西北工业大学	下游	氢能冶金		
99	一种 $\beta$ 型钛合金及其制备方法	CN200810150362.3	2008/7/17	西安西工大超晶科技发展有限公司; 中国航空工业第一集团公司北京航空材料研究院; 西北工业大学	下游	氢能冶金		
100	一种航天推进剂贮箱金属膜片用钛板	CN201410763263.8	2014/12/12	西北有色金属研究院; 西安航天动力研究所	下游	氢能冶金		

序号	标题	申请号	申请日	申请人	技术分解			
					一级	二级	三级	四级
101	一种稀土改性铝合金阳极片及其制备方法	CN201410842057.6	2014/12/30	长安大学	下游	氢能冶金		
102	一种提高钨铍合金高温摩擦性能的方法	CN202110305792.3	2021/3/19	西北有色金属研究院	下游	氢能冶金		
103	一种 TZM 合金材料的制备方法	CN201310229596.8	2013/6/8	金堆城铝业股份有限公司	下游	氢能冶金		
104	一种提高 CuW 合金硬度的方法	CN201610999637.5	2016/11/14	陕西专壹知识产权运营有限公司	下游	氢能冶金		
105	一种原位析出 Nb 强化 CuW 复合材料的制备方法	CN201810630858.4	2018/6/19	西安理工大学	下游	氢能冶金		
106	一种碳纳米管增强钨铜复合材料的制备方法	CN201710294314.0	2017/4/28	西安理工大学	下游	氢能冶金		
107	一种抗磨削的钼合金材料及其制备方法	CN201610329101.2	2016/5/18	金堆城铝业股份有限公司	下游	氢能冶金		
108	一种采用无压浸渗制备高体积分数 SiC 颗粒增强 Cu 基复合材料的方法	CN202010049432.7	2020/1/16	长安大学	下游	氢能冶金		
109	Mo 粉/MoO <sub>2</sub> 与钼酸镧铵粉末掺杂制备纳米氧化镧钼合金的方法	CN202010102834.9	2020/2/19	西安交通大学	下游	氢能冶金		
110	大体积分数 Laves 高温黏结硬质合金的制备方法	CN201710289294.8	2017/4/27	陕西理工大学	下游	氢能冶金		
111	脉冲冲击吸能用高密度低强度低塑性合金材料的制备方法	CN201911188638.1	2019/11/28	西北有色金属研究院	下游	氢能冶金		
112	一种钼铍钨合金材料的制备方法	CN201611053781.6	2016/11/25	金堆城铝业股份有限公司	下游	氢能冶金		

序号	标题	申请号	申请日	申请人	技术分解			
					一级	二级	三级	四级
113	一种 Cu-Cr-Fe 真空触头材料的制备方法	CN201710759512. X	2017/8/30	西安理工大学	下游	氢能冶金		
114	碳纤维表面 C/Si 复合涂层的制备方法	CN201110310376. 9	2011/10/13	西北工业大学	下游	氢能冶金		
115	一种近 $\alpha$ 型超低温钛合金及其制备方法	CN03105962. 7	2003/9/30	西北有色金属研究院	下游	氢能冶金		
116	一种中强高塑性钛合金	CN201610378905. 1	2016/5/31	西北有色金属研究院	下游	氢能冶金		
117	一种合成 MgAlB14 超硬材料的方法	CN200710018596. 8	2007/9/5	西北有色金属研究院	下游	氢能冶金		
118	一种血管支架用 $\beta$ 型钛合金	CN03153138. 5	2003/8/8	西北有色金属研究院	下游	氢能冶金		
119	一种小型氢浆制备可视化实验装置	CN202011065657. 8	2020/9/30	西安交通大学	下游	氢燃料电池		
120	一种氢气制备及发电系统	CN202110148183. 1	2021/2/3	陕西嘉杰能源集团有限公司	下游	氢燃料电池		
121	一种快淬 Ti-V 基复合储氢合金电极的制备方法	CN201010180582. 8	2010/5/21	西北有色金属研究院	下游	氢燃料电池		
122	基于复合气体条件下可逆燃料电池的燃气-电力互联系统	CN201811197691. 3	2018/10/15	西安交通大学	下游	氢燃料电池		
123	一种氢燃料电池系统及适用于其的循环氢气一体式处理装置及其工作方法	CN201911235847. 7	2019/12/5	西安交通大学	下游	氢燃料电池		
124	一种可逆循环绿色能源转换系统及转换方法	CN201510926013. 6	2015/12/11	西安交通大学	下游	氢燃料电池		

序号	标题	申请号	申请日	申请人	技术分解			
					一级	二级	三级	四级
125	一种便携式电源系统	CN201810236644.9	2018/3/21	西安交通大学	下游	氢燃料电池		
126	一种利用废热发电的氢离子热电池	CN201711435570.3	2017/12/26	西安交通大学	下游	氢燃料电池		
127	一种二氧化铈基纳米电催化析氢催化剂及其制备方法	CN201810553237.0	2018/5/31	西京学院	下游	氢燃料电池		
128	含氢废气耦合燃料电池清洁发电资源化利用的方法及系统	CN201711367282.9	2017/12/18	陕西省石油化工研究设计院	下游	氢燃料电池		
129	一种催化精馏纯化一氯乙酸的方法	CN201810505356.9	2018/5/24	西安凯立新材料股份有限公司	下游	氢制化学品		
130	多孔二烷基二硫代氨基甲酸铋可见光催化剂的制备方法	CN201611141039.0	2016/12/12	西安交通大学	下游	氢制化学品		
131	酸性催化剂和加氢催化剂协同催化碳水化合物一锅法制备 $\gamma$ -戊内酯	CN201711118896.3	2017/11/14	陕西师范大学	下游	氢制化学品		
132	一种用于萘选择性加氢的镍催化剂的制备方法和应用	CN201610038088.5	2016/1/20	西北大学	下游	氢制化学品		
133	2, 3, 3, 3-四氟丙烯的制备方法	CN201410772306.9	2014/12/13	西安近代化学研究所	下游	氢制化学品		
134	一种采用煤直接制备燃料油的系统及工艺	CN201310109538.1	2013/3/29	陕西煤业化工技术研究院有限责任公司	下游	氢制化学品		
135	一种以炭质粉体和天然气/甲烷为原料生产合成气的方法	CN201510134148.9	2015/3/25	西北化工研究院; 陕西省煤化工工程技术研究中心	下游	氢制化学品		

序号	标题	申请号	申请日	申请人	技术分解			
					一级	二级	三级	四级
136	自循环、油-电平衡的生活垃圾制备油-电-气-热的方法	CN202110076202.4	2021/1/20	西北大学	下游	氢制化学品		
137	一种煤炭的分质清洁利用工艺	CN202010528908.5	2020/6/11	陕西东鑫垣化工有限责任公司	下游	氢制化学品		
138	一种煤两段直接液化方法及系统	CN201310134723.6	2013/4/17	西安交通大学	下游	氢制化学品		
139	一种低碳技术合成甲醇的方法	CN201010151149.1	2010/4/20	陕西延长石油(集团)有限责任公司	下游	氢制化学品		
140	一种烷基取代多环生物质高密度航空燃料及制备方法	CN202010746963.1	2020/7/29	西安交通大学	下游	氢制化学品		
141	一种同步制取富甲烷合成气与轻质煤焦油的装置及方法	CN201710388522.7	2017/5/27	李大鹏	下游	氢制化学品		
142	兰炭经电石获取电石气加氢生产乙烯的工艺方法	CN201410212635.8	2014/5/20	榆林科大高新能源研究院有限公司	下游	氢制化学品		
143	一种连续生产挂式四氢双环戊二烯的方法	CN200810017669.6	2008/3/10	西安近代化学研究所; 陕西师范大学	下游	氢制化学品		
144	一步制备挂式四氢双环戊二烯的方法	CN200710018299.3	2007/7/20	西安近代化学研究所; 陕西师范大学	下游	氢制化学品		
145	一种煤两段直接液化方法及系统	CN201310134723.6	2013/4/17	西安交通大学	下游	氢制化学品		
146	一种 DCC 裂解轻油加工工艺	CN201510468820.8	2015/8/4	陕西延长石油(集团)有限责任公司	下游	氢制化学品		

序号	标题	申请号	申请日	申请人	技术分解			
					一级	二级	三级	四级
				榆林炼油厂				
147	一种催化降解六氯苯的方法	CN201410244652. X	2014/6/5	西安凯立化工有限公司; 巨化集团技术中心	下游	氢制化学品		
148	2, 3, 6-三氯吡啶催化加氢制 2, 3-二氯吡啶用 Pd-Mg/C 催化剂及制备方法	CN201810070823. X	2018/1/25	西安凯立新材料股份有限公司	下游	氢制化学品		
149	一种重劣质油高效转化工艺	CN201410628951. 3	2014/11/10	陕西延长石油(集团)有限责任公司	下游	氢制化学品		
150	一种超薄金属层催化剂及其用途	CN201410114381. 6	2014/3/25	陕西师范大学	下游	氢制化学品		
151	一种催化降解六氯苯的方法	CN201410244652. X	2014/6/5	西安凯立新材料股份有限公司; 巨化集团技术中心	下游	氢制化学品		
152	一种 C@SnO <sub>x</sub> (x=0, 1, 2)@C 介孔状纳米中空球结构的制备与应用	CN201810609576. 6	2018/6/13	陕西科技大学	下游	氢制化学品		
153	一种三氯乙酸选择性脱氯制备二氯乙酸的方法	CN201810505345. 0	2018/5/24	西安凯立新材料股份有限公司	下游	氢制化学品		
154	一种基于贵金属纳米粒子的有机加氢反应催化剂的制备方法	CN201610392443. 9	2016/6/3	西安交通大学	下游	氢制化学品		
155	芳香族化合物加氢用铈/活性炭催化剂的制备方法及应用	CN201611097751. 5	2016/12/3	西安凯立新材料股份有限公司	下游	氢制化学品		
156	一种四氯吡啶选择性脱氯制备 2, 3-二氯吡啶的方法	CN201911192914. 1	2019/11/28	西安凯立新材料股份有限公司	下游	氢制化学品		

序号	标题	申请号	申请日	申请人	技术分解			
					一级	二级	三级	四级
157	一种混旋丹参素异丙酯的合成方法	CN201410180490.8	2014/4/29	西北大学; 西安石油大学	下游	氢制化学品		
158	一种混旋丹参素冰片酯的合成方法	CN201410175950.8	2014/4/29	西北大学; 西安石油大学	下游	氢制化学品		
159	一种 2-甲基-1, 2-丙二胺的合成方法	CN201310539122.3	2013/11/1	西安近代化学研究所	下游	氢制化学品		
160	一种利用煤炭或生物质气化制备多孔炭负载金属催化剂的方法	CN201711117379.4	2017/11/13	西北大学	下游	氢制化学品		
161	一种铂基选择性加氢催化剂及其制备方法和应用	CN200810236523.0	2008/12/30	西安凯立化工有限公司	下游	氢制化学品		
162	一种吡啶类化合物加氢用催化剂的制备方法及应用	CN201310320791.1	2013/7/27	西安凯立化工有限公司	下游	氢制化学品		
163	制备芳香胺用改性钨炭催化剂的制备方法及应用	CN201310323536.2	2013/7/29	西安凯立化工有限公司	下游	氢制化学品		
164	一种直接制备负载金属 Co 催化剂的方法	CN201510364258.4	2015/6/26	陕西师范大学	下游	氢制化学品		
165	氟化铝基氟化催化剂及制备方法和用途	CN200810000767.9	2008/1/16	西安近代化学研究所	下游	氢制化学品		
166	一种含铁废渣制备加氢裂化催化剂的方法及其应用	CN201510793222.8	2015/11/18	陕西延长石油(集团)有限责任公司	下游	氢制化学品		
167	一种降解六氯苯的催化剂的制备方法	CN201410246756.4	2014/6/5	西安凯立新材料股份有限公司; 巨化集团技术中心	下游	氢制化学品		
168	Z-1, 2, 3, 3, 3-五氟丙烯的制备	CN200910162611.5	2009/8/14	西安近代化学研	下游	氢制化		

序号	标题	申请号	申请日	申请人	技术分解			
					一级	二级	三级	四级
	方法			研究所		学品		
169	负载有 Ni、W 和 P 的三峰型孔分布的蒽油加氢精制催化剂及制备方法和应用	CN201510726135.0	2015/10/30	西安恒旭科技发展有限公司	下游	氢制化学品		
170	一种合成对二甲氨基苯甲酸酯的催化剂及其制备方法与应用	CN201811391318.1	2018/11/21	西安凯立新材料股份有限公司	下游	氢制化学品		
171	一种催化剂及使用该催化剂进行选择加氢去除多氯乙酸的方法	CN201810765393.3	2018/7/12	西安凯立新材料股份有限公司	下游	氢制化学品		
172	1, 2, 3, 3, 3-五氟丙烯的制备方法	CN200910162613.4	2009/8/14	西安近代化学研究所	下游	氢制化学品		
173	Z-1, 2, 3, 3, 3-五氟丙烯的制备方法	CN200910162612.X	2009/8/14	西安近代化学研究所	下游	氢制化学品		
174	一种手性 $\alpha$ -芳基甘氨酸酯衍生物的合成方法	CN201710083712.8	2017/2/16	陕西师范大学	下游	氢制化学品		
175	一种吡啶类化合物加氢的催化剂及其应用	CN201711364538.0	2017/12/18	西安凯立新材料股份有限公司	下游	氢制化学品		
176	对氨基苯基- $\beta$ -羟乙基砷合成用催化剂的制备方法及应用	CN201310320685.3	2013/7/27	西安凯立新材料股份有限公司	下游	氢制化学品		
177	一种多亚乙基多胺催化剂	CN201910085847.7	2019/1/29	西安近代化学研究所	下游	氢制化学品		
178	铬基氟化催化剂及其制备方法	CN200810000770.0	2008/1/16	西安近代化学研究所	下游	氢制化学品		
179	2, 3, 3, 3-四氟丙烯的合成方法	CN201410771684.5	2014/12/13	西安近代化学研究所	下游	氢制化学品		
180	水溶性共聚物固载 L-脯氨酸催化	CN201910975552.7	2019/10/15	陕西师范大学	下游	氢制化		

序号	标题	申请号	申请日	申请人	技术分解			
					一级	二级	三级	四级
	剂及其制备方法和应用					学品		
181	气相氟化制备 2-氯-3, 3, 3-三氟丙烯的方法	CN201010273888. 8	2010/9/7	西安近代化学研究所	下游	氢制化学 学品		
182	氟化铝基氟化催化剂及其制备方法	CN200810000766. 4	2008/1/16	西安近代化学研究所	下游	氢制化学 学品		
183	氟化催化剂及其制备方法	CN200810000771. 5	2008/1/16	西安近代化学研究所	下游	氢制化学 学品		
184	气相氟化制备 2-氯-1, 1, 1, 2-四氟丙烷的方法	CN201010273886. 9	2010/9/7	西安近代化学研究所	下游	氢制化学 学品		
185	一种乙二胺加氢制二乙烯三胺的催化剂及其制备方法	CN201810550889. 9	2018/5/31	西安近代化学研究所	下游	氢制化学 学品		
186	1, 3, 3, 3-四氟丙烯的制备方法	CN201410772459. 3	2014/12/13	西安近代化学研究所	下游	氢制化学 学品		
187	气相氟化制备 2-氯-3, 3, 3-三氟丙烯的方法	CN201110379739. 4	2011/11/25	西安近代化学研究所	下游	氢制化学 学品		
188	一种甾体类化合物加氢用催化剂的制备方法及应用	CN201310321066. 6	2013/7/27	西安凯立新材料股份有限公司	下游	氢制化学 学品		
189	一种核壳式多孔二氧化硅/氧化铁纳米催化剂的制备方法	CN201810357687. 2	2018/4/20	西安理工大学	下游	氢制化学 学品		
190	一种催化裂解苯类及其衍生物的催化剂及其制备方法	CN201810321936. 2	2018/4/11	西安嘉士源新能源有限公司	下游	氢制化学 学品		
191	气相氟化制备 1, 3, 3, 3-四氟丙烯的方法	CN201010273885. 4	2010/9/7	西安近代化学研究所	下游	氢制化学 学品		
192	氯乙酸生产用改性钨炭催化剂及其制备方法	CN201110444455. 9	2011/12/26	西安凯立化工有限公司	下游	氢制化学 学品		

序号	标题	申请号	申请日	申请人	技术分解			
					一级	二级	三级	四级
193	一种 1, 3, 3, 3-四氟丙烯的制备方法	CN201410772329. X	2014/12/13	西安近代化学研究所	下游	氢制化学品		
194	一种钯炭催化剂的制备方法	CN201410795145. 5	2014/12/18	陕西瑞科新材料股份有限公司	下游	氢制化学品		
195	一种 C21-36 脂环族二异氰酸酯的制备方法和用途	CN201310030206. 4	2013/1/25	西北大学; 青岛雪洁助剂有限公司	下游	氢制化学品		
196	炭负载贵金属纳米晶加氢催化剂的制备方法及应用此方法生产的铂炭催化剂	CN200310118982. 6	2003/11/26	蔡万煜	下游	氢制化学品		
197	用于生物油加氢脱氧反应的 Ni <sub>2</sub> P/还原氧化石墨烯催化剂及其制备方法	CN201810321728. 2	2018/4/11	西安石油大学	下游	氢制化学品		
198	一种气相选择加氢脱氯制备 2, 3, 3, 3-四氟丙烯用磷化镍催化剂	CN201910380036. X	2019/5/8	西安近代化学研究所	下游	氢制化学品		
199	一种负载型贵金属加氢催化剂及其制备方法	CN201210060559. 4	2012/2/22	西安凯立化工有限公司	下游	氢制化学品		
200	一种 Pt-硼酸钴催化剂的制备方法	CN201910316768. 2	2019/4/19	西安交通大学	下游	氢制化学品		
201	2, 3, 3, 3-四氟丙烯的制备方法	CN201910380039. 3	2019/5/8	西安近代化学研究所	下游	氢制化学品		
202	一种气相加氢脱氯制备 2, 3, 3, 3-四氟丙烯用催化剂	CN201910380027. 0	2019/5/8	西安近代化学研究所	下游	氢制化学品		
203	一种用于气相加氢的铂石棉催化剂球及其制备方法	CN201810994921. 2	2018/8/29	陕西瑞科新材料股份有限公司	下游	氢制化学品		

序号	标题	申请号	申请日	申请人	技术分解			
					一级	二级	三级	四级
204	一种特戊醛的制备方法	CN201811481834.3	2018/12/5	陕西理工大学	下游	氢制化学品		
205	一种选择加氢脱氯制备 2, 3, 3, 3-四氟丙烯用催化剂	CN201910380615.4	2019/5/8	西安近代化学研究所	下游	氢制化学品		
206	一种选择加氢脱氯制备三氟氯乙烯用催化剂	CN201910380611.6	2019/5/8	西安近代化学研究所	下游	氢制化学品		
207	一种选择加氢脱氯制备 2, 3, 3, 3-四氟丙烯用磷化钨催化剂	CN201910380041.0	2019/5/8	西安近代化学研究所	下游	氢制化学品		
208	钽钛酸硫化钨载铂层状复合催化剂及其制备方法	CN200610041701.5	2006/1/19	西安交通大学	下游	氢制化学品		
209	一种手性三级胺类化合物的合成方法及其用途	CN201910063805.3	2019/1/23	西北农林科技大学	下游	氢制化学品		
210	一种通用的碳基过渡金属盐加氢催化剂的制造方法	CN201710466599.1	2017/6/20	西安交通大学	下游	氢制化学品		
211	利用不对称还原胺化反应制备的手性 $\beta$ -芳基胺类化合物及其方法	CN201610046962.X	2016/1/25	西北农林科技大学	下游	氢制化学品		
212	一种苯基四氢呋喃醚类化合物的合成方法	CN2019111037901.7	2019/10/29	西安瑞联新材料股份有限公司	下游	氢制化学品		
213	一种制备高纯度乙基己基甘油的方法	CN201510239933.0	2015/5/13	陕西省石油化工研究设计院	下游	氢制化学品		
214	一种含硅树枝状线性加脂剂的制备与应用	CN201510236903.4	2015/5/11	陕西科技大学	下游	氢制化学品		
215	一种粉煤热解中气固冷态分离的装置和方法	CN201310122326.7	2013/4/9	陕西煤业化工技术研究院有限责任公司	下游	氢制化学品		

序号	标题	申请号	申请日	申请人	技术分解			
					一级	二级	三级	四级
216	一种化学链部分氧化甲烷合成气氧载体及其制备方法和应用	CN201810707642.3	2018/7/2	西北大学	下游	氢制化学品		
217	一种多元料浆加压气化工艺	CN200410073361.5	2004/12/8	西北化工研究院	下游	氢制化学品		
218	一种凸起式分区反应器	CN201510323043.8	2015/6/12	西安元创化工科技股份有限公司	下游	氢制化学品		
219	ZnO 空心纳米颗粒的制备方法	CN201611161136.6	2016/12/15	西安航空学院	下游	氢制化学品		
220	基于吡嗪的 D-A-D 型荧光小分子、制备方法和应用	CN201910752123.3	2019/8/15	西安交通大学	下游	氢制化学品		
221	用于高模量抗车辙混凝土的改性沥青、改性剂及制备方法	CN201810199914.3	2018/3/12	长安大学	下游	氢制化学品		
222	一种 W18049/NiW04/NF 自支撑电催化材料的制备方法	CN201910151356.8	2019/2/28	陕西科技大学	下游	氢制化学品		
223	一种具有六棱柱型的多孔钛酸钴微米棒与 rGO 复合气敏材料的制备方法	CN201711251001.3	2017/12/1	陕西科技大学	下游	氢制化学品		
224	一种 L-苯丙氨酸分子印迹聚合物的制备方法	CN201810596629.5	2018/6/11	西京学院	下游	氢制化学品		
225	一种氧化铂粉体的制备方法	CN201810997006.9	2018/8/29	陕西瑞科新材料股份有限公司	下游	氢制化学品		
226	一种微波水热法制备锰酸钇纳米粉体的方法	CN201210344646.2	2012/9/17	陕西科技大学	下游	氢制化学品		
227	一种具有抗肿瘤活性的环丁二酰胺化合物及其制备方法和应用	CN201610280785.1	2016/4/28	西安交通大学	下游	氢制化学品		

序号	标题	申请号	申请日	申请人	技术分解			
					一级	二级	三级	四级
228	一种水热法制备的花状 BiFeO <sub>3</sub> 粉体及其制备方法	CN201811577958.1	2018/12/20	陕西科技大学	下游	氢制化学品		
229	一种氢分离用 Ni 基复合膜管及其制备方法	CN201810079982.6	2018/1/27	西北有色金属研究院	下游	氢制化学品		
230	一种层状 MoS <sub>2</sub> - SnO <sub>2</sub> 纳米复合材料的制备方法	CN201610144308.2	2016/3/14	西安建筑科技大学	下游	氢制化学品		
231	一种层状 MoS <sub>2</sub> - Ni 纳米复合材料的制备方法	CN201610143700.5	2016/3/14	西安建筑科技大学	下游	氢制化学品		
232	一种二氢苯并咪唑类化合物的合成方法	CN201611225596.0	2016/12/27	西北大学	下游	氢制化学品		
233	一种粉煤热解中气固冷态分离的装置和方法	CN201310122326.7	2013/4/9	陕西煤业化工技术研究院有限责任公司	下游	氢制化学品		
234	一种煤制天然气与轻油的装置及方法	CN201510598202.5	2015/9/18	李大鹏	下游	氢制化学品		
235	一种连续式超临界水固定床催化气化有机物的方法和装置	CN201610570394.3	2016/7/19	陕西中核交大超洁能源技术有限公司	下游	氢制化学品		
236	挂式四氢双环戊二烯的制备方法	CN200810000773.4	2008/1/16	西安近代化学研究所	下游	氢制化学品		
237	一种液相催化加氢制备 2, 5-二氨基苯腈的方法	CN201410174147.2	2014/4/28	西安凯立新材料股份有限公司	下游	氢制化学品		
238	一种金属有机框架化合物和制备方法及应用	CN201810449335.X	2018/5/11	西北大学	下游	氢制化学品		
239	一种低碳烷烃经溴化-氨解制备低	CN201710467963.6	2017/6/20	陕西延长石油(集	下游	氢制化		

序号	标题	申请号	申请日	申请人	技术分解			
					一级	二级	三级	四级
	级脂肪胺的方法			团) 有限责任公司		学品		
240	一种煤炭液化生产轻质油的方法	CN201510373317.4	2015/6/29	陕西延长石油(集团) 有限责任公司	下游	氢制化学 学品		
241	一种生产反式-1, 3, 3, 3-四氟丙烯的方法	CN201611239502.5	2016/12/28	陕西延长石油集团氟硅化工有限公司; 西安近代化学研究所	下游	氢制化学 学品		
242	煤流态化加氢液化方法	CN200610151086.3	2006/12/1	王守峰; 吕子胜; 李秀辉	下游	氢制化学 学品		
243	全馏分煤焦油加氢中间产物的脱氮装置及方法	CN201310105202.8	2013/3/28	王树宽	下游	氢制化学 学品		
244	一种氮杂环丙烯类化合物的合成方法	CN201810422062.X	2018/5/5	西北大学	下游	氢制化学 学品		
245	一种基于中低温煤焦油加氢制取中间相沥青和油品的系统及方法	CN201710831383.0	2017/9/15	王树宽	下游	氢制化学 学品		
246	车载液态有机储氢供氢系统及其控制方法	CN201810938541.7	2018/8/17	西安瀚海氢能源科技有限公司	下游	燃料电池 汽车		

附件二 上游领域可对接的国内外头部企业清单

国内										
企业名称	地域	甲醇转化制氢	评价指标							推荐级别
			申请总量	年均专利申请量	近五年申请占比%	有效发明占比%	被引证次数	转让次数	许可次数	
广东醇氢新能源研究院有限公司	广东	22	22	11	100	0	2			重点推荐
上海合既得动氢机器有限公司	上海	22	22	6	0	34.78	39	5	3	重点推荐
广东合即得能源科技有限公司	广东	21	21	5	14.29	33.33	17			重点推荐

附件三 上游领域可合作的国内外高校/科研院所清单

国内										
高校/科研院所名称	地域	评价指标								推荐级别
		甲醇转化制氢	申请总量	年均专利申请量	近五年申请占比%	有效发明占比%	被引证次数	转让次数	许可次数	
中国科学院大连化学物理研究所	辽宁	18	18	3	42.50	36.25	52			重点推荐
厦门大学	福建	12	12	2	75.00	30.00	5	3		重点推荐
中国科学院山西煤炭化学研究所	山西	10	10	1	23.81	28.57	10			推荐
浙江大学	浙江	8	8	2	50.00	63.89	11			重点推荐
华东理工大学	上海	8	8	1	29.41	26.47	28			推荐

附件四 中游领域可对接的国内外头部企业清单

国外																
企业名称	地域	技术分支							评价指标							推荐级别
		气态储氢	液态储氢		固态储氢		复合储氢	运氢	申请总量	年均专利申请量	近五年申请占比%	有效发明占比%	被引证次数	转让次数	许可次数	
			低温液化储氢	有机液态储氢	金属基储氢	物理吸附储氢										
TOYOTA MOTOR (丰田汽车公司)	日本	197	13		31	40	1	1	283	11	4.95	10.60	968	12		关注
AIR LIQUIDE (液化空气集团)	法国	180	73		7	6		6	272	9	36.03	33.46	375	50		重点推荐
HONDA MOTOR (本田汽车)	日本	138	9	2	28	14		1	192	8	13.54	22.92	912	13		关注
Daimler (戴姆勒股份公司)	德国	91	3	1	8	5			108	5	13.89	12.96	304	72		关注
LINDE (林德公司)	德国	5	76	2	3			3	89	4	1.12	6.74	349	10		关注
THE JAPAN STEEL WORKS (日本制钢所株式会社)	日本	22	1		44	7			74	2	10.81	4.05	210	7		关注
ADVANCED MATERIALS (先进材料公司)	美国	30	17	1	2	18			68	2	0.00	10.29	1406	71		关注
Air Productions (空气产品公司)	美国	35	25		2	2		1	65	2	16.92	35.38	285	14		关注
BAYERISCHE MOTOREN WERKE (宝马汽车公司)	德国	19	19	1	3	1		5	48	5	0.00	0.00	267	8		关注
IWATANI (岩谷公司)	日本	26	12		9			1	48	2	22.92	14.58	184	2		推荐
MANNESMANN (曼内斯曼公司)	德国	36			7	4		1	48	4	0.00	0.00	199	7		关注

MESSER GRIESHEIM (梅塞尔格里斯海姆公司)	德国	21	20	1		1		1	44	4	0.00	4.55	275	15		关注
SANYO (三洋公司)	日本	9	1		34				44	2	0.00	0.00	200	5		关注
GM GLOBAL (通用汽车公司)	美国	29	7	1	1	4		1	43	3	18.60	51.16	52	28		关注
Taiyo Nippon Sanso (大阳日酸株式会社)	日本	31	7					4	42	3	11.90	28.57	199			关注
ENERGY CONVERSION DEVICES (储能设备公司)	美国	7			31	1	1		40	4	0.00	0.00	174	46		关注
MITSUBISHI (三菱)	日本	18	5	2	8	7			40	1	0.00	10.00	179	5		关注
HYUNDAI MOTOR COMPANY (现代汽车公司)	韩国	26			4	5	1	2	38	3	15.79	34.21	44			关注
SHELL (壳牌)	荷兰	21	11		1	4		1	38	3	7.89	18.42	87	19		关注
PRAXAIR (美国普莱克斯公司)	美国	10	23			2		1	36	3	0.00	22.22	158	7		关注
MT AEROSPACE (MT 航空航天公司)	德国	3	21		11				35	5	2.86	45.71	17	1		关注
BOSCH (博士公司)	德国	25			3	4		2	34	4	67.65	0.00	14	1		重点推荐
NIPPON STEEL (新日本制铁株式会社)	日本	12	1		16	3			32	3	3.13	15.63	86			关注
PANASONIC (松下公司)	日本	8			18	6			32	3	0.00	0.00	106			关注
JOHNSON MATTHEY (庄信万丰)	英国	7			15	6			28	4	0.00	0.00	137	4		关注
UNION CARBIDE (美国联合碳化物公司)	美国	7	8		3	8			26	5	0.00	0.00	145			关注
JFE (日本钢铁工程控股公司)	日本	17			4	2	2		25	3	48.00	40.00	13	15		重点推荐
TOKYO GAS (东京瓦斯株式会社)	日本	8	8		2	6			24	3	0.00	20.83	90			关注
OSAKA GAS (大阪瓦斯株式会社)	日本	12				11			23	4	0.00	8.70	65			关注
Daewoo Shipbuilding & Marine	韩国	4	1		16	1			22	4	9.09	22.73	8			关注

Engineering (大宇造船海洋株式会社)																
KAWASAKI HEAVY (川崎重工业株式会社)	日本	21	10		3	1		2	37	3	16.22	24.32	23			关注
DENSO (电装株式会社)	日本	6	2		1	9		2	20	3	0.00	0.00	49	2		关注
Kobe Steel (日本神户钢铁公司)	日本	11	2		4	3			20	3	60.00	35.00	39	4		重点推荐
TAIHEIYO CEMENT (太平洋水泥公司)	日本	11			2	4	2		19	4	0.00	0.00	46			关注
Aaqius & Aaqius 公司	法国	3				14			17	9	100.00	70.59				重点推荐
HYLIUM INDUSTRIES	韩国	7	5	1				1	14	4	92.86	42.86	8	11		重点推荐
WESTPORT POWER (加拿大西港动力公司)	加拿大	6	8						14	3	0.00	7.14	74	2		关注
SEKISUI CHEMICAL (积水化学公司)	日本				7	6			13	2	0.00	0.00	8			关注
TATSUNO (辰野株式会社)	日本	8	2					1	11	2	18.18	54.55	39			关注

国内																
企业名称	地域	技术分支					评价指标							推荐级别		
		气态	液态储氢		固态储氢		复合储氢	运氢	申请总量	年均专利申请	近五年申请占	有效发明占比%	被引证次数		转让次数	许可次数
			低温	有机	金属	物理										

		储 氢	液化 储氢	液态 储氢	基储 氢	吸附 储氢				量	比%					
上海华篷防爆科 技有限公司	上 海	9			7	5	14		35	35	0.00	8.57	9	8		关注
中国石油化工股 份有限公司	北 京	9						4	13	3	100.0 0	46.15	1			关注
安泰科技股份有 限公司	北 京	3			8		1		12	2	25.00	41.67	33	4		推荐

附件五 中游领域可合作的国内外高校/科研院所清单

国外																
高校/科研院所名称	地域	技术分支						评价指标							推荐级别	
		储氢						运氢	申请总量	年均专利申请量	近五年申请占比%	有效发明占比%	被引证次数	转让次数		许可次数
		气态储氢	液态储氢		固态储氢		复合储氢									
			低温液化储氢	有机液态储氢	金属基储氢	物理吸附储氢										
COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE (法国原子能委员会)	法国	1	3		7				11	1	18.18	9.09	15			关注

国内																
高校/科研院所名称	地域	技术分支						评价指标							推荐级别	
		储氢						运氢	申请总量	年均专利申请量	近五年申请占比%	有效发明占比%	被引证次数	转让次数		许可次数
		气态储氢	液态储氢		固态储氢		复合储氢									
			低温液化储氢	有机液态储氢	金属基储氢	物理吸附储氢										
浙江大学	浙江	11	2	3	20		20	1	57	3	33.33	31.58	72		1	重点推荐
北京有色金属研究总院	北京	7			21		4		32	2	6.25	50.00	48	20		关注
上海大学	上海	5			9		3		17	2	11.76	23.53	26	2		关注
华南理工大学	广东	1		1	10		2		14	2	42.86	42.86	21			重点推荐
清华大学	北京	1			3	3		7	14	2	71.43	0.00	17			重点推

																荐
燕山大学	河北	2			6		6		14	1	35.71	50.00	5	1		推荐
中国科学院上海微 系统与信息技术研 究所	上海	3			10		1		14	3	7.14	0.00	16		1	关注
中国科学院金属研 究所	辽宁	1			5		7		13	2	0.00	0.00	31			关注
包头稀土研究院	内蒙古				12				12	2	25.00	75.00	5	1		推荐
桂林理工大学	广西				9		3		12	2	16.67	16.67	35			关注

附件六 下游领域可对接的国内外头部企业清单

国外												
企业名称	地域	技术分支			评价指标							推荐级别
		加氢站	氢燃料电池	燃料电池汽车	申请总量	年均专利申请量	近五年申请占比(%)	有效发明占比%	被引证次数	转让次数	许可次数	
PANASONIC (松下公司)	日本	2	1230	1	1233	22	13.79	24.33	2437	168		关注
SANYO (三洋公司)	日本	2	403	1	406	11	0.00	2.46	693	59	2	关注
TOYOTA MOTOR (丰田汽车公司)	日本	13	175	7	195	2	18.46	26.15	372	9		关注
TOSHIBA (东芝公司)	日本	3	178	9	190	4	8.89	8.89	836	23		关注
DOW (陶氏公司)	美国		170	1	171	2	7.60	12.87	961	47		关注
SHIN ETSU CHEM (信越化学工业株式会社)	日本	2	151	4	158	2	15.19	24.05	831	22		关注
MITSUBISHI (三菱)	日本	4	150		154	2	3.25	13.64	889	27		关注
SUMITOMO (住友公司)	日本		139		139	5	24.46	17.27	254	26		关注
SAMSUNG (三星电子)	韩国		115		115	3	3.48	0.87	105	10		关注
LINDE (林德公司)	德国	16	3	86	105	3	6.67	1.90	369	11		关注
NIPPON OIL ENERGY (新日本石油公司)	日本	43	56	5	104	3	3.85	34.62	240	4		关注
ExxonMobil (埃克森美孚公司)	美国	5	98		103	2	3.88	12.62	186	2		关注
AIR LIQUIDE (液化空气集团)	法国	90	7		97	5	38.14	45.36	86	12		重点推荐
FURUKAWA BATTERY (古河电池有限公司)	日本		96		96	7	0.00	1.04	115	3		关注
Kobe Steel (日本神户钢铁公司)	日本	80	3		83	3	37.35	72.29	241	24		重点推荐

SHELL (壳牌)	荷兰	3	77	2	82	3	0.00	8.54	126	5		关注
ENERGY CONVERSION DEVICES (储能设备公司)	美国	5	71		76	5	0.00	0.00	598	48		关注
KUREHA (株式会社吴羽)	日本		54	11	65	1	7.69	24.62	244	29		关注
BAYER (拜耳公司)	德国		60	1	61	2	0.00	4.92	115	6		关注
HITACHI (日立公司)	日本		58	2	60	3	1.67	0.00	376	8		关注
UBE INDUSTRIES (宇部兴产株式会社)	日本		58		58	3	3.45	60.34	123	25		关注
EVONIK DEGUSSA (赢创德国赛公司)	德国		49	6	55	2	0.00	10.91	79	2		关注
YUASA BATTERY (台湾汤浅电池股份有限公司)	英国		55		55	2	0.00	0.00	136	9		关注
HONDA MOTOR (本田汽车)	日本	31	20	1	52	2	19.23	46.15	287	8		重点推荐
NISSAN MOTOR (日产汽车)	日本		44	2	46	2	10.29	25.00	165	2		关注
IDEMITSU KOSAN (出光兴产株式会社)	日本		43		43	4	5.00	2.50	109	5		关注
LOCKHEED MARTIN (洛克希德·马丁公司)	美国		42		42	4	21.43	30.95	18	24		推荐
HYUNDAI MOTOR (现代汽车公司)	韩国	6	26	8	40	2	27.50	45.00	56	4		推荐
MITSUBI MINING SMELTING (三井公司)	日本		39		39	3	0.00	5.00	148	2		关注
BOSCH (博世公司)	德国		38		38	2	10.53	15.79	91	17		关注
NEC (日本电气公司)	日本		36		36	2	5.56	19.44	162	10		关注
JOHNSON MATTHEY (庄信万丰)	英国		34	1	35	2	14.29	17.14	57	8		关注
PPG 工业公司	美国		31		31	3	6.45	3.23	47	2		关注
ICI (英国帝国化学工业集团)	英国		30		30	2	0.00	0.00	253	2		关注

Air Productions (空气产品公司)	美国	10	19		29	2	3.45	10.34	142	2		关注
SONY (索尼公司)	日本		26	2	28	2	0.00	25.00	79	22		关注
Honeywell (霍尼韦尔)	美国		27		27	2	0.00	33.33	205	3		关注
EVEREADY 电池公司	美国		26		26	2	0.00	0.00	46	13		关注
AISIN SEIKI (日本爱信精机公司)	日本		25		25	2	0.00	16.00	62			关注
UOP (环球油品公司)	美国		25		25	2	0.00	0.00	18			关注
三星 SDI 株式会社	韩国		25		25	4	0.00	0.00	8			关注
TOKYO GAS (东京瓦斯株式会社)	日本	14	10		24	2	29.17	33.33	113			推荐
SHARP (夏普公司)	日本		23		23	2	0.00	0.00	82	1		关注
BLACK LIGHT POWER (黑光能源公司)	美国		22		22	2	4.55	4.55	10			关注
FUJI ELECTRIC (富士电机公司)	日本		22		22	2	0.00	0.00	143			关注
UNION CARBIDE (美国联合碳化物公司)	美国		20		20	2	0.00	0.00	113	6		关注
PROTON ENERGY SYS (美国普顿公司)	美国		19		19	3	15.79	5.26	76	5		关注
ASAHI CHEM (旭化成公司)	日本		18		18	2	5.56	0.00	169			关注
DAIKIN (大金工业株式会社)	日本		17		17	2	0.00	5.88	99			关注
INTELLIGENT ENERGY (智能能源公司)	美国		17		17	3	0.00	23.53	12	4		关注
KYOCERA (京瓷公司)	日本		17		17	1	47.06	23.53	84			推荐
OSAKA GAS (大阪瓦斯株式会社)	日本		17		17	2	5.88	17.65	40			关注
YAMAHA MOTOR (雅马哈发动机)	日本		17		17	6	0.00	0.00	36			关注
GENERAL ELECTRIC (通用电气公司)	美国		16		16	1	0.00	0.00	509	11		关注

NUVERA FUEL CELLS INC	美国		16		16	3	18.75	43.75	18	15		关注
ESS 公司	美国		15		15	5	86.67	26.67	14	20		重点推荐
RHODIA CHIMIE (罗地亚化学公司)	法国		15		15	4	0.00	13.33	5			关注
ASAHI GLASS(旭硝子玻璃公司)	日本		13		13	2	0.00	0.00	27			关注
SIEMENS (西门子)	德国		13		13	1	0.00	0.00	130	4		关注
BALLARD POWER SYSTEMS(巴拉德动力系统有限公司)	加拿大		12		12	2	0.00	0.00	56	9		关注
Nuvera Fuel Cells (努瓦拉燃料电池公司)	美国	4	8		12	2	25.00	25.00		5		推荐
HONDA MOTOR (本田汽车公司)	日本		11		11	1	9.09	18.18	85			关注
Asahi Kasei Chemicals (旭化成化学株式会社)	日本		9	1	10	2	77.78	66.67	97	4		重点推荐

国内												
企业名称	地域	技术分支			评价指标							推荐级别
		加氢站	氢燃料电池	燃料电池汽车	申请总量	年均专利申请量	近五年申请占比(%)	有效发明占比%	被引证次数	转让次数	许可次数	
中国石油化工股份有限公司	北京	19	44	2	65	4	36.92	35.38	82	1		推荐
上海合既得动氢机器有	上海		42	11	53	9	5.66	1.89	61	1	1	重点推荐

限公司												
广东合即得能源科技有限公司	广东	1	29	14	44	11	18.18	9.09	131	1		重点推荐
上海氢枫能源技术有限公司	上海	43			43	9	100.00	0.00	16			重点推荐
中国石油天然气股份有限公司	北京		15		15	2	46.67	80.00	4	1		推荐
神华集团有限责任公司	北京	1	4		5	3	20.00	80.00				推荐
武汉格罗夫氢能汽车有限公司	武汉		3	28	31	10	100.00	0.00		1		推荐
北京亿华通科技股份有限公司	北京	2	22	5	29	5	86.21	6.90	8	1		重点推荐
上海神力科技有限公司	上海		21		21	2	14.29	33.33	59	6		重点推荐
比亚迪股份有限公司	深圳		18		18	2	5.56	38.89	35			推荐
上海舜华新能源系统有限公司	上海	15		2	17	2	70.59	17.65	16	4		重点推荐
上海重塑能源科技有限公司	上海		13	4	17	3	88.24	23.53	14			推荐

摩氢科技有限公司	广东		16		16	8	100.00	25.00	3			推荐
亚太燃料电池科技股份 有限公司	台湾		14	1	15	3	0.00	0.00	62			关注
郑州宇通客车股份有限 公司	河南	2	4	7	13	2	76.92	23.08	12			推荐
上海捷氢科技有限公司	上海		6	6	12	4	100.00	58.33				推荐
中氢新能技术有限公司	北京		12		12	4	50.00	33.33	9			推荐
江阴市富仁高科股份有 限公司	江苏	11			11	4	100.00	0.00				推荐
中国华能集团清洁能源 技术研究院有限公司	北京	1	7	3	11	2	81.82	18.18	10	1		推荐
河南氢枫能源技术有限 公司	河南	10			10	10	100.00	50.00	2			推荐
河南豫氢装备有限公司	河南	9	1		10	5	100.00	0.00	1			推荐
江苏国富氢能技术装备 股份有限公司	江苏	9	1		10	5	100.00	0.00				推荐
南通百应能源有限公司	江苏		10		10	3	50.00	0.00	8			推荐
上海恒劲动力科技有限	上海		10		10	2	70.00	70.00	7	3		重点推荐

公司												
潍柴动力股份有限公司	山东	3	6	1	10	3	100.00	20.00	3			推荐
液空厚普氢能装备有限公司	四川	10			10	5	100.00	0.00				推荐
一汽解放汽车有限公司	吉林	1	6	3	10	3	100.00	30.00	9			推荐
浙江氢谷新能源汽车有限公司	浙江		6	4	10	5	100.00	0.00	1			推荐
艾氢技术(苏州)有限公司	江苏	1	8		9	5	100.00	33.33				推荐
深圳国氢新能源科技有限公司	广东	2	3	4	9	3	100.00	0.00	1			推荐
浙江浙能技术研究院有限公司	浙江	3	2	4	9	3	100.00	0.00				推荐
广东国鸿氢能科技有限公司	广东		8		8	3	100.00	12.50	5			推荐
上海清能燃料电池技术有限公司	上海		8		8	4	0.00	25.00	6	7		关注
大连融科储能技术发展	辽宁		7		7	2	57.14	42.86	11	1		推荐

有限公司												
东风汽车集团股份有 限公司	湖北	1	1	5	7	7	100.00	0.00				推荐
广东国联氢能技术有 限公司	广东	6		1	7	7	100.00	0.00	3			推荐
江苏集萃安泰创明先 进能源材料研究院有 限公司	江苏	4	2	1	7	7	100.00	42.86	6			推荐
江苏中靖新能源科技 有限公司	江苏		7		7	2	0.00	28.57	11	4		重点推荐
宁波申江科技股份有 限公司	浙江		7		7	4	85.71	42.86	2			推荐
苏州中氢能源科技有 限公司	江苏		6	1	7	4	100.00	28.57	9	4		重点推荐
张家港氢云新能源研 究院有限公司	江苏	6	1		7	4	100.00	0.00	9			推荐
安徽伯华氢能源科技 有限公司	安徽		5	1	6	3	100.00	33.33		1		推荐

常州博能新能源有限公司	江苏		6		6	6	0.00	0.00	15			关注
广东能态科技投资有限公司	广东		6		6	6	0.00	0.00	10			关注
广东亚氢科技有限公司	广东		6		6	6	100.00	0.00	3			推荐
黄冈格罗夫氢能汽车有限公司	湖北	1	1	4	6	3	100.00	0.00				推荐
嘉寓氢能源科技(辽宁)有限公司	辽宁	5	1		6	6	100.00	0.00				推荐
上海莒纳新材料科技有限公司	上海		5	1	6	6	100.00	0.00				推荐
中国第一汽车股份有限公司	吉林		3	3	6	2	100.00	33.33				推荐

附件七 下游领域可合作的国内外科研机构清单

国外												
高校/院所名称	地域	技术分支			评价指标							推荐级别
		加氢站	氢燃料电池	燃料电池汽车	申请总量	年均专利申请量	近五年申请占比(%)	有效发明占比%	被引证次数	转让次数	许可次数	
COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE (法国原子能委员会)	法国	1	41		42	2	23.81	47.62	8	11		推荐
CALIFORNIA INST OF TECHN (加州理工学院)	美国		29		29	2	3.45	3.45	456	29		关注
KOREA INST SCI TECH (韩国高等科学技术学院)	韩国	6	23		29	3	34.48	65.52	17	8		重点推荐
KOREA RESEARCH INSTITUTE OF CHEMICAL TECHNOLOGY (韩国化学技术研究所)	韩国		15		15	2	13.33	33.33	20	2		关注
UNIV PRINCETON (普林斯顿大学)	美国		13		13	3	0.00	0.00	70	1		关注
KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY (韩国科学技术院)	韩国		13		13	2	0.00	46.15	11	2		关注
MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY (麻省理工学院)	美国		10		10	2	0.00	0.00	256	3		关注
King Abdullah University of Science and Technology (阿卜杜拉国王科技大学)	沙特阿拉伯		9		9	2	88.89	11.11	9	1		重点推荐
Kolon Industries (韩国可隆工业株式会社)	韩国		9		9	3	100.00	0.00	2	2		推荐

国内												
高校/科研院所名称	地域	技术分支			评价指标							推荐级别
		加氢站	氢燃料电池	燃料电池汽车	申请总量	年均专利申请量	近五年申请占比(%)	有效发明占比%	被引证次数	转让次数	许可次数	
中国科学院大连化学物理研究所	辽宁	1	94	4	99	6	42.42	43.43	126	11		重点推荐
浙江大学	浙江	9	58	5	72	4	34.72	27.78	173		1	重点推荐
华南理工大学	广东		48	1	49	4	55.10	24.49	54	1		重点推荐
天津大学	天津		43		43	3	44.19	16.28	78		1	重点推荐
清华大学	北京	9	30	2	41	3	63.41	65.85	29			重点推荐
江苏大学	江苏		35	1	36	5	88.89	30.56	36	3		重点推荐
哈尔滨工业大学	黑龙江		33	2	35	3	45.71	28.57	58			推荐
吉林大学	吉林		35		35	4	62.86	45.71	89			推荐
西安交通大学	陕西	6	27	2	35	3	68.57	54.29	20	2	1	重点推荐
中南大学	湖南		31	1	32	3	81.25	43.75	16	1		重点推荐
武汉理工大学	湖北		28	2	30	3	60.00	33.33	51			推荐
中国科学院金属研究所	辽宁		26	4	30	2	13.33	3.33	79			关注
南开大学	天津		25	4	29	2	27.59	6.90	38			推荐
南京工业大学	江苏		26	1	27	2	48.15	48.15	35	4		重点推荐
中国科学技术大学	安徽		27		27	2	62.96	40.74	2	1		重点推荐
北京化工大学	北京		25		25	3	64.00	36.00	39	2		重点推荐
东南大学	江苏	1	21	2	24	3	66.67	16.67	69			推荐
华东理工大学	上海	5	19		24	2	41.67	25.00	43	1	1	重点推荐
大连理工大学	辽宁		23		23	3	65.22	52.17	18			推荐
浙江工业大学	浙江		19	4	23	3	78.26	39.13	6			推荐

福州大学	福建		22		22	2	63.64	36.36	6			推荐
复旦大学	上海		21	1	22	2	27.27	18.18	63			推荐
上海交通大学	上海		21	1	22	2	36.36	40.91	53	1	1	推荐
中国科学院化学研究所	北京		22		22	2	36.36	59.09	9			推荐
华中科技大学	湖北	3	18		21	3	76.19	61.90	20	1		重点推荐
上海大学	上海		18	1	19	2	26.32	26.32	45	1		推荐
广东工业大学	广东		18		18	4	94.44	11.11	35			推荐
四川大学	四川	1	16	1	18	1	33.33	50.00	26	1	2	推荐
苏州大学	江苏		15	2	17	2	52.94	58.82	33	3		重点推荐
中山大学	广东		17		17	2	58.82	17.65	22	1		重点推荐
南京大学	江苏		15	1	16	1	43.75	25.00	58			推荐
常州大学	江苏		14		14	2	92.86	21.43	43			推荐
青岛科技大学	山东		13		13	2	69.23	23.08	10			推荐
山东大学	山东		12	1	13	1	53.85	61.54	3			推荐
北京科技大学	北京		12		12	1	33.33	33.33	20			推荐
昆明理工大学	云南		11		11	1	63.64	27.27	7			推荐
太原理工大学	山西		11		11	1	54.55	27.27	15	1		重点推荐
厦门大学	福建		10		10	1	60.00	10.00	6			推荐
中国石油大学(华东)	山东		10		10	3	90.00	20.00	6			推荐
山西大学	山西		8		8	2	100.00	62.50	1			推荐
郑州大学	河南		8		8	2	87.50	75.00				推荐
湘潭大学	湖南		6	1	7	2	85.71	57.14	19			推荐
中国科学院广州能源研究所	广东		4	2	6	1	50.00	16.67	2		1	重点推荐
中国科学院山西煤炭化学研究所	山西		4		4	1	50.00	75.00				推荐

北京理工大学	北京		17	5	22	3	81.82	13.64	30			推荐
同济大学	上海	4	10	6	20	2	65.00	20.00	111			推荐
中国科学院理化技术研究所	布局	3	16	1	20	2	50.00	60.00	12	1		推荐
安徽工业大学	安徽		16		16	3	75.00	12.50	29			推荐
河南师范大学	河南		14		14	3	85.71	21.43	17			推荐
济南大学	山东		14		14	3	92.86	28.57	4			推荐
中国科学院长春应用化学研究所	吉林	1	13		14	2	35.71	21.43	39	5		推荐
南方科技大学	广东		13		13	4	100.00	7.69				推荐
北京建筑大学	北京		7	5	12	3	33.33	75.00	3			推荐
重庆大学	重庆	1	7	4	12	2	50.00	33.33	6			推荐
北京工业大学	北京		11		11	1	54.55	36.36	32			推荐
桂林理工大学	广西		11		11	3	100.00	9.09	15			推荐
内蒙古科技大学	内蒙古		11		11	2	54.55	54.55	2			推荐
浙江理工大学	浙江		11		11	1	54.55	36.36	4	2		推荐
东华大学	上海		10		10	2	30.00	50.00	17		1	推荐
合肥工业大学	安徽		10		10	2	60.00	20.00	12			推荐
辽宁大学	辽宁		10		10	3	100.00	20.00	2			推荐
上海师范大学	上海		10		10	3	10.00	30.00	31			推荐
武汉大学	湖北		9	1	10	1	60.00	50.00	9			推荐
北京大学	北京		9		9	1	55.56	33.33	1			推荐
北京有色金属研究总院	北京		7	2	9	1	0.00	33.33	3	4		推荐
佛山科学技术学院	广东		9		9	2	100.00	0.00	10			推荐
湖北大学	湖北		9		9	2	66.67	22.22	17	1		推荐
华南师范大学	广东		9		9	1	55.56	44.44	2	1		推荐

中国科学院宁波材料技术与工程研究所	浙江		9		9	1	66.67	33.33	17			推荐
包头稀土研究院	内蒙古		8		8	2	37.50	0.00	5	1	2	推荐
大连大学	辽宁		8		8	3	87.50	87.50	5			推荐
大连交通大学	辽宁		7	1	8	2	87.50	37.50	5	1		推荐
钢铁研究总院	北京	2	6		8	3	0.00	87.50	6			推荐
广西大学	广西		8		8	1	37.50	25.00	2			推荐
广西师范大学	广西		8		8	3	87.50	75.00	19			推荐
河北科技大学	河北		8		8	3	87.50	12.50	5			推荐
湖北工业大学	湖北		5	3	8	2	62.50	37.50	8			推荐
湖南科技大学	湖南		8		8	1	50.00	62.50	2			推荐
江南大学	江苏		8		8	2	75.00	62.50	4			推荐
江苏科技大学	江苏		8		8	2	75.00	25.00			1	推荐
南昌航空大学	江西		8		8	2	62.50	25.00	35			推荐
南京邮电大学	江苏		8		8	1	37.50	50.00	35		1	关注
青岛大学	山东		8		8	1	75.00	12.50	15			推荐
武汉科技大学	湖北		8		8	2	75.00	50.00	4	1	1	推荐
燕山大学	河北		7	1	8	2	25.00	50.00	11			关注
中国石油大学(北京)	北京		8		8	2	37.50	25.00	4			关注
电子科技大学	四川		6	1	7	2	100.00	42.86	9			推荐
杭州师范大学	浙江		7		7	1	71.43	28.57	6			推荐
上海应用技术大学	上海		7		7	1	100.00	28.57	4			推荐
深圳大学	广东		7		7	1	71.43	14.29	7			推荐
北京大学深圳研究生院	广东		6		6	2	83.33	16.67	3	1		推荐

附件八 上游领域可关注的国内外核心人才清单

发明人	发明人类型	所属企业或单位	地域	评价指标					推荐级别
				申请总量	近五年申请占比	被引证次数	权利要求数量	同族专利数量	
向华	企业人才	广东合即得能源科技有限公司	中国广东	52	5.77%	12	337	86	关注
张会强	企业人才	广东醇氢新能源研究院有限公司	中国广东	22	100.00%	2	215	182	重点推荐
岳铎	企业人才	中科液态阳光(苏州)氢能科技发展有限公司	中国江苏	16	100.00%	3	92	16	重点推荐
李华波	企业人才	广东醇氢新能源研究院有限公司	中国广东	12	91.67%	5	108	13	重点推荐
徐成俊	企业人才	常州市蓝博净化科技有限公司	中国江苏	11	90.91%		71	11	重点推荐
张丁	企业人才	德州新动能铁塔发电有限公司	中国山东	9	100.00%	3	75	9	重点推荐
陈杰平	企业人才	浙江氢谷新能源汽车有限公司	中国浙江	8	100.00%	3	76	8	重点推荐
黄利宏	高校/研究所人才	成都理工大学	中国四川	8	100.00%	3	29	14	重点推荐
王均衡	企业人才	福建顺昌智圣氢能源有限公司	中国福建	7	100.00%	2	57	7	重点推荐
高继明	企业人才	广东能创科技有限公司	中国广东	6	100.00%	1	43	6	重点推荐
周传刚	企业人才	北京蓝玖新能源科技有限公司	中国北京	6	100.00%		61	7	重点推荐
陈杰	企业人才	赣州联悦气体有限公司	中国江西	5	100.00%	3	21	5	重点推荐
从洪伦	企业人才	哈密润达嘉能发电有限公司	中国新疆	5	100.00%	2	24	5	重点推荐
高志贤	高校/研究所人才	中国科学院山西煤炭化学研究所	中国山西	5	40.00%	1	25	8	重点推荐
梅德庆	高校/研究所人才	浙江大学	中国浙江	5	60.00%	1	24	10	重点推荐
周伟	高校/研究所人才	厦门大学	中国福建	5	60.00%	1	41	7	重点推荐

附件九 中游领域可关注的国内外核心人才清单

发明人	发明人类型	所属企业或单位	地域	技术分支						评价指标					推荐级别
				气态储氢	液态储氢		固态储氢		复合储氢	申请总量	近五年申请占比	被引证次数	权利要求数量	同族专利数量	
					低温液化储氢	有机液态储氢	金属基储氢	物理吸附储氢							
黄晓东	企业人才	上海华篷防爆科技有限公司	中国上海	9			7	5	14	35	0.00%	9	300	38	关注
ALLIDIERS LAURENT	企业人才	AIR LIQUIDE (液化空气集团)	法国	23	4			1		28	17.86%	39	242	346	推荐
REESE WILFRIED HENNING	企业人才	LINDE (林德公司)	德国		23					24	0.00%	42	133	196	关注
WANG LUPING	企业人才	ADVANCED TECH MATERIALS (先进技术材料公司)	美国	9	10			2		21	0.00%	1169	629	423	关注
ADLER ROBERT	企业人才	LINDE (林德公司)	德国	2	15					19	42.11%	49	154	133	推荐

BERNHARDT JEAN MARC	企业 人才	AIRLIQUIDE (液化 空气集团)	法 国	7	12					19	100.00%	2	262	106	重点推 荐
SAITO TAICHI	企业 人才	NIPPON STEEL (新 日本制铁株式会 社)	日 本	8			10	1		19	0.00%	16	46	20	关注
HIROSE KATSUHIKO	企业 人才	TOYOTA MOTOR (丰 田汽车公司)	日 本	6	5		1	6		18	0.00%	35	212	179	关注
HANDA Kiyoshi	企业 人才	HONDA MOTOR (本田 汽车)	日 本	17						17	11.76%	18	132	129	推荐
LEVY MICHAEL FRANCIS	企业 人才	Aaqius & Aaqius 公司	瑞 士	3				12		15	100.00%		179	71	重点推 荐
HALENE CLEMENS	企业 人才	MANNESMANN (曼内 斯曼公司)	德 国	13			1			14	0.00%	90	87	145	关注
Cohen Joseph Perry	企业 人才	Air Productions (空气产品公司)	美 国	11						13	38.46%	12	162	104	推荐
FRIEDRICH THOMAS	企业 人才	BAYERISCHE MOTOREN WERKE (宝 马汽车公司)	德 国	4	2			3		13	0.00%	59	173	17	关注
MICHEL FRIEDEL	企业 人才	MESSER GRIESHEIM (梅塞尔格里斯海)	德 国	8	5					13	0.00%	89	213	81	关注

OVSHINSKY STANFORD R	企业 人才	ENERGY CONVERSION DEVICES (储能设备 公司)	美国	1			10	1	1	13	0.00%	86	372	155	关注
Philipp Hausmann	企业 人才	Daimler (戴姆勒股 份公司)	德国	12	1					13	23.08%	54	123	20	推荐
SEKI KENJI	企业 人才	OSAKA GAS (大阪瓦 斯株式会社)	日本	7				6		13	0.00%	47	95	15	关注
BRUNNER TOBIAS	企业 人才	BAYERISCHE MOTOREN WERKE (宝 马汽车公司)	德国	3	9					12	0.00%	99	44	43	关注
KURI IWA TAKAHIRO	企业 人才	HONDA MOTOR (本田 汽车)	日本	2	1	1	8			12	0.00%	235	67	20	关注
SCHULZ Robert	企业 人才	HERA 储氢系统公司	加 拿 大	2			8	2		12	0.00%	62	309	78	关注
SHIMADA TAKEAKI	企业 人才	HONDA MOTOR (本田 汽车)	日本	4	2		5	1		12	0.00%	75	64	20	关注
陈立新	高校/ 研究 院所 人才	浙江大学	中 国 浙 江	1			9		2	12	8.33%	17	59	20	推荐

黄红霞	高校/ 研究所 人才	桂林理工大学	中国 广西			9		3	12	16.67%	35	13	14	推荐
余学斌	高校/ 研究所 人才	复旦大学	中国 上海	3		5		4	12	16.67%	20	67	18	推荐
DRESLER Helmut	企业 人才	LINDE (林德公司)	德国		10				11	0.00%	2	46	110	关注
YANAGIHARA A NOBUYUKI	企业 人才	PANASONIC (松下公司)	日本	1		4	6		11	0.00%	45	11	14	关注
方沛军	企业 人才	氢储(新乡)能源科技有限公司	中国 河南	7		1	2		11	100.00%		82	12	推荐
Francois THIBAUT	企业 人才	AIRLIQUIDE (液化空气集团)	法国	10					10	100.00%	1	140	70	推荐
KIMBARA MASAHIKO	企业 人才	TOYOTA MOTOR (丰田汽车公司)	日本	5		3	2		10	0.00%	32	141	41	关注

Laurent Allidiers	企业人才	AIRLIQUIDE (液化空气集团)	法国	7	3					10	60.00%	59	119	89	重点推荐
Mori Daigoro	企业人才	TOYOTA MOTOR (丰田汽车公司)	日本	4	1		5			10	0.00%	31	33	40	关注
孙立贤	高校/研究所人才	桂林电子科技大学	中国广西	2		1	4	2	1	10	40.00%	40	60	14	推荐

附件十 下游领域可关注的国内外核心人才清单

发明人	发明人类型	所属企业或单位	地域	技术分支			评价指标					推荐级别
				加氢站	氢燃料电池	燃料电池汽车	申请总量	近五年申请占比	被引证次数	权利要求数量	同族专利数量	
向华	企业人才	广东合即得能源科技有限公司	中国广东	1	83	25	109	10.09%	207	857	130	关注
OVSHINSKY Stanford R	企业人才	ENERGY CONVERSION DEVICES (储能设备公司)	美国	4	48		52	0.00%	446	1134	792	关注
ADLER ROBERT	企业人才	LINDE (林德公司)	德国	7	1	35	43	4.65%	109	316	249	关注
方沛军	企业人才	河南氢枫能源技术有限公司	中国河南	43			43	100.00%	5	307	48	重点推荐
FURUKAWA SANEHIRO	企业人才	SANYO (三洋公司)	日本		40		40	0.00%	41	57	65	关注
ALLIDIERES LAURENT	企业人才	AIR LIQUIDE (液化空气集团)	法国	38			38	10.53%	24	417	438	关注
TAMURA Yoshio	企业人才	PANASONIC (松下公司)	日本		31		31	3.23%	109	332	276	关注
MAENISHI Akira	企业人才	PANASONIC (松下公司)	日本		27		27	0.00%	87	281	213	关注
NAGURA KENJI	企业人才	Kobe Steel (日本神户钢铁公司)	日本	27			27	7.41%	120	332	324	关注
UKAI Kunihiro	企业人才	PANASONIC (松下公司)	日本		27		27	25.93%	150	307	133	关注
YANAGIHARA NOBUYUKI	企业人才	PANASONIC (松下公司)	日本	1	24		25	0.00%	100	76	48	关注
KANI Yukimune	企业人才	PANASONIC (松下公司)	日本		24		24	0.00%	134	241	171	关注
TAGUCHI Kiyoshi	企业人才	PANASONIC (松下公司)	日本		24		24	20.83%	34	197	80	关注
ABE Koji	企业人才	UBE INDUSTRIES (宇部兴产株式会社)	日本		21	1	22	0.00%	32	309	207	关注

发明人	发明人类型	所属企业或单位	地域	技术分支			评价指标					
				加氢站	氢燃料电池	燃料电池汽车	申请总量	近五年申请占比	被引证次数	权利要求数量	同族专利数量	推荐级别
TONO KAZUYUKI	企业人才	IDEMITSU KOSAN (出光兴产株式会社)	日本		22		22	0.00%	27	200	26	关注
YOSHIDA YUTAKA	企业人才	PANASONIC (松下公司)	日本		22		22	22.73%	78	116	29	关注
王辉	企业人才	合肥国轩高科动力能源有限公司	中国安徽		22		22	100.00%	1	212	24	重点推荐
Robert Adler	企业人才	LINDE (林德公司)	德国	5		16	21	23.81%	33	189	68	关注
FETCENKO MICHAEL A	企业人才	ENERGY CONVERSION DEVICES (储能设备公司)	美国		20		20	0.00%	98	238	439	关注
MIYABAYASHI MITSUTAKA	企业人才	MITSUBISHI (三菱)	日本		20		20	0.00%	335	143	69	关注
Grubbs Robert H	高校/科研院所人才	CALIFORNIA INST OF TECHN (加州理工学院)	美国		19		19	0.00%	297	484	293	关注
REESE WILFRIED HENNING	企业人才	LINDE (林德公司)	德国	4		15	19	21.05%	12	105	113	关注
陈庆	企业人才	成都新柯力化工科技有限公司	中国四川		18	1	19	100.00%	17	170	20	重点推荐
伊勢 忠司	企业人才	SANYO (三洋公司)	日本		19		19	0.00%	1	71	46	关注
MILLS RANDELL L	企业人才	BLACK LIGHT POWER (黑光能源公司)	美国		17		17	0.00%	4	1683	257	关注
REICHMAN BENJAMIN	企业人才	ENERGY CONVERSION DEVICES (储能设备公司)	美国		17		17	0.00%	109	542	369	关注
TSUJI YOICHIRO	企业人才	PANASONIC (松下公司)	日本		17		17	0.00%	60	134	63	关注
田村 佳央	企业人才	PANASONIC (松下公司)	日本		17		17	0.00%	2	183	166	关注

发明人	发明人类型	所属企业或单位	地域	技术分支			评价指标					
				加氢站	氢燃料电池	燃料电池汽车	申请总量	近五年申请占比	被引证次数	权利要求数量	同族专利数量	推荐级别
IMOTO TERUHIKO	企业人才	SANYO (三洋公司)	日本		16		16	0.00%	26	132	117	关注
MUKAI YUJI	企业人才	PANASONIC (松下公司)	日本		16		16	0.00%	75	163	42	关注
NAKAJIMA TOMOYUKI	企业人才	PANASONIC (松下公司)	日本		16		16	18.75%	11	121	43	关注
WAKITA HIDENOBU	企业人才	PANASONIC (松下公司)	日本		16		16	37.50%	24	147	43	推荐
前西 晃	企业人才	PANASONIC (松下公司)	日本		16		16	0.00%	24	161	90	关注
CHEN Linfeng	企业人才	DOW (陶氏公司)	美国		15		15	0.00%	14	217	162	关注
KANDA MOTOI	企业人才	TOSHIBA (东芝公司)	日本		15		15	0.00%	47	22	21	关注
LAPOINTE ROBERT E	企业人才	DOW (陶氏公司)	美国		15		15	0.00%	234	94	392	关注
Berlowitz Paul J	企业人才	ExxonMobil (埃克森美孚公司)	美国		14		14	0.00%		102	1641	关注
THOMPSON MARK E	高校/科研院所人才	UNIV PRINCETON (普林斯顿大学)	美国		14		14	0.00%	109	159	237	关注
GESTERMANN FRITZ	企业人才	BAYER (拜耳公司)	德国		12	1	13	0.00%	11	55	220	关注
HARADA CHIE	企业人才	PANASONIC (松下公司)	日本		13		13	15.38%	28	86	39	关注
ISE Tadashi	企业人才	SANYO (三洋公司)	日本		13		13	0.00%	23	169	62	关注
Ishii Masatoshi	企业人才	SHIN ETSU CHEM (信越化学工业株式会社)	日本		13		13	0.00%	60	143	52	关注
IWAKI TSUTOMU	企业人才	PANASONIC (松下公司)	日本		13		13	0.00%	29	56	14	关注
Kenji Nagura	企业人才	Kobe Steel (日本神户钢铁公司)	日本	13			13	53.85%	84	148	166	重点推荐
Koji ABE	企业人才	UBE INDUSTRIES (宇部兴产株式会社)	日本		13		13	7.69%	66	220	139	关注

发明人	发明人类型	所属企业或单位	地域	技术分支			评价指标					推荐级别
				加氢站	氢燃料电池	燃料电池汽车	申请总量	近五年申请占比	被引证次数	权利要求数量	同族专利数量	
MORIWAKI YOSHIO	企业人才	PANASONIC (松下公司)	日本		13		13	0.00%	25	108	68	关注
NARITA SATORU	企业人才	PANASONIC (松下公司)	日本		13		13	7.69%	2	121	51	关注
REECE Steven Y	企业人才	LOCKHEED MARTIN (洛克希德·马丁公司)	美国		13		13	15.38%	4	264	156	关注
SONOBE NAOHIRO	企业人才	KUREHA (株式会社吴羽)	日本		13		13	0.00%	151	99	152	关注
SUZUKI Takahiro	企业人才	PANASONIC (松下公司)	日本		13		13	0.00%	57	162	102	关注
YAMAMURA KOJI	企业人才	PANASONIC (松下公司)	日本		13		13	0.00%	13	45	17	关注
孙公权	高校/研究所人才	中国科学院大连化学物理研究所	中国辽宁		13		13	0.00%	20	110	24	关注
HATADA Susumu	企业人才	NIPPON OIL ENERGY (新日本石油公司)	日本		12		12	0.00%	51	66	149	关注
JOHNSON Lonnie G	企业人才	JOHNSON MATTHEY (庄信万丰)	美国		12		12	25.00%	86	129	80	关注
OKUNO Takashi	企业人才	Kobe Steel (日本神户钢铁公司)	日本	11	1		12	0.00%	36	111	118	关注
Stanford R Ovshinsky	企业人才	OVSHINSKY STANFORD R	美国	1	10	1	12	0.00%	90	266	89	关注
VENKATESAN SRINI	企业人才	ENERGY CONVERSION DEVICES (储能设备公司)	美国		12		12	0.00%	126	239	350	关注
安部 浩司	企业人才	UBE INDUSTRIES (宇部兴产株式会社)	日本		12		12	0.00%	3	181	123	关注
安部浩司	企业人才	UBE INDUSTRIES (宇部兴产株式会社)	日本		12		12	0.00%	36	193	138	关注
林培基	企业人才	浙江昊凡科技有限公司	中国浙江	12			12	100.00%	13	111	20	重点推荐

发明人	发明人类型	所属企业或单位	地域	技术分支			评价指标					
				加氢站	氢燃料电池	燃料电池汽车	申请总量	近五年申请占比	被引证次数	权利要求数量	同族专利数量	推荐级别
杨源生	企业人才	亚太燃料电池科技股份有限公司	中国台湾		12		12	0.00%	49	149	54	关注
周明强	企业人才	中氢新能源技术有限公司	中国北京		12		12	50.00%	9	69	16	重点推荐
SAPRU KRISHNA	企业人才	ENERGY CONVERSION DEVICES (储能设备公司)	美国		11		11	0.00%	275	157	162	关注
STIMITS Jason L	企业人才	INTELLIGENT ENERGY (智能能源公司)	英国		11		11	18.18%	3	125	104	关注
DONG Yongrong	企业人才	SUMITOMO (住友公司)	日本		10		10	0.00%	4	74	180	关注
GAMO TAKAHARU	企业人才	PANASONIC (松下公司)	日本		10		10	0.00%	26	16	250	关注
HACKER NIGEL P	企业人才	ALLIED SIGNAL INC	美国		10		10	0.00%	135	186	62	关注
HATTORI TAKESHI	企业人才	SUMITOMO (住友公司)	日本		10		10	0.00%	23	50	45	关注
IKOMA MUNEHISA	企业人才	PANASONIC (松下公司)	日本		10		10	0.00%	36	57	30	关注
KAWANO HIROSHI	企业人才	PANASONIC (松下公司)	日本		10		10	0.00%	42	26	11	关注
KIMURA Yoichi	企业人才	PANASONIC (松下公司)	日本		10		10	0.00%	22	42	20	关注
KUSUYAMA Takahiro	企业人才	PANASONIC (松下公司)	日本		10		10	40.00%	4	94	40	推荐
NAKAMURA Akinari	企业人才	PANASONIC (松下公司)	日本		10		10	0.00%	13	101	97	关注
SERI HAJIME	企业人才	PANASONIC (松下公司)	日本		10		10	0.00%	1	41	29	关注
SHIGEMATSU TOSHIO	企业人才	SUMITOMO (住友公司)	日本		10		10	0.00%	65	66	166	关注
井本 輝彦	企业人才	SANYO (三洋公司)	日本		10		10	0.00%		34	33	关注
刘先国	高校/研究	安徽工业大学	中国		10		10	100.00%	12	30	10	重点推

发明人	发明人类型	所属企业或单位	地域	技术分支			评价指标					
				加氢站	氢燃料电池	燃料电池汽车	申请总量	近五年申请占比	被引证次数	权利要求数量	同族专利数量	推荐级别
	院所人才		安徽									荐
王平	高校/研究所人才	华南理工大学	中国广东		8	2	10	50.00%	42	91	11	重点推荐
宣锋	企业人才	上海氢枫能源技术有限公司	中国上海	10			10	100.00%	13	85	10	重点推荐