



CC Intellectual Property Operation Co., Ltd.

中科长光知识产权

新能源制氢技术专利导航分析报告

谨送：吉林省电力科学研究院有限公司

长春中科长光知识产权运营有限公司

CC Intellectual Property Operation Co., Ltd.

2022 年 12 月 12 日

权利暨免责声明

Copyright and Disclaimer

- 任何未经委托单位和执行单位的同意，复制、改写、散布、发表本报告内容等行为，是构成对委托单位及执行单位著作权、商业秘密等之侵害。
- 本报告之著作人为执行单位，著作权归委托单位所有。
- 本报告如有引用其他公司图片、文字及商标，其著作权及商标权，均为其他公司所有，本报告引用时，已详实记载数据源出处。
- 本报告所引用来自公开网页、图片或产品规格书等文件、信息及其内容，委托单位与执行单位不对该等文件、信息及其内容的真实性、正确性承担责任。

长春中科长光知识产权运营有限公司

二〇二二年十二月十二日

目录

一、引言	1
二、企业发展现状分析	7
（一）产业环境分析	7
（二）企业现状分析	10
（三）发展定位分析	19
三、企业重点产品专利导航分析	22
（一）聚焦核心技术	22
1. 总体趋势分析	22
2. 技术构成分析	24
3. 专利技术活跃度分析	31
4. 技术功效矩阵分析	36
5. 重点专利技术	42
小结及建议	44
（二）竞争对手分析	46
1. 竞争对手识别	46
2. 竞争对手专利申请趋势分析	47
3. 主要竞争对手研发方向分析	48
4. 新进入者技术方向分析	59
小结及建议	62
（三）评估侵权风险	66
1. 专利壁垒分析	66
2. 专利侵权风险分析	78

3.专利可规避性分析 80

四、企业重点产品开发策略分析 82

1. 重点产品开发策略分析 82

2.专利布局策略分析 83

3.专利运营方案制定 84

五、专利导航项目成果结论及建议 87

新能源制氢专利导航分析

一、引言

1、项目背景

氢气能源（以下简称氢能）作为一种可再生的、清洁高效的二次能源，具有资源丰富、来源广泛、燃烧热值高、清洁无污染、利用形式多样、可作为储能介质及安全性好等诸多优点，是实现能源转型与碳中和的重要能源。氢能技术不断成熟，逐渐走向产业化，同时伴随着世界面对气候变化和自然灾害加剧的压力持续增大，氢能得到了世界各国的重点关注，已成为许多国家能源转型的战略选择。

制氢是制取氢气的工艺过程，包括化石能源制氢、电解水制氢、工业副产氢和可再生能源制氢等方式。

化石能源制氢是指利用煤炭、石油和天然气等化石燃料，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”。化石能源制氢主要包括甲烷制氢、煤制氢、甲醇制氢、化石燃料结合 CCS 制氢。

电解水制氢是在直流电作用下将水进行分解进而产生氢气和氧气的一项技术，其中阴极反应为析氢反应（Hydrogen Evolution Reaction，

缩写为 HER)，阳极反应为析氧反应（Oxygen Evolution Reaction，缩写为 OER）。该技术可以采用可再生能源电力，不会产生 CO₂ 和其他有毒有害物质的排放，从而获得真正意义上的“绿氢”。电解水理论转化效率高、获得的氢气纯度高。电解水制氢技术主要分为碱性电解水、酸性质子交换膜电解水、高温固体氧化物电解水以及其他电解水技术。

工业副产氢是指在氯碱工业、煤焦化工业等生产过程中都会产生大量的副产氢气，主要包括焦炉气副产氢、氯碱工业副产氢和石化副产氢。

可再生能源制氢主要包括光催化制氢、光电催化制氢、微生物制氢等技术。

目前，化石燃料制氢技术成熟、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；工业副产氢资源丰富，可发展空间大，核心在于气体分离纯化技术的发展与配套设施的完善；光催化、光电催化等新型制氢技术还未达到大规模工业化应用的需求；电解水与可再生能源发电耦合制氢技术，是未来绿氢大规模制取的主要方式，重点在于降低可再生能源电价及提升电解水制氢效率、降低产氢成本。

2、研究思路及报告结构

本研究报告从新能源制氢的研发背景调研入手，基于新能源制氢相关的世界范围内专利数据库，分析新能源制氢相关技术领域的专利布局情况、申请趋势、主要申请人情况、技术分布情况、技术发展趋势

和技术功效矩阵；进而对新能源制氢重点申请人及重点专利技术进行分析，通过进行比较，对我国在新能源制氢领域面临的知识产权风险进行揭示。

3、数据来源及研究方法

本报告主要分析新能源制氢专利技术的发展态势研究采用专业的专利数据分析平台智慧芽，对世界范围内（包括中国、美国、日本、英国、法国、德国、俄罗斯、世界知识产权组织、欧洲专利局、韩国、印度、印尼、越南、西班牙、以色列、加拿大、巴西、澳大利亚、中国香港、中国台湾等区域及组织）新能源制氢专利数据进行全面的微观分析。

4、调查范围及结果

本报告针对重点关注的技术和企业进行检索，从 10 万余件专利中对重点技术和重点申请人进行筛选，并对筛选后的新能源制氢的相关专利进行了三级技术手段和功能效果标引，最终标引得到 7575 件关注的新能源制氢专利，本专利分析报告针对上述 7575 件专利进行分析。

表 1-1 和表 1-2 详述各技术手段分类和功能效果分类。

表 1-1 新能源制氢专利手段分类

一级分类	二级分类	三级分类
材料	催化剂	氮化物
		非金属氧化物

		复合材料
		金属
		金属氧化物
		磷化物
		硫化物
		纳米材料
		碳化物
		硒化物
	电极材料	氮化物
		复合材料
		金属
		金属氧化物
		磷化物
		硫化物
		纳米材料
		碳化物
		硒化物
电解系统	电极	电极结构
		孔结构
		阳极

		阴极
	隔膜	固体聚合物
		固体氧化物
		碱性隔膜
		质子交换膜
	极板	双极板
	水电解槽	
辅助系统	纯化系统	
	电解液系统	
	电源	
	干燥系统	
	控制系统	
	冷却系统	
	气液分离系统	
	水系统	
检测	电极	
	电解槽	
	电解液系统	
	隔膜	
	极板	

系统集成	电解水制氢	
	多能源耦合	
	风电耦合	
	光伏耦合	
	核电	
	数据建模	
	制储一体	

表 1-2 新能源制氢专利功能效果分类

功能效果
安全性好
效率高
成本低
稳定可靠
纯度高
高活性
性能好
简单易行
寿命长

二、企业发展现状分析

（一）产业环境分析

2020年9月22日，中国国家主席习近平在第七十五届联合国一般性辩论上对中国碳达峰和碳中和目标作出了重要承诺——二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前达到碳中和。双碳目标的建立，凸显了党中央坚定推进我国清洁能源转型，构建清洁低碳安全高效的现代能源体系的决心和信心。

绿色氢气将成为未来构筑低碳社会的重要载体。广义上，绿氢是以水为原材料电解生产的氢气，狭义上，绿氢是以可再生能源为电力输入，电解水产生的氢气。与煤、天然气等为原料生产的灰氢相比，绿氢的生产过程是零碳的。

绿氢可以助力交通、化工、钢铁、石化等多领域深度脱碳，2022年3月国家发改委发布的《氢能产业发展中长期规划(2021—2035年)》提到氢能正逐步成为全球能源转型发展的重要载体之一，氢能是未来国家能源体系的重要组成部分，是用能终端实现绿色低碳转型的重要载体，是战略性新兴产业和未来产业重点发展方向，规划明确提到2025年可再生能源制氢量达到10万-20万吨/年，2035年可再生能源制氢在终端能源消费中的比重明显提升，对能源绿色转型发展起到重要支撑作用。

在双碳目标驱动下，中国电解水制氢产业发展迅速，中国布局电解水制氢的企业数量在快速增加，电解槽装备企业数量从2020年约10

家迅速上升到超百家，产业链相关企业超二百家，从光伏、风电、电力、钢铁、石化、燃料电池、房地产行业跨界入局的企业较多，除以上行业外，环保、焦化、水利、煤化工、海洋装备、气体、汽车等行业企业也在布局。除电解槽生产制造外，相关的零部件如电极涂层、气体扩散层、双极板、隔膜等相关研发制造企业也在逐渐增多。

国内的可再生能源制氢项目正在如火如荼地建设中，目前国内已有超过百个在建和规划中的电解水制氢项目，涵盖了石油炼化、化工合成、钢铁冶炼和交通等多个领域。

生产绿氢的核心在于应用高效的电解水制氢技术。水在直流电的作用下，会发生电化学反应，并分别在电解槽的阴极和阳极产生氢气和氧气。按照工作原理和电解质的不同，电解水制氢技术可分为 4 种，分别是碱性电解水技术、质子交换膜电解水技术、高温固体氧化物电解水技术和固体聚合物阴离子交换膜电解水技术。

下表列出当前主要电解水技术的简要介绍。

表 2-1 主要电解水技术

技术分类	碱性电解水技术	质子交换膜电解水技术	高温固体氧化物电解水技术	固体聚合物阴离子交换膜电解水技术
运行温度（摄氏度）	70-90	50-80	600-1000	40-60
电解质	30%浓度 KOH 溶液	质子交换膜	陶瓷材料 YSZ	苯乙烯类聚合物
电流密度（安/平方米）	3000-6000	10000 以上		
氢气纯度	99.8%	99.99%	99.99%	
产氢压力（兆帕）	1.6	4	4	3.5
直流能耗（千瓦时/标准立方米）	4.2-5.5	4.3-6	3.0-4.0	4.0-5.5

发展进度	完全商业化	商业化初期	研发示范阶段	研发示范阶段
------	-------	-------	--------	--------

在中国，碱性电解水制氢技术已经完成了商业化，产业链发展比较成熟，目前在中国已经发布的最大单槽制氢规模为 1400Nm³/h，电解槽直流电耗最低可以达到 4.2kwh/Nm³。质子交换膜电解水技术还处于商业化初期，国内企业已经具备生产制氢规模 200Nm³/h 的质子交换膜电解槽的能力，工业级质子交换膜电解槽产品的制氢能耗大约在 5kwh/Nm³，但产业链还存在国产化程度不足的问题。一是质子交换膜依赖进口，二是催化剂主要由铂和铱等贵金属组成，全球 85% 的铱由南非生产，催化剂也依赖进口，这些都可能成为未来制约中国质子交换膜电解水产业链发展的问题。高温固体氧化物电解水技术和固体聚合物阴离子交换膜电解水目前还处于研发示范阶段，目前在中国还没有商业化应用。

（二）企业现状分析

一、华能集团

中国华能集团公司（官方网址 <https://www.chng.com.cn/>）是中国最大的发电集团，创立于 1985 年，是经国务院批准成立的国有重要骨干企业。中国华能集团清洁能源技术研究院于 2010 年建院，是华能集团公司直属的清洁能源技术研发机构，其中华能集团公司控股 90%，

大力发展风电、光伏、氢能、储能为主体的新一代清洁能源技术。拥有“煤基清洁能源国家重点实验室”、“国家能源煤清洁低碳发电技术研发中心”、“国家能源水能高效利用与大坝安全技术研发中心”等三个国家级研发平台，和“二氧化碳捕集与处理北京市重点实验室”、“北京市低质燃料高效清洁利用工程技术研究中心”等两个省级研发平台。2021年11月，华能集团科技项目国际首套1300Nm³/h电解槽下线仪式成功举办。该款电解槽在大型、高电流密度、压力型碱水电解槽关键技术研发、核心部件设计、全系统组装集成等方面开展点、面、体三维创新，实现了多项重要技术突破。

二、派瑞氢能

中船（邯郸）派瑞氢能科技有限公司（官网地址<http://www.peric718.com/>）是中国船舶集团第七一八研究所全资子公司，中国船舶第七一八研究所隶属于中国船舶集团有限公司创立于1966年，注册于河北省邯郸市。是集科研开发、设计生产、技术服务于一体的国家级军工科研院所。主要从事化学、制氢及氢能源的开发、制氧、特种气体、精细化工、石油核探测、环境工程、气体分析、自动控制、核电消氢、变频节能、空气净化等方面的专业研究设计。中船（邯郸）派瑞氢能科技有限公司以七一八研究所六十余年在氢能领域的技术实力和工程经验为依托，将所内氢能产业框架：水电解制氢、甲醇制氢、富氢尾气提纯、加氢站和车载氢系统，四大业务板块进行整合并增资后成立。整合成立后的派瑞氢能科技公司是目前国内氢能

装备产业链较为完备的科研生产企业，拥有 2 个省级研发平台，可年产碱性制氢装备 350 台（套）、PEM 纯水制氢装备 120 台（套），以及进行各型加氢站建设。

派瑞氢能目前碱性电解制氢设备、纯化设备以及部分产品的相关技术参数，如下（来自官网）



产品特点

KCDQ型水电解制氢设备是我所自主研发的集装箱式水电解制氢系统，集成电解槽、气液处理器、三塔纯化设备、控制柜、整流柜、变压器于40尺集装箱（12192mmX2438mmX3200mm）中；

该型设备具有土建量小，便于安装和移动等优点，用户只需要接入水、电、气即可随时随地制氢，高纯氢制氢量可高达100Nm³/h每套；

该型号产品因其质量和特性而受到国内国际气体公司的广泛青睐；

产品氢气经纯化处理后纯度可达到99.999%，露点达到-70℃。

技术参数

型号	氢气产量 (m ³ /h)	氧气产量 (m ³ /h)	氢气纯度-纯化前 (V/V)	氧气纯度-纯化前 (V/V)	氢气纯度-纯化后 (V/V)	运行负荷	工作压力 (MPa)	工作温度 (°C)	电压 (kV)
KCDQ-5	5	2.5	≥99.8%	≥99.2%	≥99.999%	50%-100%	1.5~3.2	95±5	≤4
KCDQ-10	10	5	≥99.8%	≥99.2%	≥99.999%	50%-100%	1.5~3.2	95±5	≤4
KCDQ-15	15	7.5	≥99.8%	≥99.2%	≥99.999%	50%-100%	1.5~3.2	95±5	≤4
KCDQ-16	16	8	≥99.8%	≥99.2%	≥99.999%	50%-100%	1.5~2.0	95±5	≤4
KCDQ-20	20	10	≥99.8%	≥99.2%	≥99.999%	50%-100%	1.5~2.0	95±5	≤4
KCDQ-24	24	12	≥99.8%	≥99.2%	≥99.999%	50%-100%	1.5~2.0	95±5	≤4
KCDQ-30	30	15	≥99.8%	≥99.2%	≥99.999%	50%-100%	1.5~2.0	54±2	≤4
KCDQ-40	40	20	≥99.8%	≥99.2%	≥99.999%	50%-100%	1.5~2.0	95±5	≤4
KCDQ-50	50	25	≥99.8%	≥99.2%	≥99.999%	50%-100%	1.5~2.0	95±5	≤4
KCDQ-60	60	30	≥99.8%	≥99.2%	≥99.999%	50%-100%	1.5~2.0	95±5	≤4

三、中国华电

中国华电是 2002 年底国家电力体制改革组建的国有独资发电企业（官方网址 <https://www.chd.com.cn/site/2/index.html>），属于国务院国资委监管的特大型中央企业。2022 年 3 月，中国华电氢能技术研究中心挂牌成立，中国华电氢能技术研究中心是在华电集团聚焦绿色低碳转型发展、构建以新能源为主体的新型电力系统的背景下，结合氢能业务在技术创新、政策研究、工程应用转化和数字化智能化方面的需要而成立的专业研究机构。该中心由华电科工直接管理，初步设置氢能政策及经济研究所、可再生能源制氢研究所、燃料电池开发与应用技术研究所、氢混燃机技术研究所、高效储氢技术研究所、氢能业务大数据中心等 6 个机构，将重点围绕氢能产业政策与动态研究，氢能材料、装备及系统开发，氢能应用技术研究以及数字化、智

能化等方面开展研究工作。2022 年 7 月，中国华电首套 1200Nm³/h 碱性电解槽产品下线，由中国华电自主独立设计并生产制造，电流密度提高约 30%，整体重量减少近 10%，直流能耗指标小于 4.6 千瓦时每标方氢气，在 1.6MPa 运行压力下，该电解槽的额定产氢量达到 1200Nm³/h。

四、宝武清能

宝武清能（宝武清洁能源有限公司）为中国宝武全资子公司，2021 年 11 月成立，该公司隶属于中国宝武集团的资源环境板块，是依托中国宝武的资源成本优势、空间布局优势，抓住战略机遇而设立的清洁能源创新发展平台，聚焦氢能源、天然气以及 LNG 产业方面的布局。2022 年 1 月，在宝武清能的协同下，宝武重工马钢重机顺利完成首台（套）30Nm³/h 碱性水电解槽的制造装配。经过了一系列的严格测试检验，包括氢、氧等流道通畅性检查、气体压力测试、密封性检测等，其产品质量达到设计要求并具备有出厂交付用户的条件。

七、考克利尔竞立

考克利尔竞立（考克利尔竞立（苏州）氢能科技有限公司）成立于 2018 年（官网地址 <http://www.cjhydrogen.com/>），是比利时 John Cockerill 集团承接了苏州竞立制氢设备有限公司全部的人员和知识产权的基础上建立的高科技企业，也是国内少数有能力生产氢量 $1000\text{Nm}^3/\text{h}$ 碱性电解水制氢设备的企业。考克利尔竞立在 2021 年已生产了超 50 台产氢量 $1000\text{Nm}^3/\text{h}$ 电解水制氢设备，并先后参与了 $1200\text{Nm}^3/\text{h}$ 和 $1300\text{Nm}^3/\text{h}$ 电解水制氢设备的研发和生产。

考克利尔竞立目前电解制氢设备及相关辅助设备以及部分产品的相关技术参数，如下（来自官网）



2-1000m³/h中压水电解制氢装置



QCZ10-3000/1.6型氢气纯化装置



QH100-5000系列氢气回收净化装置



移动式(箱式)制氢站



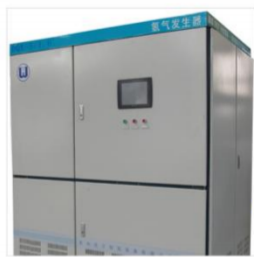
QG50型强制吸附式氢气干燥装置



微型制氢设备



电厂用制氢干燥一体化装置



氢能发电系统

制氢装置型号	产氢量 (m ³)	操作压力 (MPa)	直流电流 (A)	直流电压 (V)	直流电耗 (kwh/m ³)	电解槽外形 (mm)	电解槽重量	制氢框架外形 (mm)
DQ-2/3.2	2	3.2	500	28	≤5	Φ664×1274×762	1300	2000×1500×3200
DQ-5/3.2	5	3.2	500	48	≤4.9	Φ664×1578×762	1500	2000×1500×3200
DQ-10/3.2	10	3.2	920	52	≤4.9	Φ864×1725×964	2200	2000×1500×3200
DQ-20/3.2	20	3.2	1670	58	≤4.8	Φ1048×1961×1162	3800	2000×1500×3200
DQ-30/3.2	30	3.2	1670	86	≤4.8	Φ1048×2387×1162	4500	2000×1500×3200
DQ-40/3.2	40	3.2	2480	78	≤4.7	Φ1260×2265×1366	6500	2500×1500×3500
DQ-50/3.2	50	3.2	2480	94	≤4.7	Φ1260×2509×1366	7500	2500×1500×3500
DQ-60/3.2	60	3.2	2480	114	≤4.7	Φ1260×2813×1366	8600	2500×1500×3500
DQ-80/1.6	80	1.6	4600	80	≤4.6	Φ1560×2366×1366	8500	3000×1700×5200
DQ-100/1.6	100	1.6	4600	102	≤4.6	Φ1560×2670×1366	10000	3000×1700×5200
DQ-150/1.6	150	1.6	4600	156	≤4.6	Φ1560×3400×1366	12000	3000×1700×5200
DQ-200/1.6	200	1.6	6600	142	≤4.5	Φ1790×3150×1926	15000	3000×1700×5200
DQ-250/1.6	250	1.6	6600	174	≤4.5	Φ1790×3700×1926	18000	3400×1900×4320
DQ-300/1.6	300	1.6	6600(8200)	210(170)	≤4.4	Φ1830×4355×1978	25000	3400×1900×4320

八、阳光氢能

阳光氢能（阳光氢能科技有限公司）由光伏巨头阳光电源于 2021 年 6 月成立，聚焦在绿色氢气的制取与成套设备和解决方案的供应。拥有碱水制氢和 PEM 制氢两种技术路线。2022 年 7 月，阳光氢能 200Nm³/h 的 PEM 绿电制氢系统启运发货。此外，阳光氢能公司自主研发出 1000Nm³/h 大型碱性水电解制氢设备、兆瓦级质子交换膜制氢系统对应的电解制氢设备，建有电解水制氢系统测试平台，满足 1000-3000 标方制氢系统测试需求。

九、隆基氢能

隆基氢能（西安隆基氢能科技有限公司）是隆基绿能于 2021 年 3 月成立的控股子公司，目前隆基氢能 LA-1000 碱性水电解槽已下线投入生产，单台产气量为 1000Nm³/h，设备操作压力最高可达 1.6MPa，操作负荷为 30%~110%，设备寿命超过 200000 小时；2022 年 5 月隆基氢能入围中石化万吨级绿氢示范项目。目前公司已经具备年产 500MW 电解水制氢设备产能，2022 年底隆基氢能产能将达 1.5GW。

十、赛克赛斯

赛克赛斯（山东赛克赛斯氢能源有限公司）成立于 2007 年（官方网址 <http://www.ql-spe.com/>），隶属山东赛克赛斯集团（原赛克赛斯控股），首席技术负责人是中国最早开发 SPE 电极技术的专家，已有 20 多年的相关研发经验，开发了四代该技术的氢气发生器产品，均

已获得专利。赛克赛斯的设备已广泛应用于高端实验室、电子半导体厂、电厂氢站、制氢站、氢储能等领域，公司着重利用固体聚合物电解质（Solid Polymer Electrolyte—SPE）阳离子（质子）交换膜，进行纯水电解制氢设备的研发，生产，销售，已为中国石油、国家电投、现代汽车等数百家国内外知名企业提供服务，并出口 30 多个国家地区。

赛克赛斯目前 PEM 电解制氢设备以及部分产品的相关技术参数，如下（来自官网）

产品中心 > PEM纯水电解制氢设备 > 大型制氢设备



大型制氢设备

产品简介
利用PEM技术电解纯水（杜绝加碱）制取高纯氢气QLE/S系列产品是一类轻型、高效、节能、环保类高科技专利产品。

产品特点

- 1、零极距、高活性PEM催化电极对
- 2、传质、热传化学工艺性能优秀的复极多元电解槽结构
- 3、电化学型、抗蚀性、耐钝化性等性能优越的复极多元电解槽选材
- 4、齐全、完备、可靠的电气自动控制系统
- 5、电解纯水（杜绝加碱）制氢、无腐蚀、无污染、氢气纯度高
- 6、单元槽槽电压低，电解槽内阻低不发热，干燥及更换周期长，氢气纯度高
- 7、电解电流小，但产气量足，升压快（3-5分钟）
- 8、氢气稳压、稳流输出，并随负载用气量变化自动跟踪，自动保护技术齐全、可靠。
- 9、稳压精度高，缺水，过压，防水冲等自动保护技术齐全、可靠
- 10、噪声小
- 11、耗电功率小，电解效率高
- 12、密封性能好

产品应用

- 1、大型火力发电厂发电机冷却
- 2、化工加氢、还原保护、金属冶炼、热处理
- 3、各种大气量、高纯氢场合均可使用
- 4、加氢站
- 5、半导体行业、IC封装

产品详细

技术参数

指 标 项 目	QLE/S-H2	QLE/S-H4	QLE/S-H6	QLE/S-H10	QLE/S-H30	QLE/S-H50~200
最大输出流量: Nm ³ /h	2	4	6	10	30	50~200
制氢机输出压力 (MPa)	0-3 (0--100%可调)					
电解耗水量 (L/h)	2	4	6	10	30	50~200
电解水温度 (℃)	5-50					
电解水的水质要求	水的电阻率>1兆欧姆					
制氢机柜型尺寸 长x宽x高 (mm)	1600x1000x1690	2300x1000x1930			4000x1500x1930	
氢气干露点 (℃)	-65					
电源电压 (V)	三相交流					
耗电量 (KWh/Nm ³)	5.0					

十一、康明斯恩泽

康明斯恩泽（康明斯恩泽（广东）氢能源科技有限公司）是由中国石化资本公司发起设立的恩泽基金与康明斯合资成立的公司，成立于2021年，公司地址位于广东省佛山市南海区。2022年1月，康明斯恩泽于广东佛山启动其电解水制氢设备生产基地项目，该产线建成后将生产康明斯 HyLYZER 系列 PEM 电解水制氢设备，一期年产 500 MW 能力将于 2023 年建成并实现量产，后续产能可根据市场需求扩大到 GW（1000MW）级。

（三）发展定位分析

1. 市场趋势：长期看好，清洁能源核心技术

各国普遍认为，气候变化是一个亟待解决的重大问题，越来越多的国家都在制订温室气体减排计划、绘制脱碳路线图，推动能源系统转型。电解水制氢这一绿色科技有望成为能源变革的核心，也是清洁能源版图中的重要一环。国际可再生能源署（IRENA）指出，要实现将全球变暖幅度控制在 1.5 摄氏度以内的气候目标，到 2050 年，氢能在能源消费中的占比应达到 12%。在此背景下，只有大力推广电解水制氢，才能满足不断增长的绿氢需求，到 2030 年，全球电解水制氢产能应从目前的约 0.5 吉瓦增至 350 吉瓦。因此，需要大幅扩大电解水制氢装置规模，让电解水制氢在国民经济去碳化努力中发挥关键作用。

2. 技术趋势：以质子交换膜技术攻关为主，碱性水电解和固体氧化物水电解等多种电解水技术并行发展

碱性水电解在经历了单极性到双极性、小型到大型、常压型到加压型、手动控制到全自动控制的发展历程后，已逐步进入成熟的工业化应用阶段。20 世纪 70 年代起，质子交换膜水电解制氢技术开始获得发展，并以其制氢效率高、设备集成化程度高及环境友好等特点成为水电解技术的研究重点，逐步实现从小型化到兆瓦级的发展。固体氧化物水电解制氢技术采用水蒸气电解，高温环境下工作，理论能效最高，但该技术尚处于实验室研发阶段。

质子交换膜制氢技术的瓶颈在于设备成本较高、寿命较低，且实际的电解效率还远低于理论效率，因此欧美等发达国家正重点开展技术攻关以突破技术瓶颈，实现质子交换膜制氢技术的更大发展。在技

术路线上，以质子交换膜技术攻关为主，碱性水电解和固体氧化物水电解等多种电解水技术并行发展。在技术开发上，质子交换膜制氢技术具体则侧重质子交换膜、贵金属催化剂等关键核心材料研究，以获得更高的电解效率与寿命；同时，开展低担载量纳米贵金属催化剂、非贵金属催化剂等的研究开发，碱性水电解制氢技术，重点推进高温碱性电解水装置的开发，推进高效率研究。

3. 竞争趋势：制氢设备市场需求迅速增加，国内电解水制氢企业阵营正快速壮大

随着绿氢项目的拓展，电解水制氢设备市场需求迅速增加，国内电解水制氢企业阵营正快速壮大，2022年以来，国内电解水制氢设备领域动作不断，新势力加速涌入，各企业纷纷推出新产品，多个制氢设备企业也按下了扩张快进键，加速抢占制氢新风口。总体来看，目前该领域还处于蓝海阶段，随着企业的不断涌入，未来拥有核心技术的企业或将脱颖而出，产生类似光伏行业的行业巨擘。

三. 企业重点产品专利导航分析

(一) 聚焦核心技术

1. 总体趋势分析

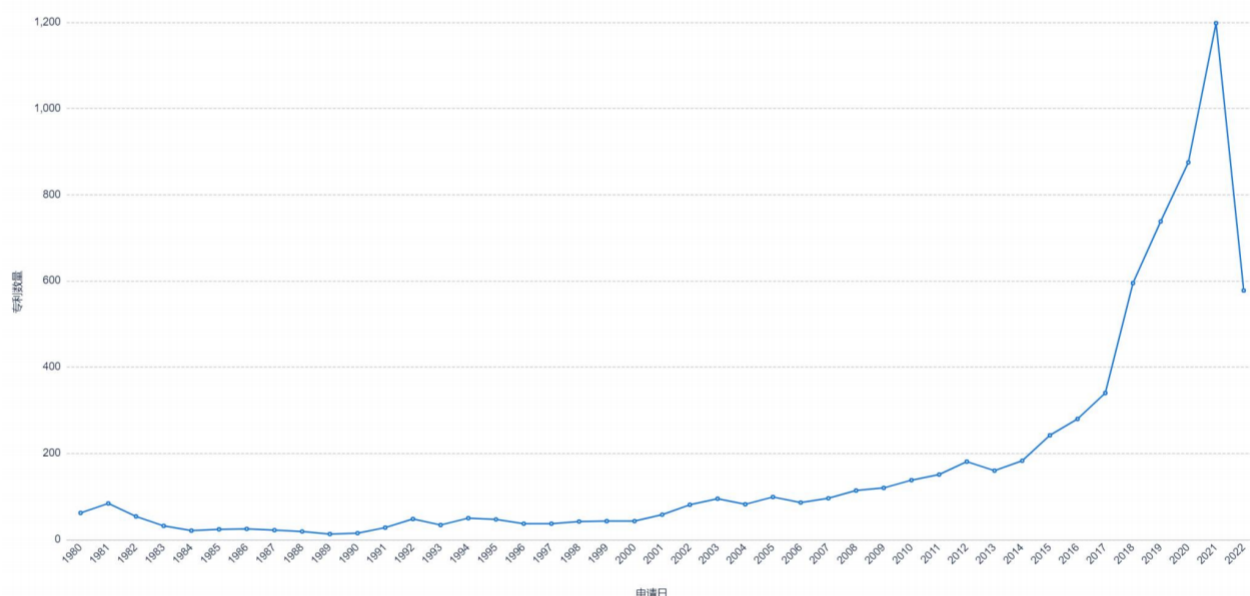


图 3-1 新能源制氢技术世界范围内专利申请趋势

图3-1是新能源制氢技术世界范围内专利申请趋势图,可以看到在2000年以前,新能源制氢技术专利年申请数量不超过50件,每年专利数量变化不大,该领域处于技术萌芽期;从2000年到2017年,新能源制氢技术专利总体保持增长的趋势,该领域进入初步发展期;2017年以后,新能源制氢技术专利数量呈爆发性增长,到2021年达到专利申请的高峰,新能源制氢技术领域进入快速发展期。

需要说明的是,由于专利申请到公开最迟需要18个月的期限,因

此2021年和2022年的专利申请目前尚未全部公开，上图中2021年和2022年的数据参考价值较小。

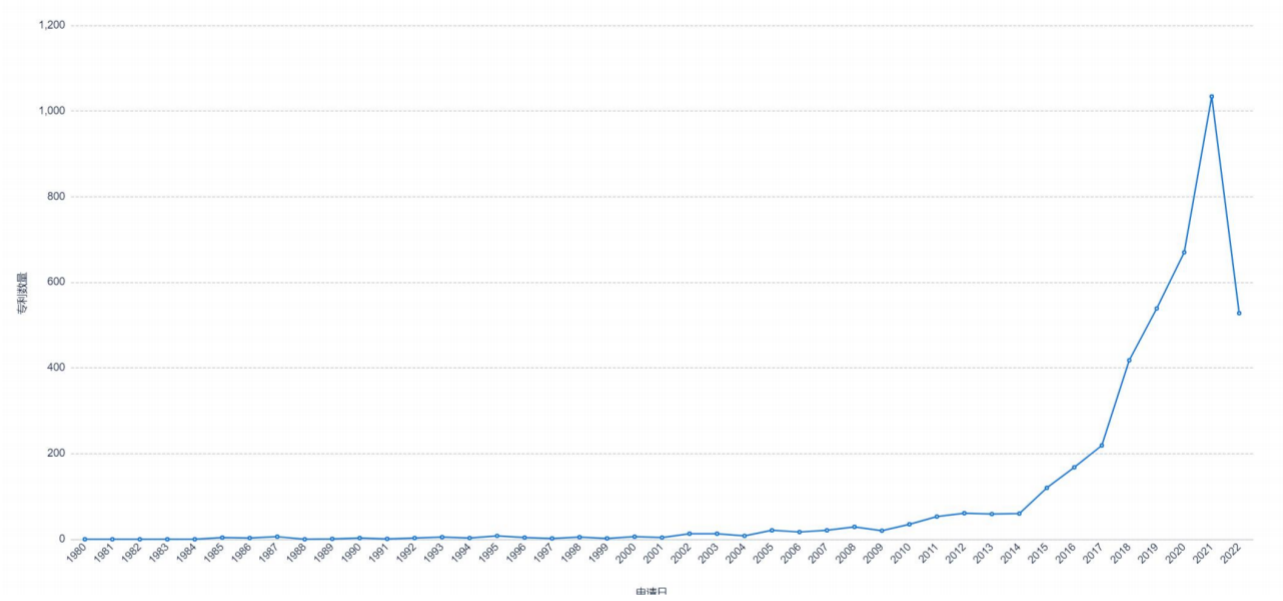


图 3-2 新能源制氢技术专利中国申请趋势

图3-2是新能源制氢技术中国专利的申请年度趋势图，和世界范围专利申请趋势很相似，在2000年以前，中国专利年申请量仅为个位数，2000年以后特别是2014年以后，新能源制氢技术中国专利爆发性增长，从斜率来看，年专利增速超过50%，中国贡献了新能源制氢技术世界范围内的大部分专利，这跟新能源近十年来在中国的高速发展也是匹配的，中国是新能源制氢技术发展最快的地区。

2.技术构成分析

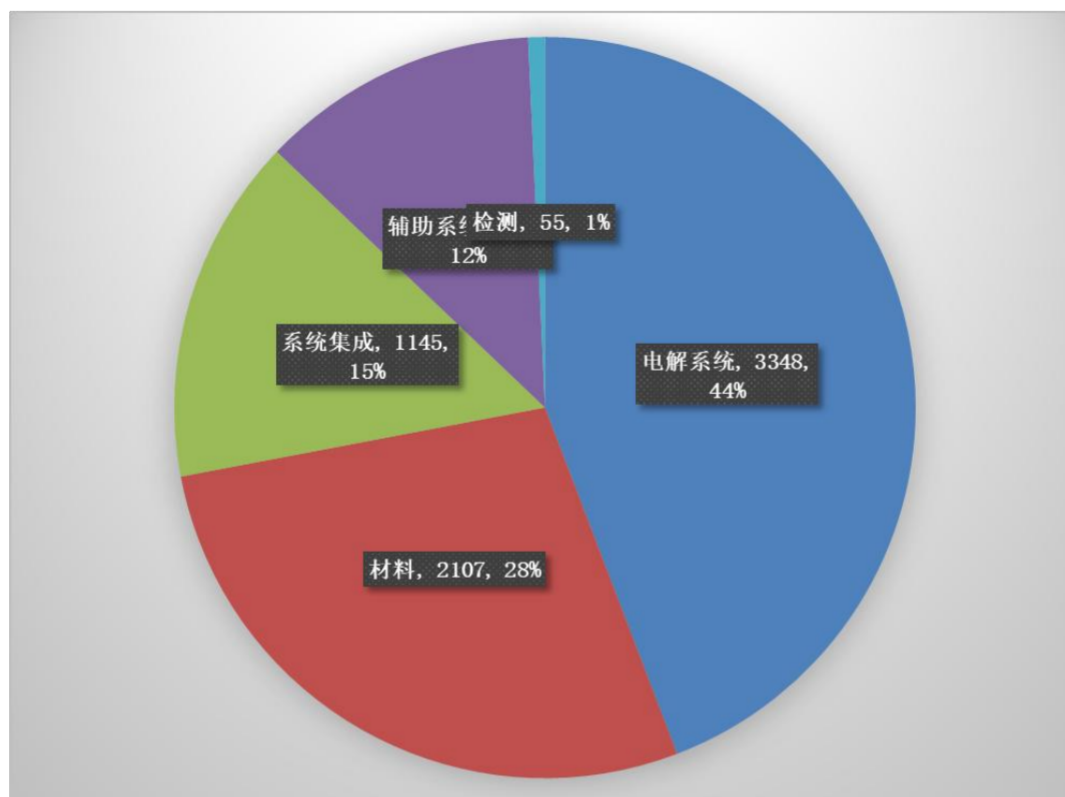


图 3-3 新能源制氢专利技术构成情况

图3-3是新能源制氢技术构成情况，从图中可以看出，新能源制氢专利分为五部分，分别为电解系统、材料、系统集成、辅助系统和检测。其中，电解系统的专利数量最多，占比超过四成，材料类专利数量其次，占比也接近三成，系统集成和辅助系统专利占比超过一成，检测类专利数量不多，电解系统、材料和系统集成类专利是新能源制氢专利申请的主要技术点。

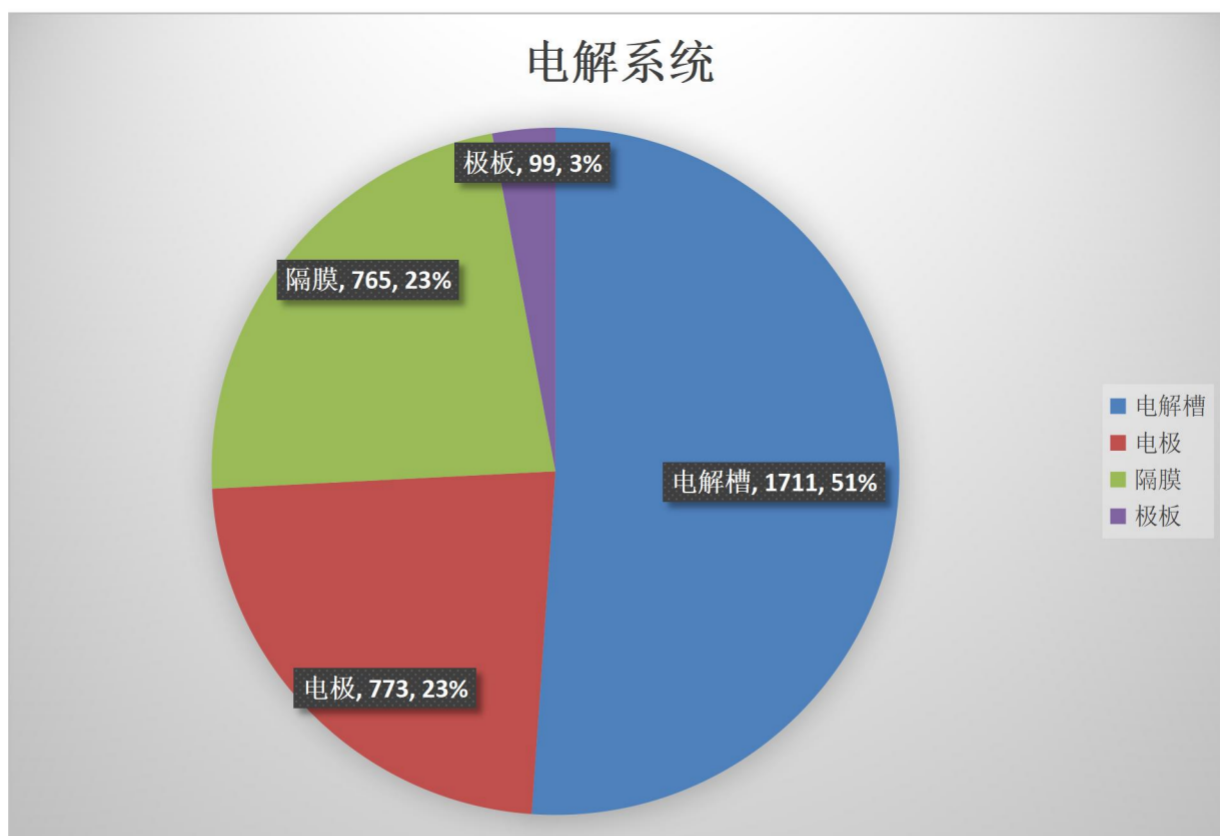


图3-4新能源制氢电解系统专利技术构成情况

图3-4是新能源制氢电解系统的专利构成情况，从图中可以看出，电解槽的专利数量最多占了一半，而电解槽的主要部件电极、隔膜的专利数量加起来接近一半，电解槽中电极和隔膜技术是电解系统中专利申请的主要技术点。

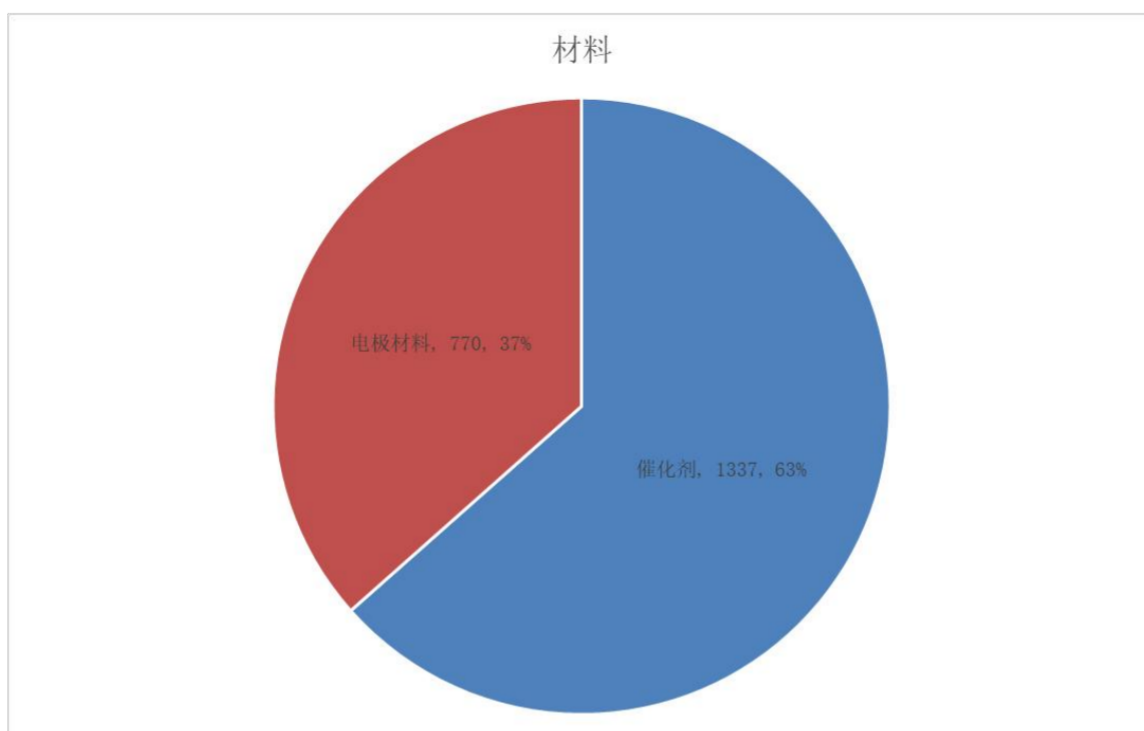


图3-5 新能源制氢材料专利技术构成情况

图3-5是新能源制氢材料类专利的技术构成情况，从图中可以看出，催化剂材料，占了六成，电极材料占了接近三成。

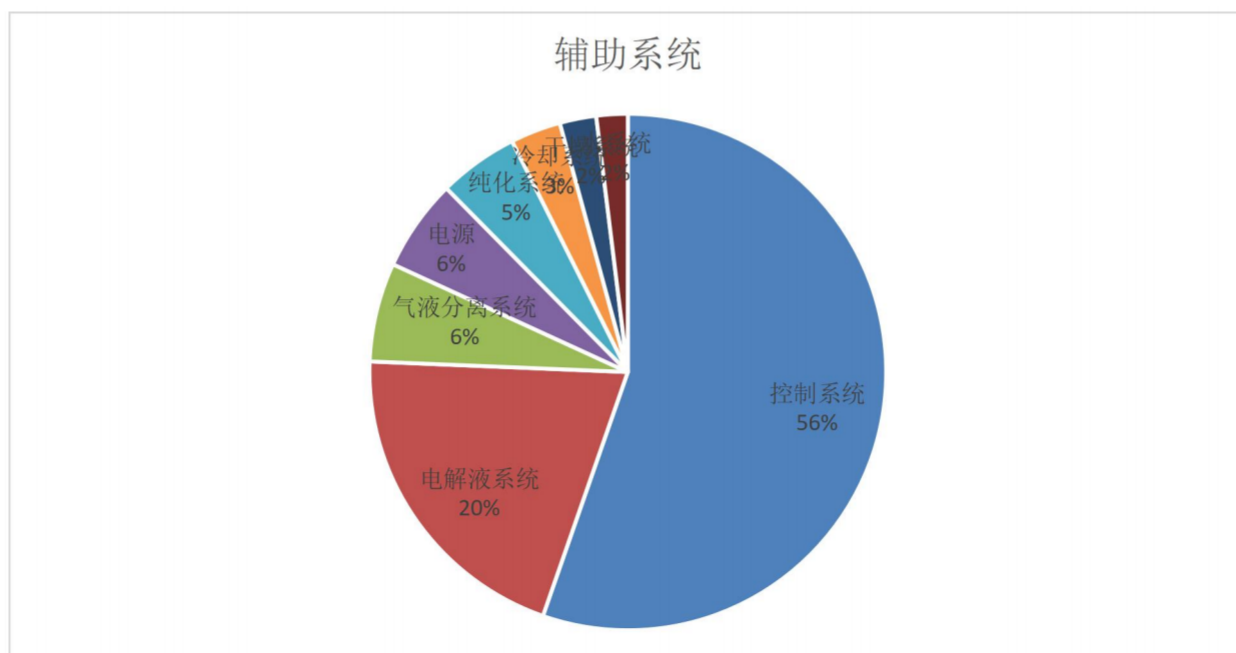


图3-6 新能源制氢材料辅助系统专利技术构成情况

图3-6是新能源制氢技术的辅助系统专利技术构成情况，从图中可以看出，控制系统专利数量占比超过一半，电解液系统专利占两成，气液分离系统、电源、纯化系统，冷却系统、干燥系统和水系统专利占比较少。

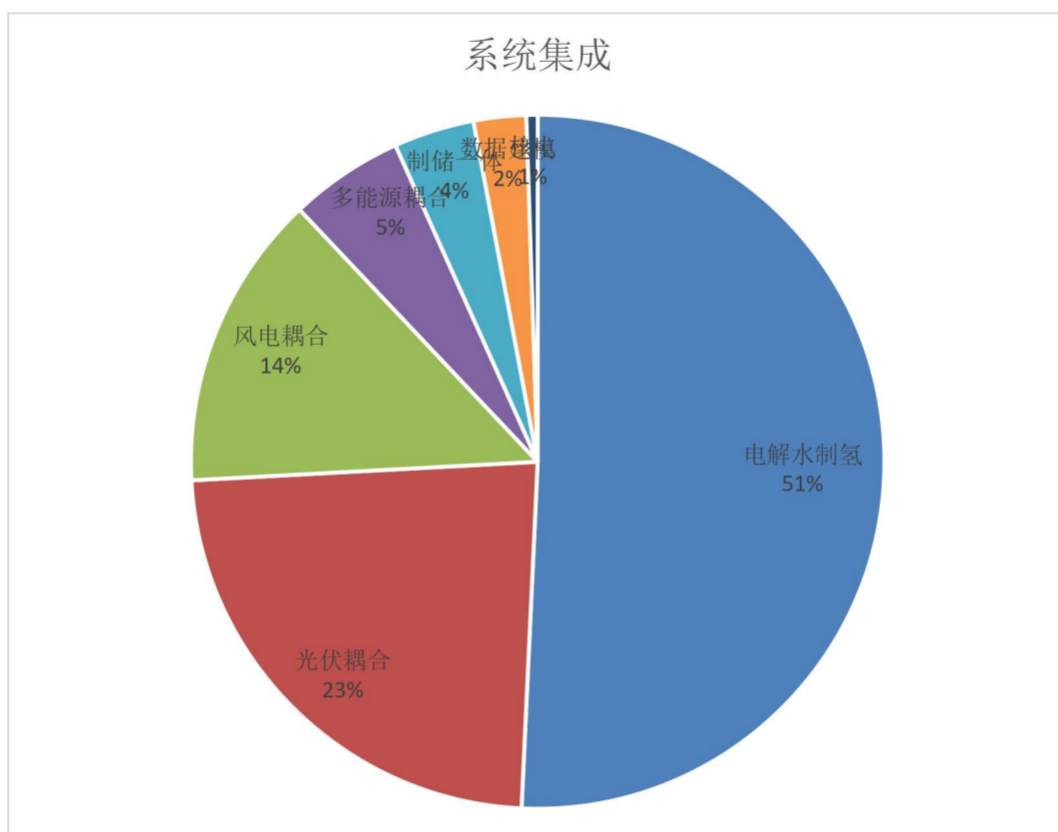


图3-7 新能源制氢系统集成类专利技术构成情况

图3-7是新能源制氢技术的系统集成专利技术构成情况，电解水制氢专利占比一半，光伏耦合占比23%，风电耦合占比14%，多能源耦合占比5%，从该图可知除去电解水系统自身系统集成类专利，电解水系统与多种新能源的耦合类专利是系统集成类专利申请的主要技术点。

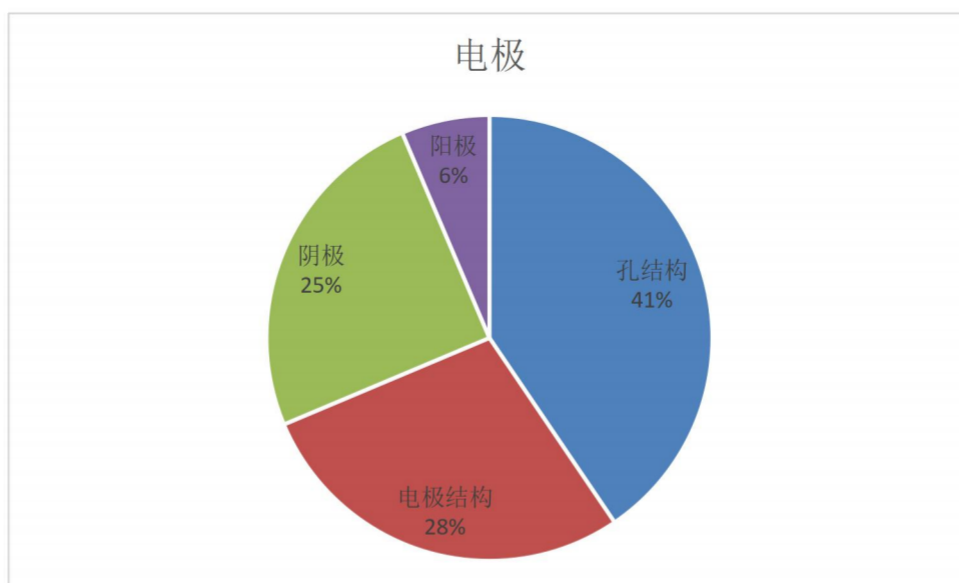


图3-8 新能源制氢电极类专利技术构成

图3-8是新能源制氢技术的电极专利技术构成情况，其中，电极孔结构占比四成，和电极结构专利占比三成，孔结构和电极结构是电极技术专利申请的主要技术点。

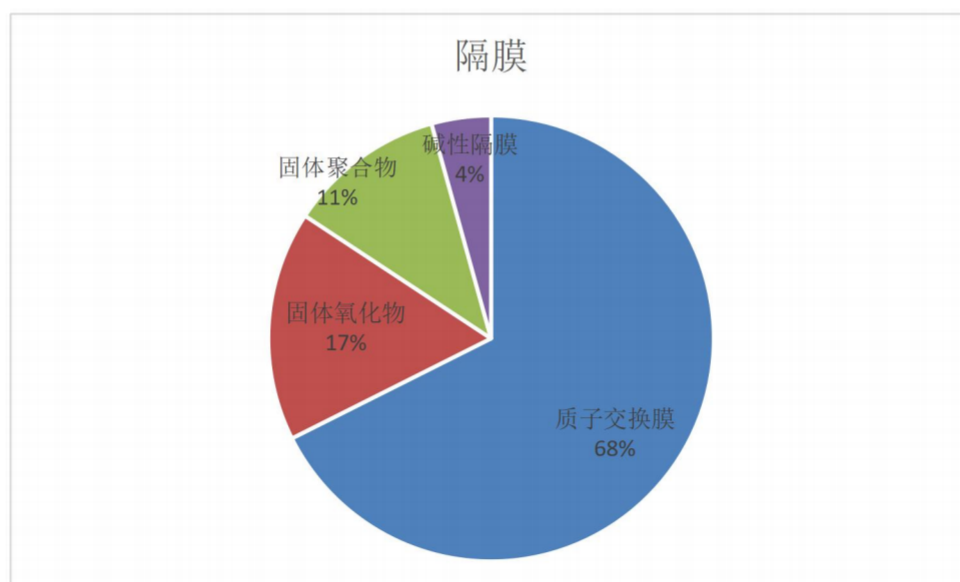


图3-9 新能源制氢隔膜类专利技术构成

图3-9是新能源制氢技术的隔膜专利技术构成情况，其中，质子交

换膜专利占比七成，固体氧化物专利占比17%，固体聚合物专利占比11%，碱性隔膜专利占比4%，隔膜类专利分别对应当前电解水制氢的集中主要电解方式，故重点关注质子交换膜、固体氧化物、固体聚合物这三种隔膜。

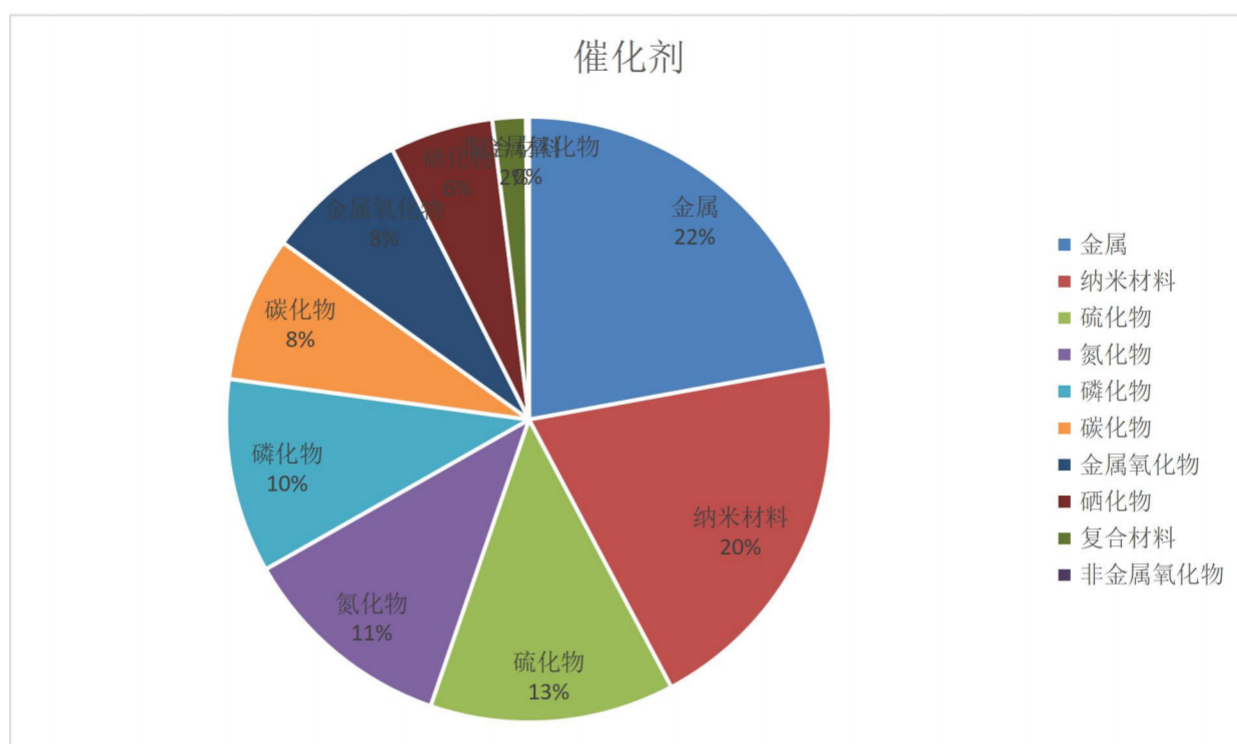


图3-10 新能源制氢催化剂专利技术构成

图3-10是新能源制氢技术催化剂专利技术构成情况，总体来看，催化剂材料比较分散，金属、纳米材料、硫化物、氮化物、硒化物占比超过10%，是几种比较重要的催化剂材料。

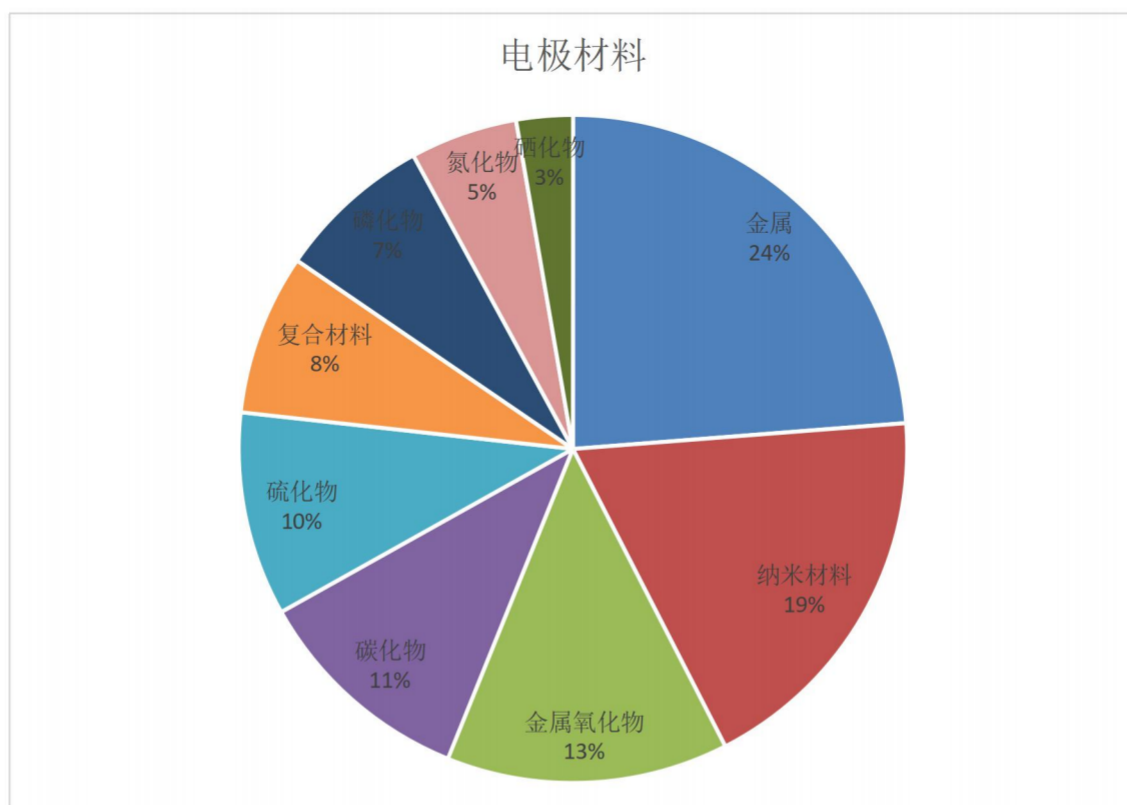


图3-11 新能源制氢电极材料专利技术构成

图3-11是新能源制氢技术电极材料专利技术构成情况,总体来看,电极材料也比较分散,金属、纳米材料、金属氧化物、碳化物、硫化物占比例超过10%,是电极材料中比较重要的材料。

3.专利技术活跃度分析

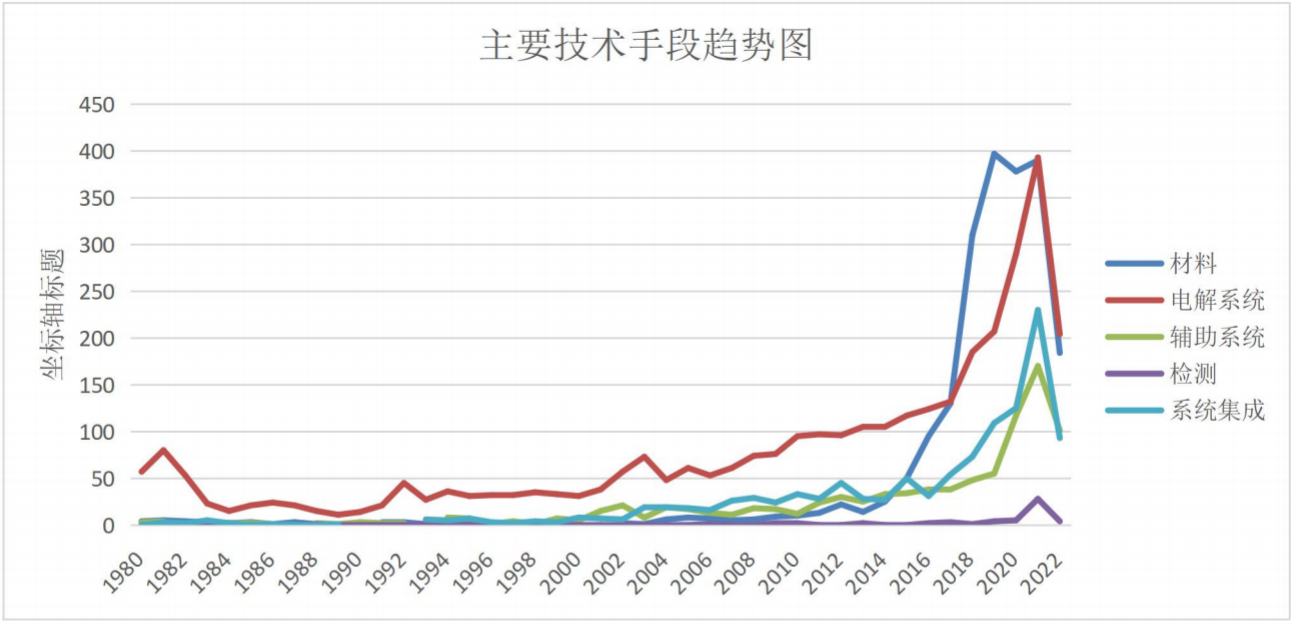


图 3-12 新能源制氢主要技术世界范围内专利申请趋势

图 3-12 是新能源制氢主要技术的世界范围内的专利申请趋势，总体来看，电解系统类 2000 年以后就开始增长 2016 年之后增长速度加快，材料类专利 2014 年以后增速较快，辅助系统和系统集成类专利在 2018 年以后增速较快，专利申请有从系统类向材料和系统集成类扩散的趋势。

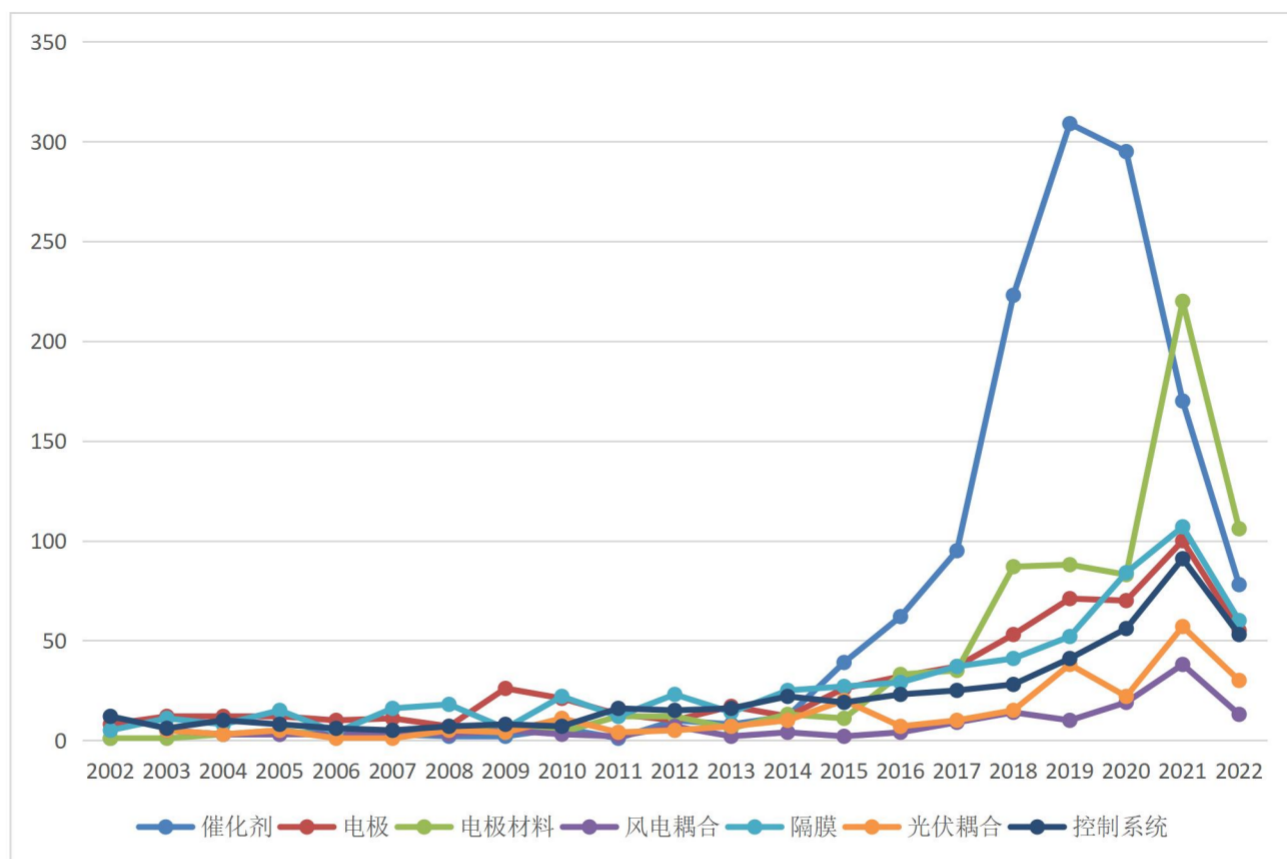


图 3-13 新能源制氢主要二级技术世界范围内专利申请趋势

图 3-13 是新能源制氢主要技术专利的世界范围内的专利申请趋势，电极和隔膜类专利趋势比较平稳，自 2010 年以来总体保持平稳的增长态势，催化剂和电极材料类专利，自 2015 年以来都开始快速增长，数量也快速超过了电极和隔膜类专利，而近 5 年以来控制系统、光伏耦合和风电耦合类专利也开始迅速增长。

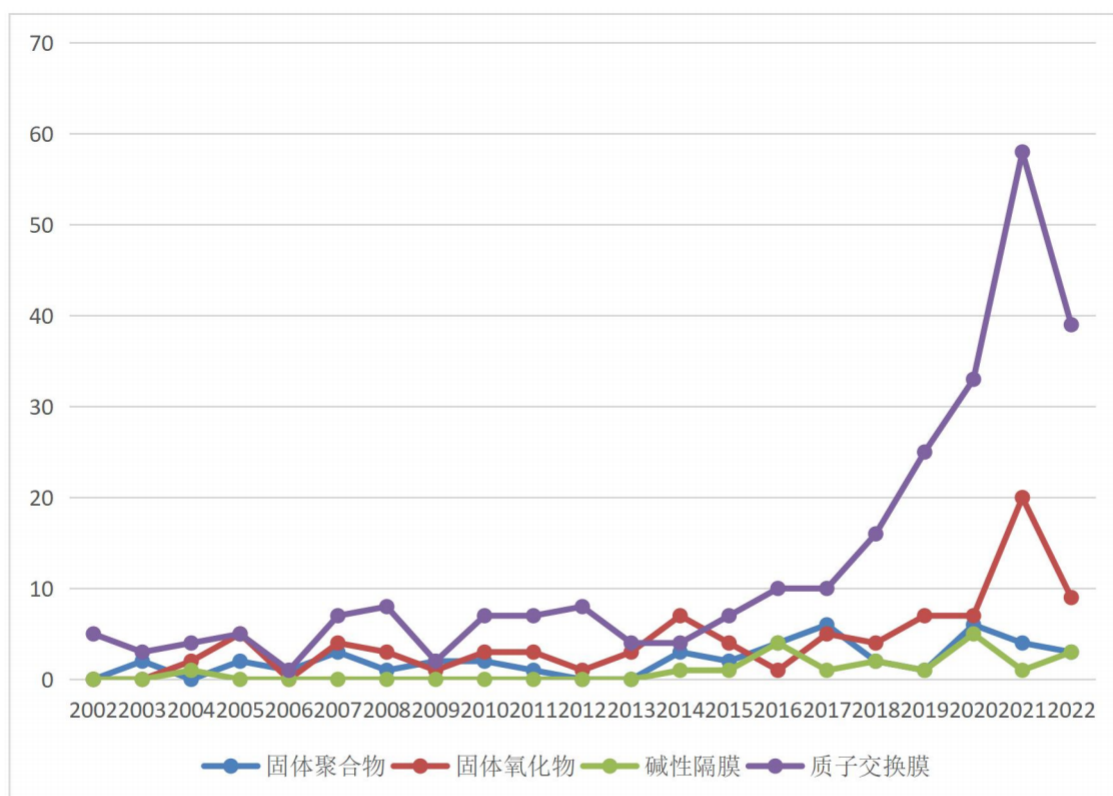


图 3-14 新能源制氢隔膜类专利世界范围内专利申请趋势

图 3-14 是新能源制氢技术隔膜类专利的世界范围内的专利申请趋势，质子交换膜类的专利 2017 年以后数量增长十分明显，固体氧化物的专利近几年也开始快速增长。

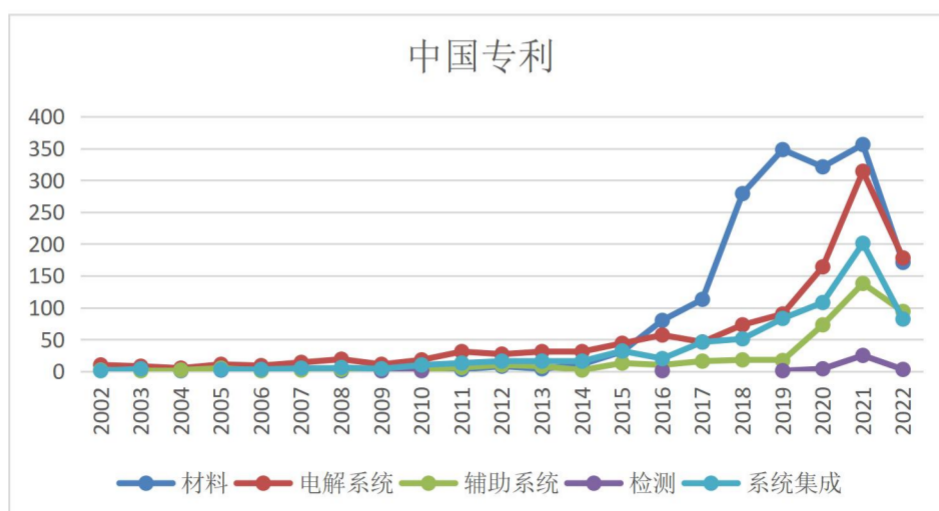


图 3-15 新能源制氢主要技术中国专利申请趋势

图 3-15 是新能源制氢技术主要技术的中国专利申请趋势，总体来看，与世界趋势不同，中国专利先是材料类自 2016 年以后开始迅速增长，电解系统、辅助系统和系统集成类专利在 2018 年以后也开始迅速增长。

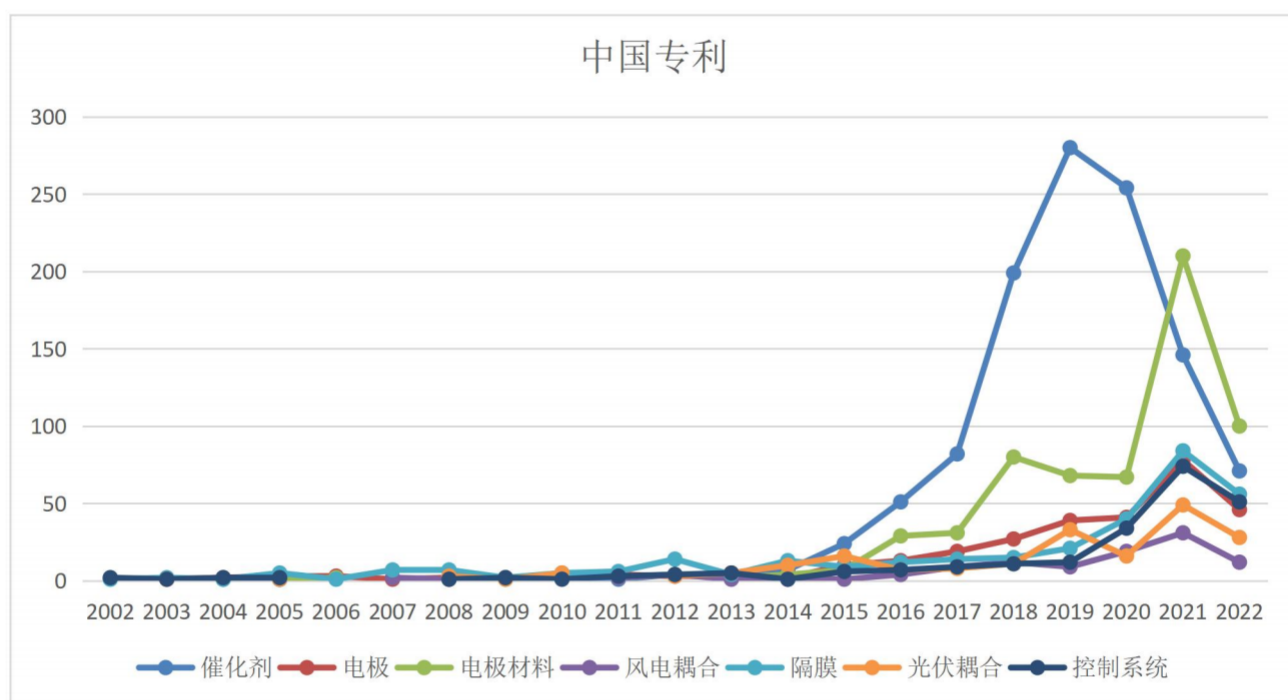


图 3-16 新能源制氢主要二级技术点中国专利申请趋势

图 3-16 是新能源制氢主要技术点的中国专利申请趋势，催化剂和材料类专利 2016 年以后快速增长，催化剂专利近几年开始回落，而近 5 年以来隔膜、控制系统、光伏耦合和风电耦合类专利增长比较迅速。

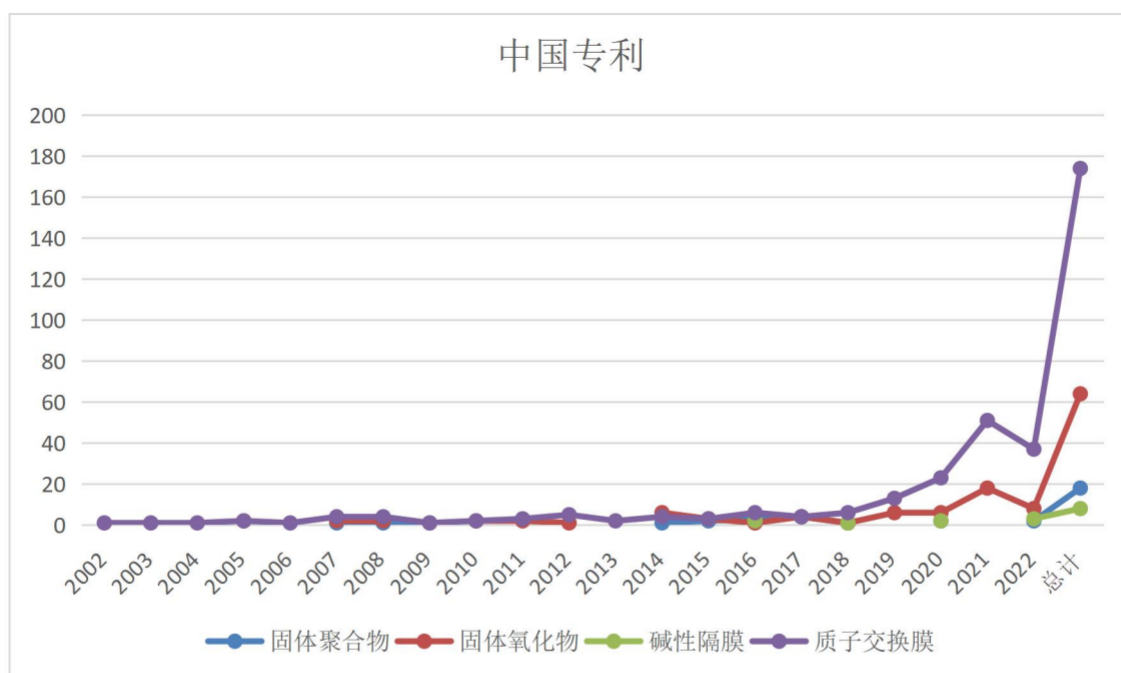


图 3-17 新能源制氢隔膜类技术中国专利申请趋势

图 3-17 是新能源制氢隔膜类技术的中国专利申请趋势，质子交换膜类和固体氧化物的专利近 2 年增长速度特别快，考虑到还有部分专利尚未公开，质子交换膜和固体氧化物专利是中国专利近年的热点技术。

4.技术功效矩阵分析

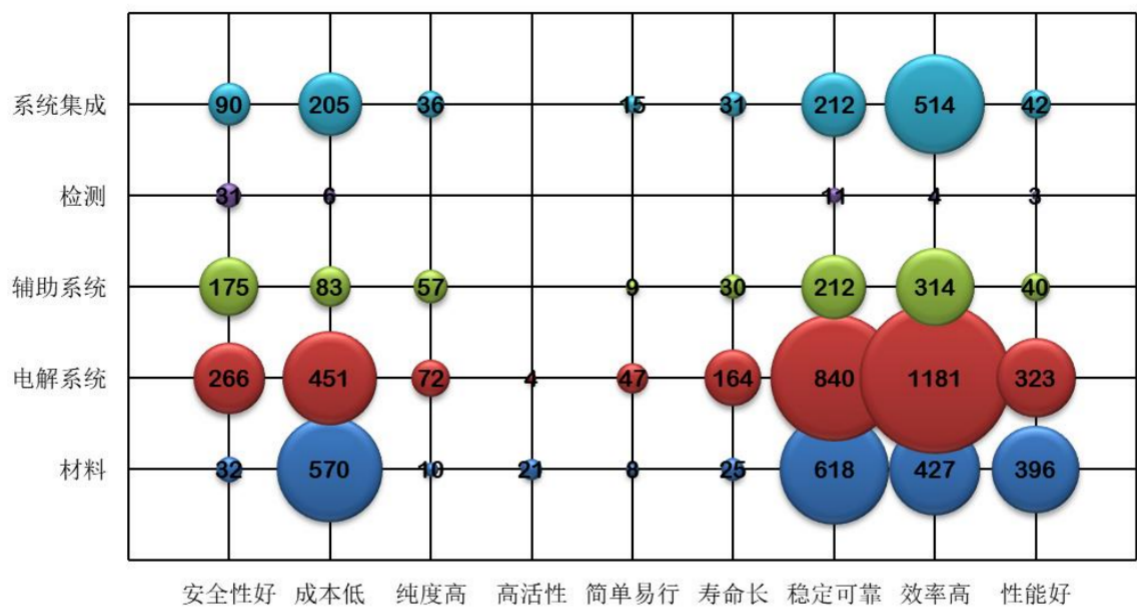


图 3-18 新能源制氢专利技术功效矩阵

看出新能
积越大，
越小或者
是专利空
通过辅助
全性好、
成本低、
技术点是
利壁垒。
，可根据
。

下面对新能源制氢技术专利的二级技术分类进行进一步分析。

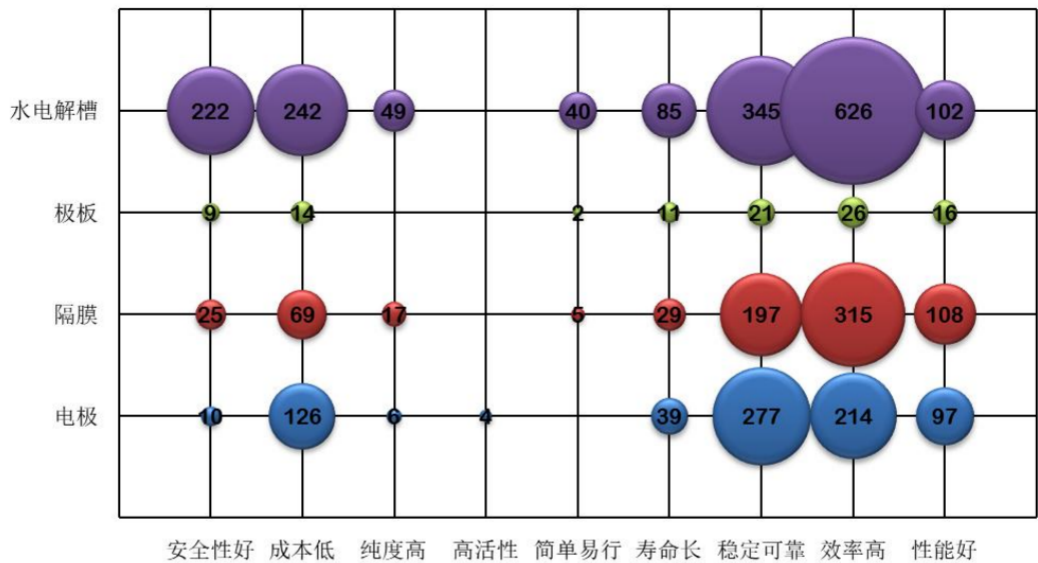


图 3-19 新能源制氢电解系统专利技术功效矩阵

图 3-19 为新能源制氢电极系统专利的技术功效矩阵图，从中可以看出，专利主要集中在通过水电解槽实现安全性好、成本低、稳定可靠、效率高，通过隔膜实现稳定可靠、效率高、性能好，通过电极实现成本低，稳定可靠、效率高、性能好等技术点。

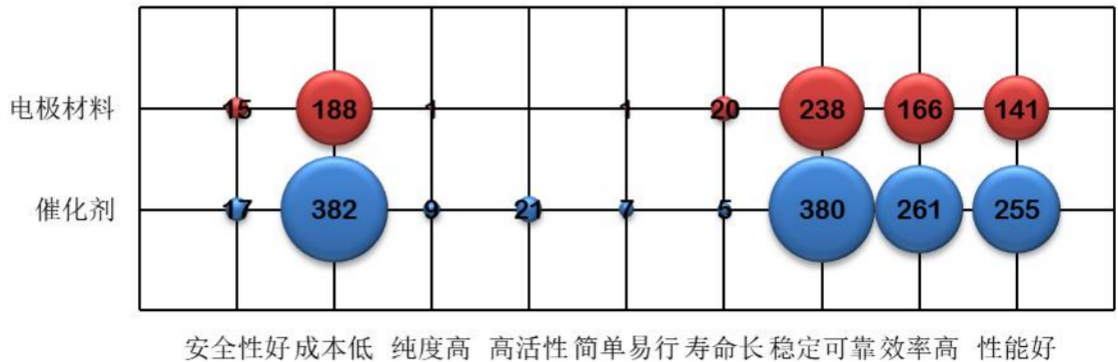


图 3-20 新能源制氢材料专利技术功效矩阵

图 3-20 为新能源制氢材料专利的技术功效矩阵图，从中可以看出专利主要集中在通过电极材料实现成本低、稳定可靠、效率高、性能好，通过催化剂实现成本低、稳定可靠、效率高、性能好等技术点。

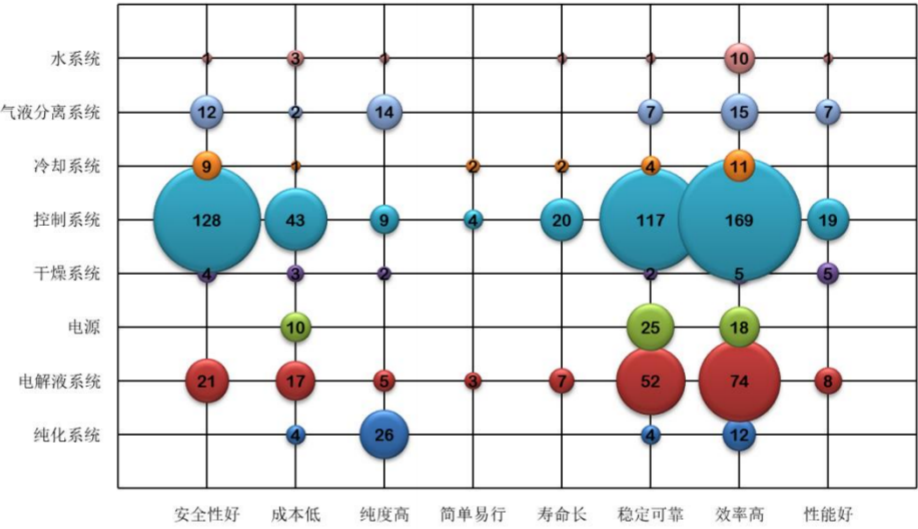


图 3-21 新能源制氢辅助系统专利技术功效矩阵

图 3-21 为新能源制氢辅助系统专利的技术功效矩阵图，从中可以看出专利主要集中在通过控制系统实现安全性好、成本低、稳定可靠、效率高，通过电源实现稳定可靠、效率高，通过电解液系统实现安全性好、成本低、稳定可靠、效率高，通过纯化系统实现纯度高等技术点。

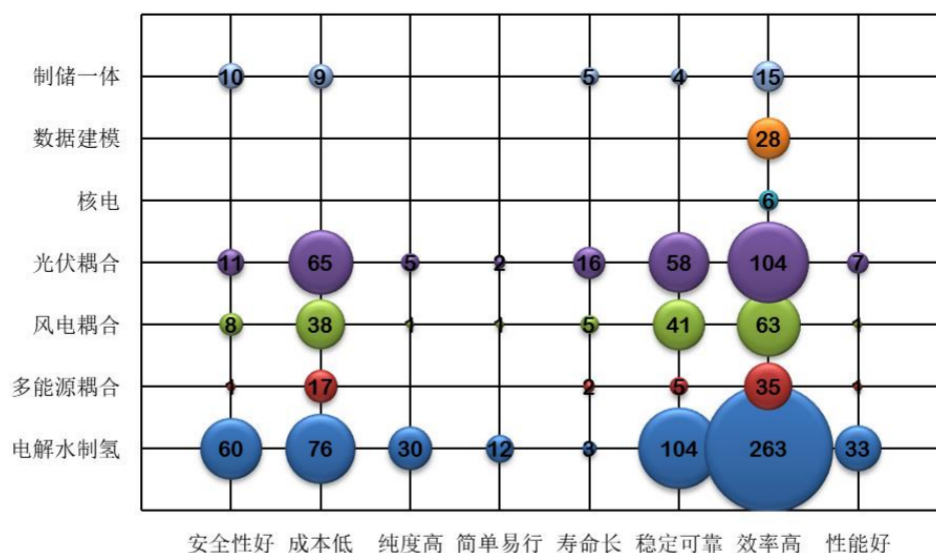


图 3-22 新能源制氢系统集成专利技术功效矩阵

图 3-22 为新能源制氢系统集成专利的技术功效矩阵图，从中可以看出专利主要集中在通过光伏耦合实现成本低、稳定可靠、效率高，通过风电耦合实现成本低、稳定可靠、效率高，通过电解水制氢实现安全性好、成本低、纯度高、稳定可靠、效率高、性能好等技术点。

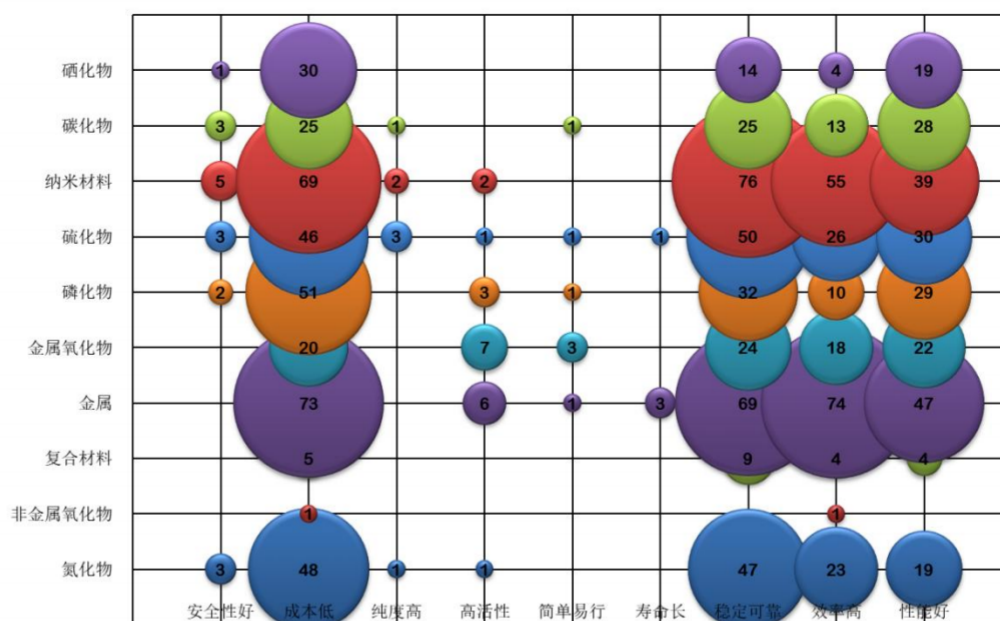


图 3-23 新能源制氢催化剂专利技术功效矩阵

图 3-23 为新能源制氢催化剂专利的技术功效矩阵图，从中可以看出专利主要集中在通过硒化物实现成本低，通过纳米材料实现成本低、稳定可靠、效率高、性能好，通过硫化物实现成本低、稳定可靠、效率高、性能好，通过磷化物实现成本低、稳定可靠，通过金属实现成本低、稳定可靠、效率高、性能好，通过氮化物实现成本低、稳定可靠等技术点。

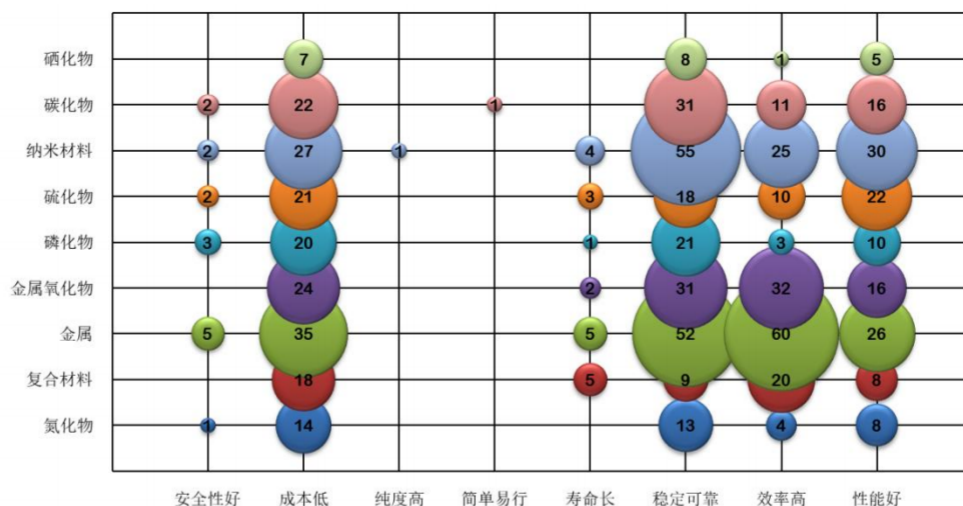


图 3-24 新能源制氢电极材料专利技术功效矩阵

图 3-24 为新能源制氢点击材料专利的技术功效矩阵图，从中可以看出专利主要集中在通过碳化物实现稳定可靠，通过纳米材料实现稳定可靠、性能好，通过金属氧化物实现稳定可靠、效率高，通过金属实现成本低、稳定可靠、效率高等技术点。

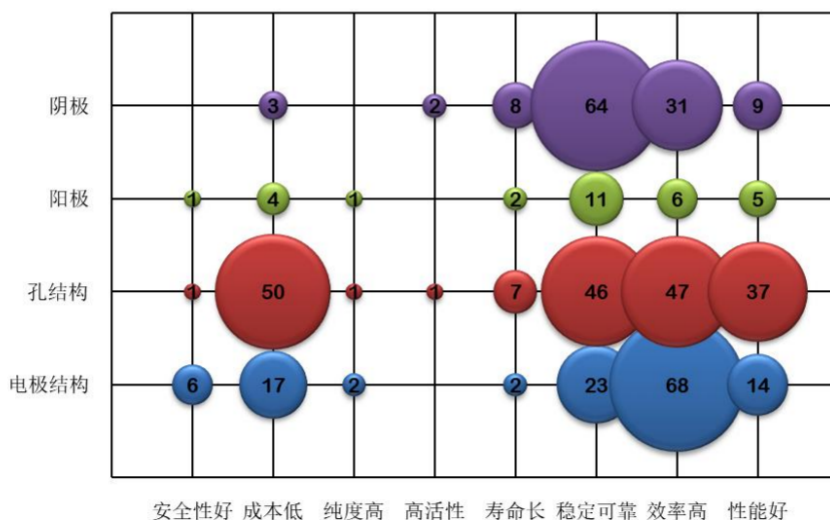


图 3-25 新能源制氢电极专利技术功效矩阵

图 3-25 为新能源制氢电极专利的技术功效矩阵图，从中可以看出专利主要集中在通过阴极实现稳定可靠、效率高，通过孔结构实现成本低、稳定可靠、效率高、性能好，通过电极结构实现效率高等技术点。

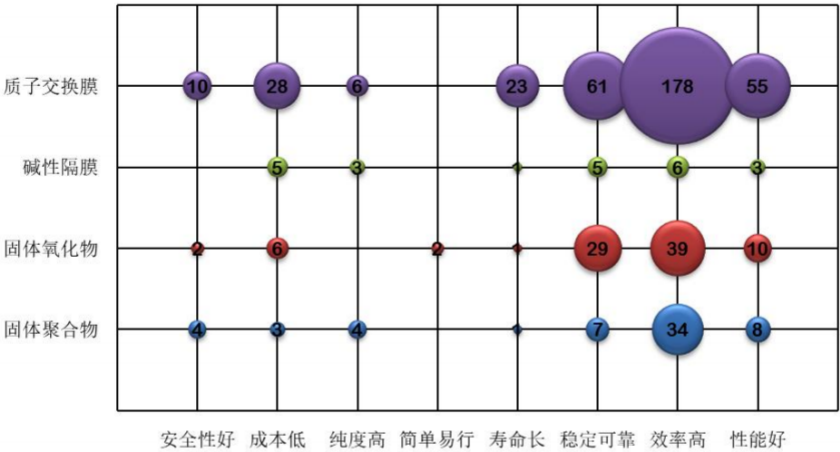


图 3-26 新能源制氢隔膜专利技术功效矩阵

图 3-26 为新能源制氢隔膜专利的技术功效矩阵图，从中可以看出专利主要集中在通过质子交换膜实现成本低、寿命长、稳定可靠、效率高、性能好，通过固体氧化物实现稳定可靠、效率高，通过固体聚合物实现效率高等技术点。

5.重点专利技术

专利被引用次数是衡量专利技术质量的两个主要指标。专利被引用次数多说明受到后来研究者高度关注，代表一定的技术核心地位。

表 3-1 列出美国地区仍有效的被引用次数最高的前 10 项专利。

表 3-1 美国被引用次数最高的前 10 项专利

公开号	申请日	名称	专利权人	申请地区
US9303325B2	2012-03-23	Power dispatch system for electrolytic production of hydrogen from wind power	下一氢公司	美国
US7976686B2	2007-07-23	Efficient reversible electrodes for solid oxide electrolyzer cells	陶瓷技术有限公司	美国
US10975483B2	2016-03-18	Diaphragm for alkaline water electrolysis, alkaline water electrolysis device, method for producing hydrogen, and method for producing diaphragm for alkaline water electrolysis	旭化成株式会社	美国
US11268201B2	2019-01-14	Electrolyser and energy system	洁能氏公司	美国
US8216436B2	2009-08-25	Hetero-nanostructures for solar energy conversions and methods of fabricating same	波士顿学院	美国
US8999135B2	2013-09-19	PEM water electrolyser module	下一氢公司	美国
US9527062B2	2014-05-09	Process for scalable synthesis of molybdenum disulfide monolayer and few-layer films	北卡罗来纳州立大学	美国
US11230774B2	2017-01-30	Homogeneously dispersed multimetal oxy-hydroxide catalysts	多伦多大学理事会	美国
US9938627B2	2013-06-11	Gas permeable electrode and method of manufacture	AQUA HYDREX INC	美国

US7807063B2	2004-10-21	Solid polymer electrolyte composite membrane comprising plasma etched porous support	PLUG POWER	美国
-------------	------------	--	------------	----

小

展

的

材

是

隔

米

处于快速发

新能源制氢

化剂和电极

控制系统，

、电极结构，

中金属、纳

米材料、金

属氧化物、碳化物、硫化物是新能源制氢技术的主要技术分支。

(3)

迅速增长，

始迅速增长

化剂专利近

和风电耦合

近 2 年增长

2016 年以后开始

2018 年以后也开

以后快速增长，催

制系统、光伏耦合

固体氧化物的专利

术。

(4) 从效率高、性能好，通过材料实现成本低、稳定可靠、成本靠、效率量较多，由于上述技术点的专利非常重视专利申请或是专利申请数量不多的专利空白点，可根据该技术点的技术实现难易程度来进行专利布局。

（二）竞争对手分析

1.竞争对手识别

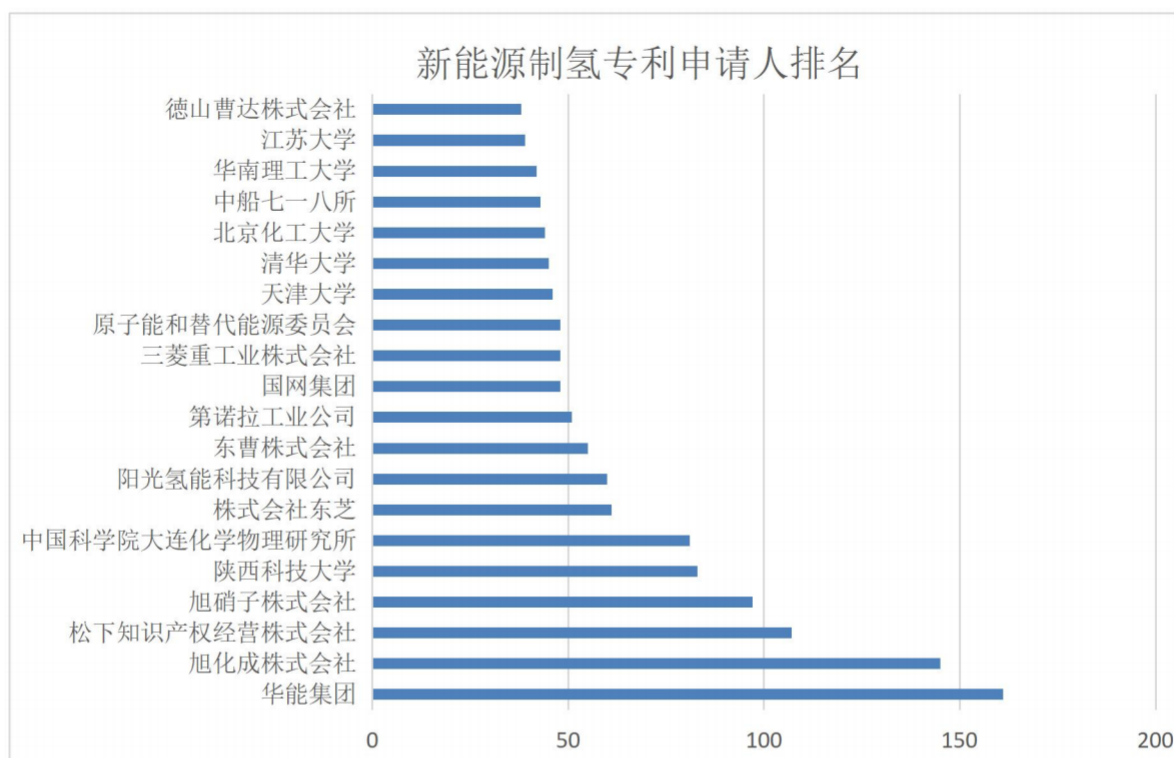


图 3-27 新能源制氢技术专利排名前二十位申请人

图 3-27 是新能源制氢技术专利排名前二十位的申请人，新能源制氢技术专利的申请人主要来自中国和日本，其中，华能集团专利数量最多，旭化成公司专利数量排名第二，松下公司专利数量排名第三，国内的高校和科研院所排名也比较靠前。

2.竞争对手专利申请趋势分析

专利权人	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
华能集团						2	3	11	116	29
旭化成株式会社	7	8	4	9	7	27	14	13	4	1
松下知识产权经营株式会社	2	6	2	2	10	12	32	27	11	1
旭硝子株式会社				1			3	4	3	
陕西科技大学					2	21	18	17	17	8
中国科学院大连化学物理研究所	1	7	4	4	6	8	9	14	18	1
株式会社东芝	3	1	10	10	5	7	5	6	2	
阳光氢能科技有限公司								6	21	33
东曹株式会社		4		2	1	2				
第诺拉工业公司	8	4	1	3			2	2	3	1
国网集团						2	3	8	27	8
三菱重工业株式会社							2			
原子能和替代能源委员会	3	3	2	1	5	2				
天津大学					2	11	14	4	8	3
清华大学		4	1	1		1	3		20	4
北京化工大学				3	3	7	3	10	10	7
中船七一八所								3	16	10
华南理工大学				7	2	3	9	6	9	6
江苏大学					5	7	6	7	11	2
德山曹达株式会社					1	1	5	3	2	

图 3-28 新能源制氢专利主要申请人近十年专利申请

图 3-28 是新能源制氢专利主要申请人近十年专利申请，旭硝子公司、东曹株式会社、第诺拉工业公司、三菱重工、原子能和替代能源委员会、德山曹达株式会社这几个排名靠前申请人近十年专利数量不多，已经开始淡出新能源制氢领域。

下面针对剩余的申请人进行进一步的专利分析。

3.主要竞争对手研发方向分析

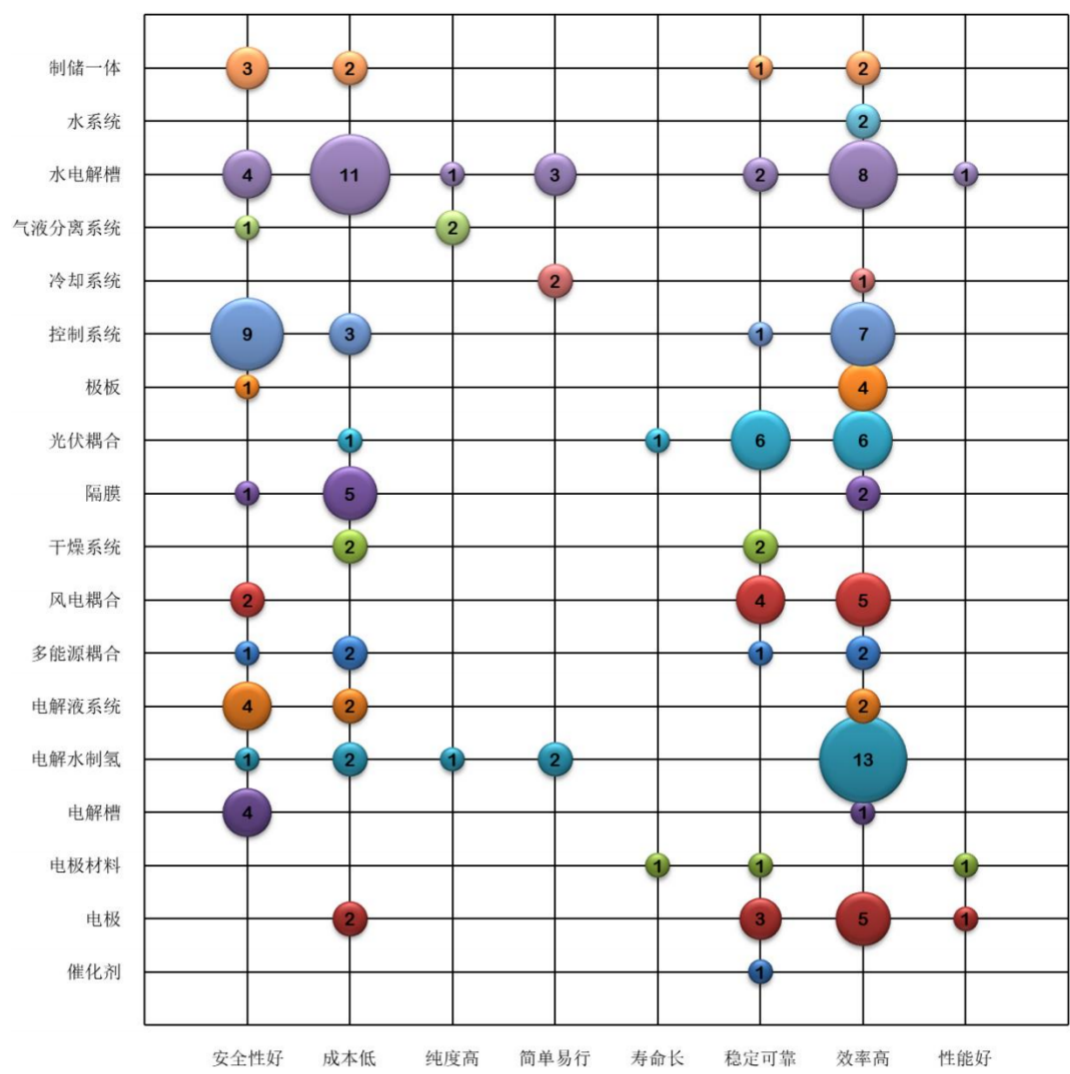


图 3-29 华能集团专利功效手段矩阵分析

图 3-29 是华能集团的专利功效手段矩阵分析，从中可以看到在几个重要的技术点，如控制系统实现安全性好、效率高，光伏耦合实现稳定可靠、效率高，隔膜实现成本低，风电耦合实现效率高，电极实现效率高，华能集团已经布局了专利，在其他技术点，华能集团的专利布局也是相当广泛，涵盖了所有技术点。

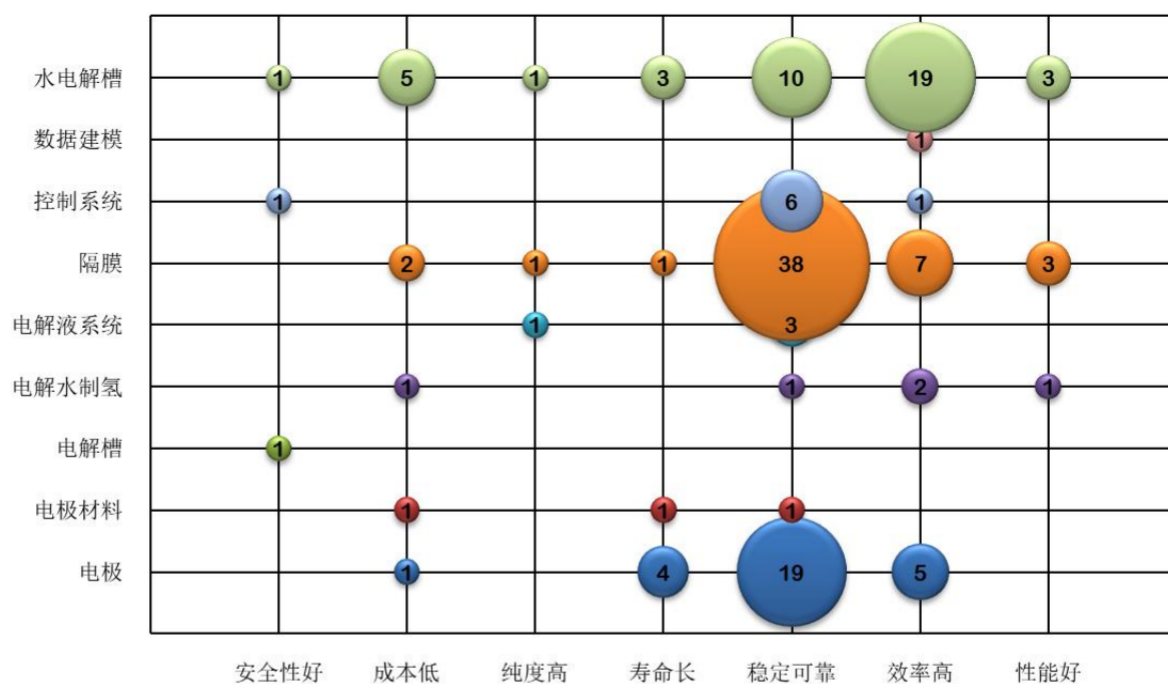


图 3-30 旭化成公司专利功效手段矩阵分析

图 3-30 是旭化成公司的专利功效手段矩阵分析，从中可以看到在几个重要的技术点，如控制系统实现稳定可靠，隔膜实现稳定可靠、效率高，电极实现稳定可靠，旭化成公司已经布局了专利，其专利集中在电极和隔膜。

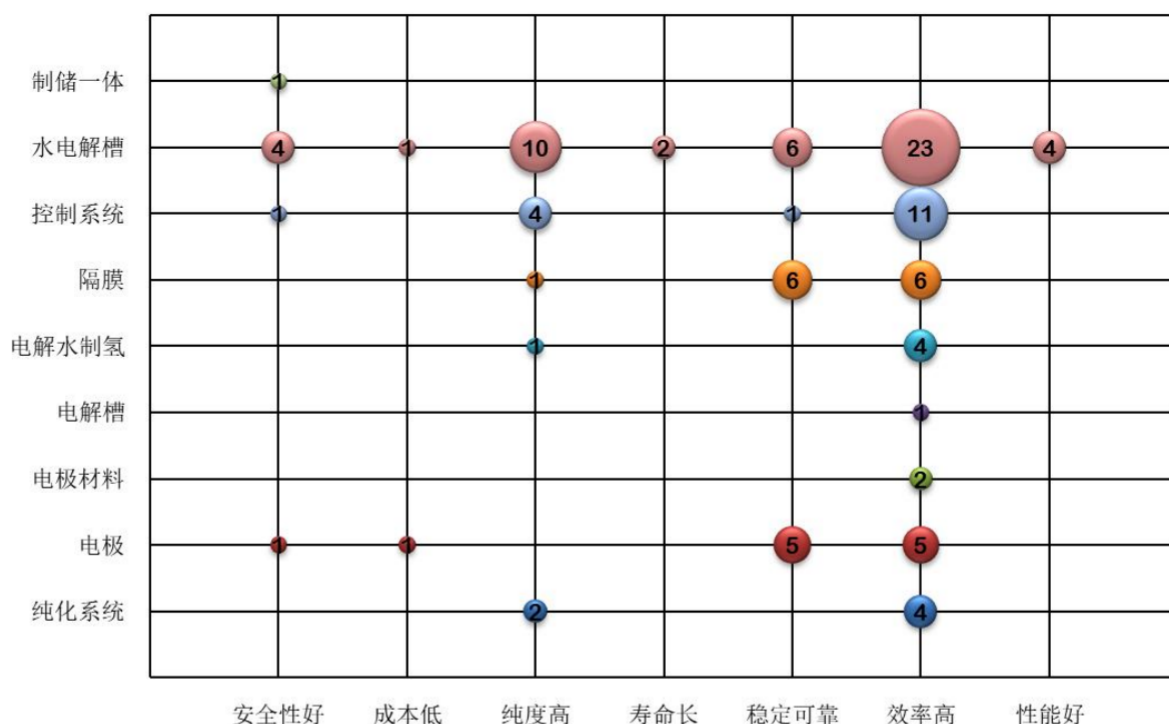


图 3-31 松下知识产权公司专利功效手段矩阵分析

图 3-31 是松下知识产权公司的专利功效手段矩阵分析，从中可以看到在几个重要的技术点，如控制系统实现效率高，隔膜实现稳定可靠、效率高，电极实现稳定可靠、效率高，松下知识产权公司已经布局了专利。

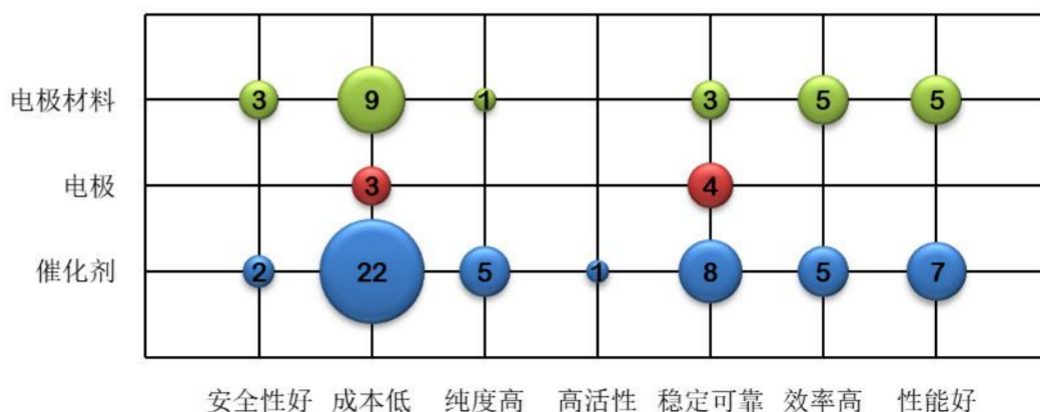


图 3-32 陕西科技大学专利功效手段矩阵分析

图 3-32 是陕西科技大学的专利功效手段矩阵分析，从中可以看到陕西科技大学的专利布局主要集中在催化剂和电极材料类。

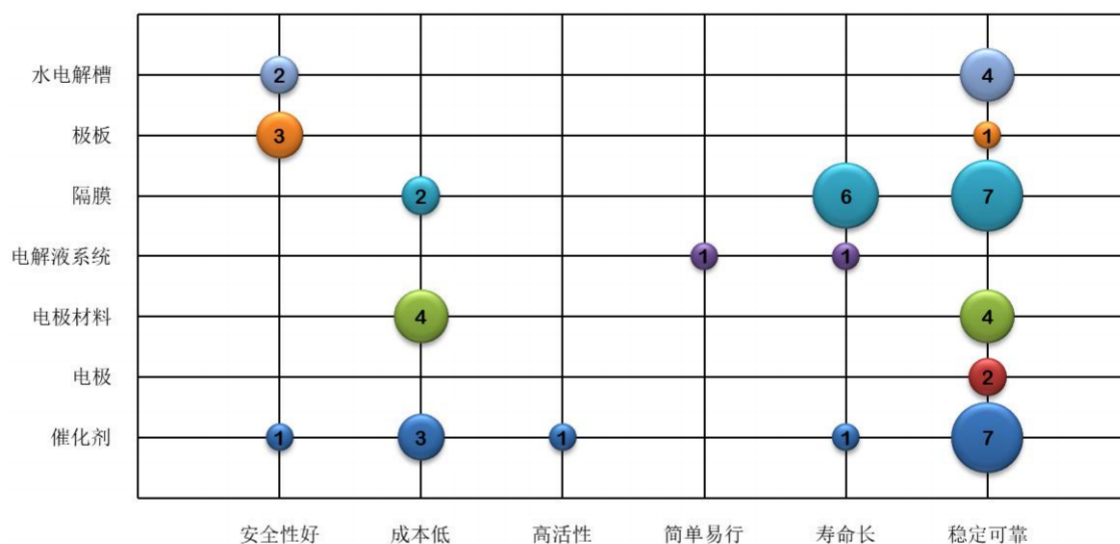


图 3-33 中国科学院大连化学物理研究所专利功效手段矩阵分析

图 3-33 是中国科学院大连化学物理研究所的专利功效手段矩阵分析，从中可以看到在几个重要的技术点，隔膜实现寿命长、稳定可靠，电极材料实现成本低、稳定可靠，催化剂实现稳定可靠，中国科学院大连化学物理研究所已经布局了专利。

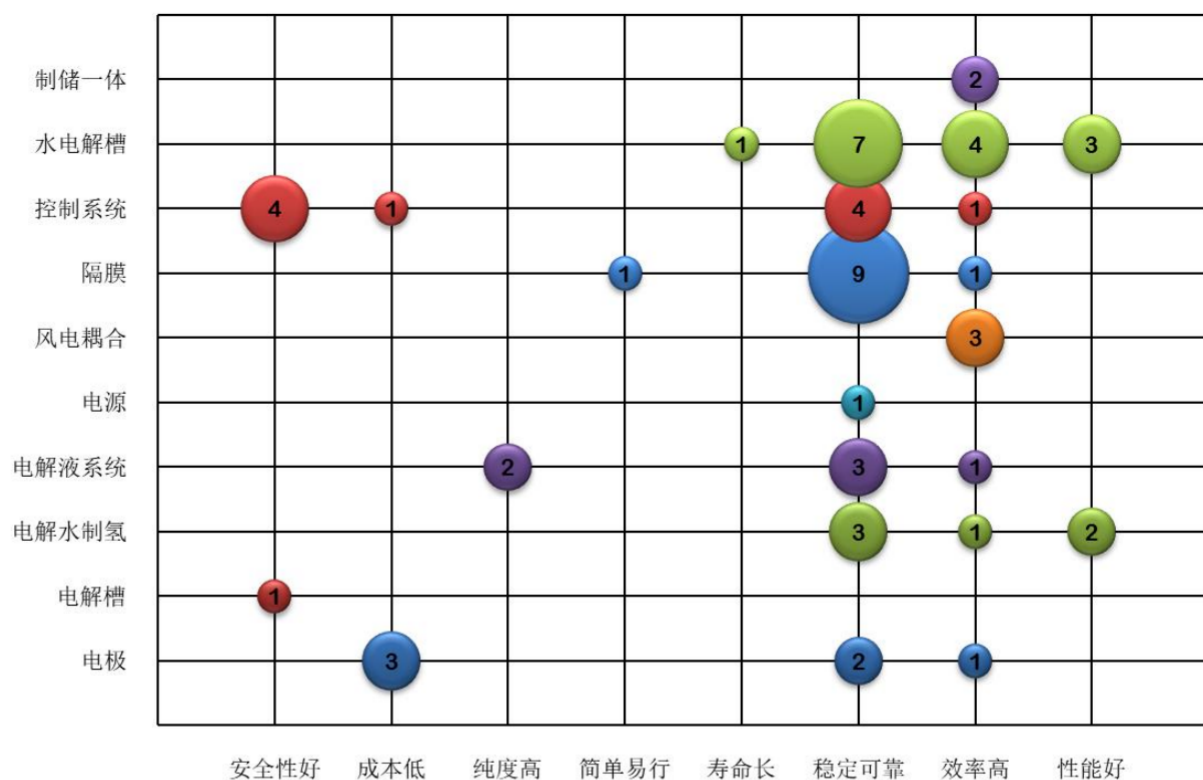


图 3-34 株式会社东芝专利功效手段矩阵分析

图 3-34 是株式会社东芝的专利功效手段矩阵分析，从中可以看到在几个重要的技术点，如控制系统实现安全性好、稳定可靠，隔膜实现稳定可靠，风电耦合实现效率高，电极实现成本低，株式会社东芝已经布局了专利。

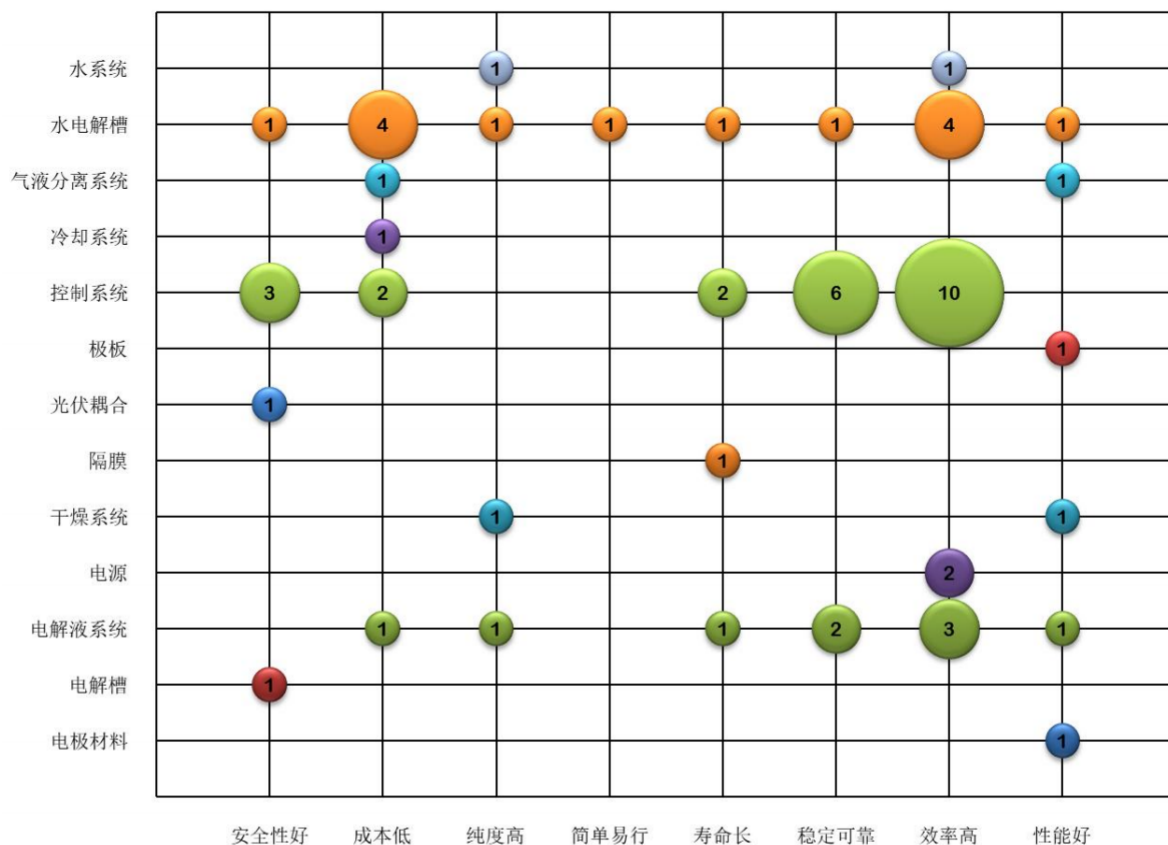


图 3-35 阳光氢能专利功效手段矩阵分析

图 3-35 是阳光氢能的专利功效手段矩阵分析，从中可以看到在几个重要的技术点，控制系统实现安全性好、稳定可靠、效率高，阳光氢能已经布局了专利，在其他技术点，阳光氢能的专利布局也是相当广泛。

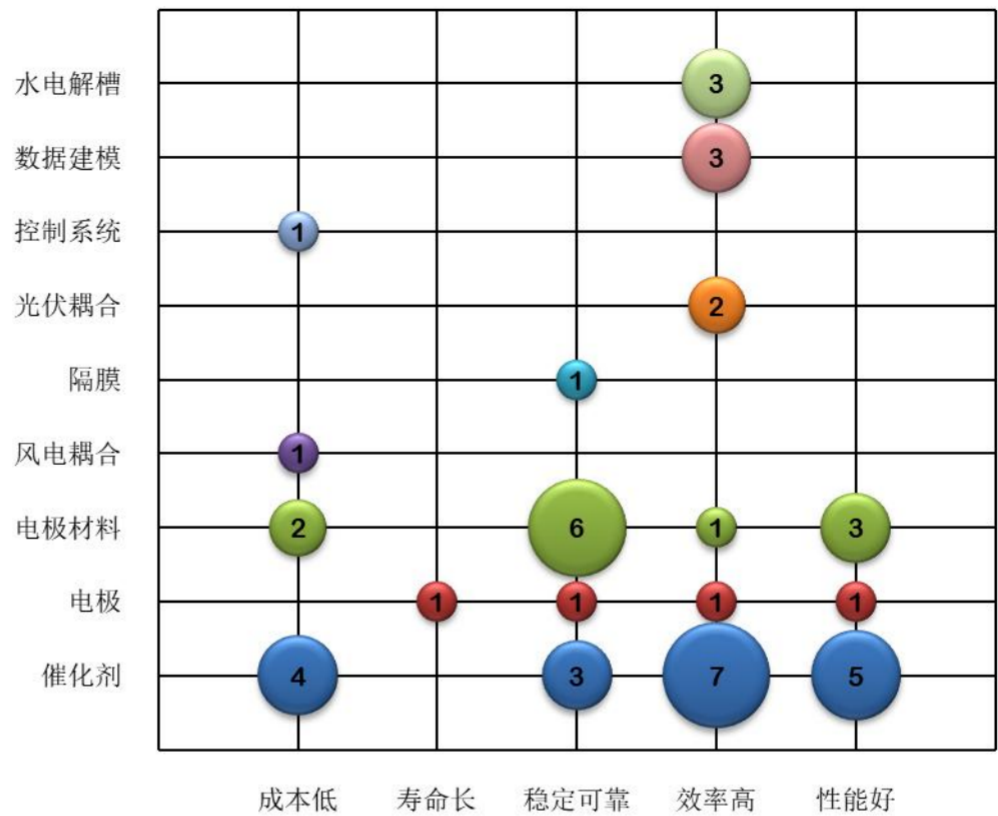


图 3-37 天津大学专利功效手段矩阵分析

图 3-37 是天津大学的专利功效手段矩阵分析，从中可以看到在几个重要的技术点，光伏耦合实现效率高，电极材料实现成本低、稳定可靠、性能好，催化剂实现成本低、稳定可靠、效率高、性能好，天津大学已经布局了专利。

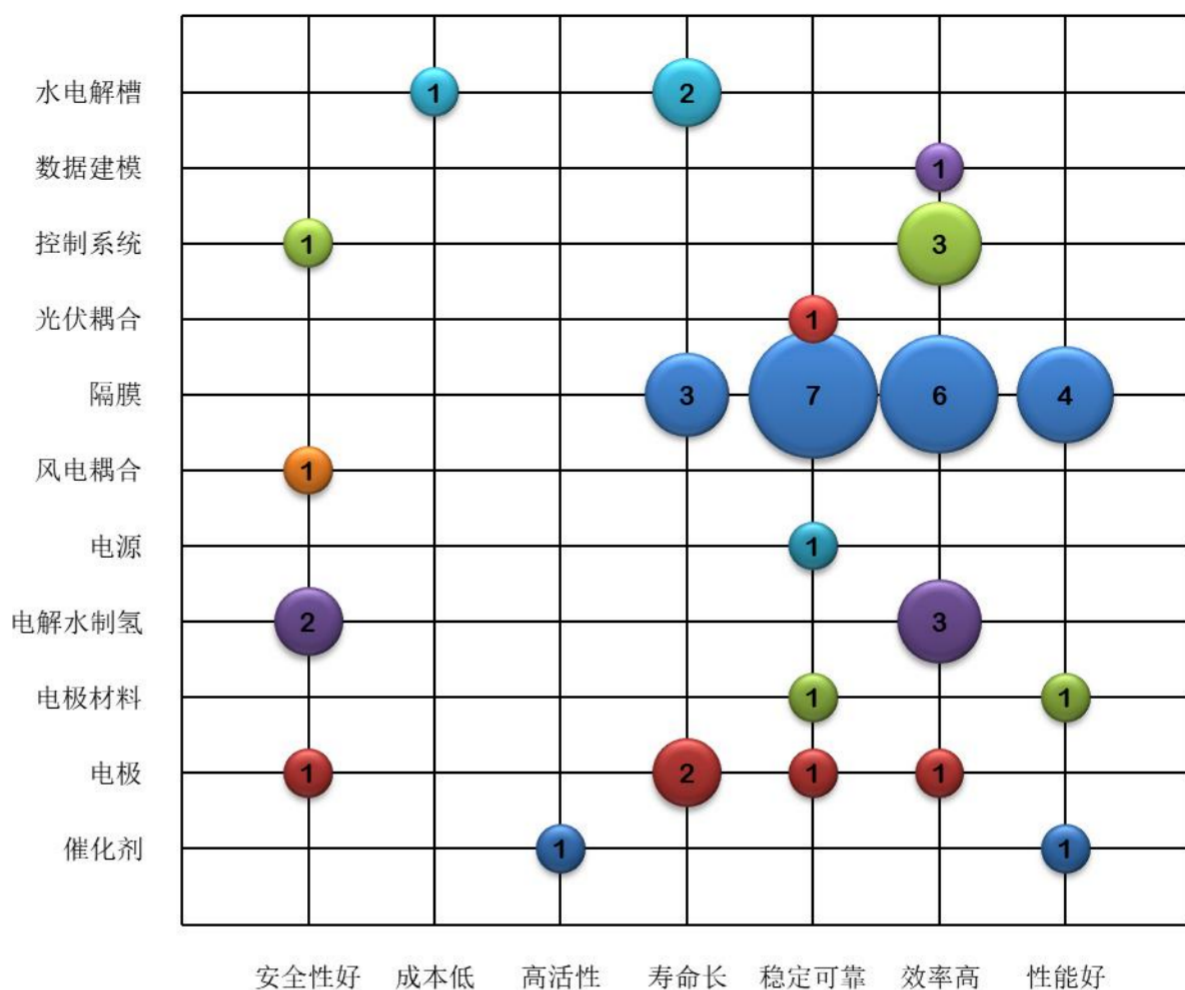


图 3-38 清华大学专利功效手段矩阵分析

图 3-38 是清华大学的专利功效手段矩阵分析，从中可以看到在几个重要的技术点，控制系统实现效率高，隔膜实现寿命长、稳定可靠、效率高、性能好，电极材料实现寿命长，清华大学已经布局了专利。

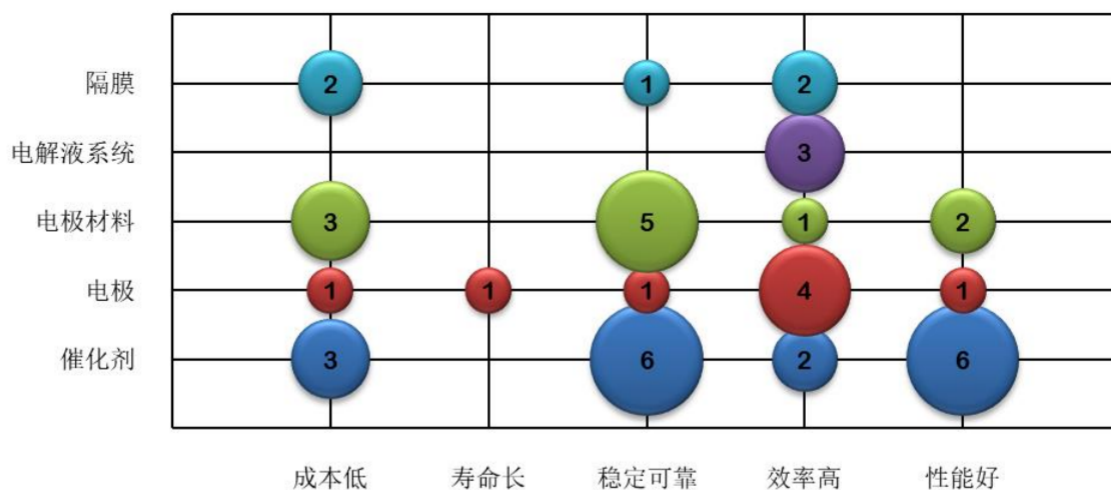


图 3-39 北京化工大学专利功效手段矩阵分析

图 3-39 是北京化工大学的专利功效手段矩阵分析，从中可以看到在几个重要的技术点，如隔膜实现成本低、效率高，电极材料实现成本低、稳定可靠、性能好，电极实现效率高，催化剂实现成本低、稳定可靠、性能好，北京化工大学已经布局了专利。

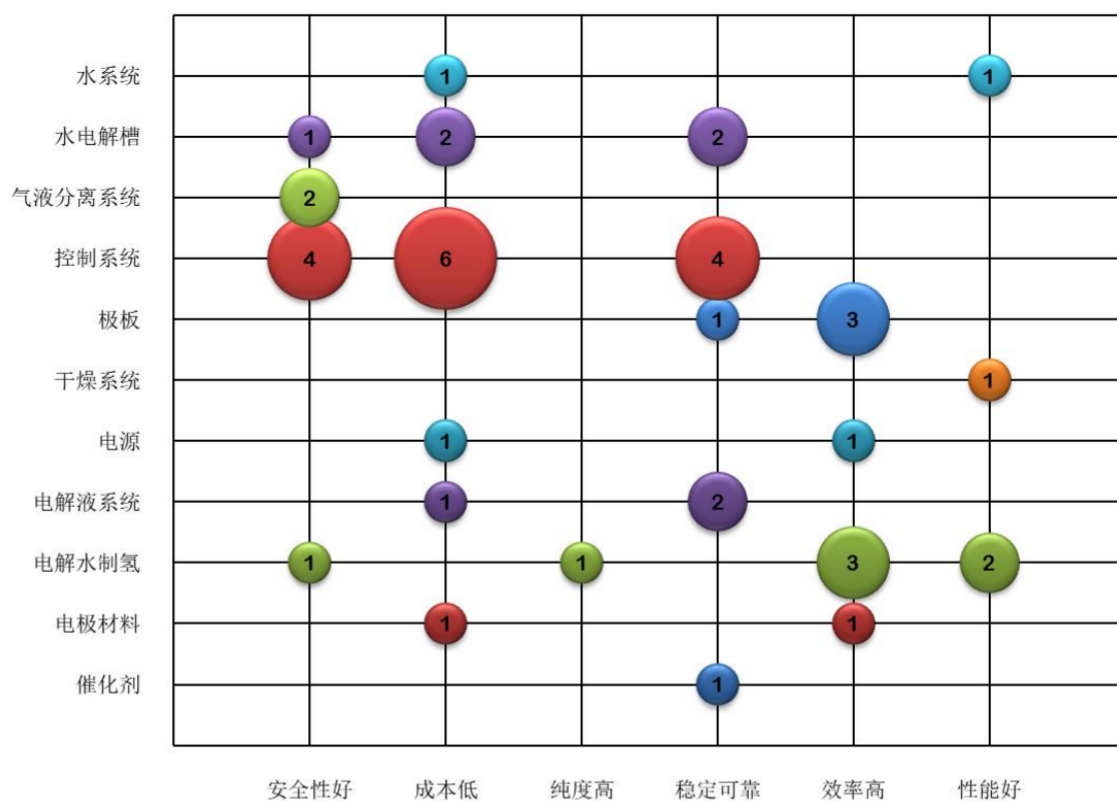


图 3-40 中船七一八所专利功效手段矩阵分析

图 3-40 是中船七一八所的专利功效手段矩阵分析，从中可以看到在几个重要的技术点，控制系统实现安全性好、成本低、稳定可靠，极板实现效率高，中船七一八所已经布局了专利，在其他一些辅助系统，也有一定的专利布局。

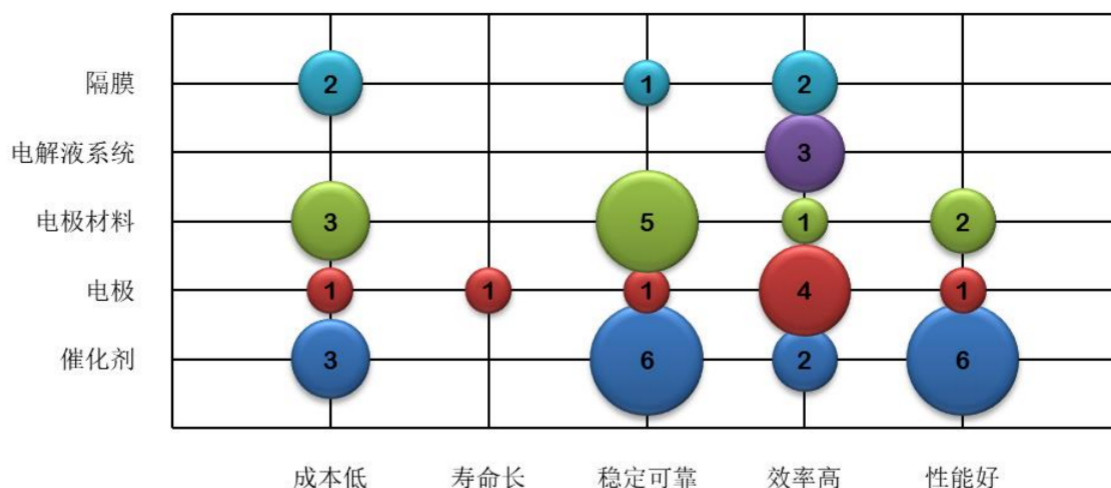


图 3-41 北京化工大学专利功效手段矩阵分析

图 3-41 是北京化工大学的专利功效手段矩阵分析，从中可以看到在几个重要的技术点，隔膜实现成本低、效率高，电极材料实现成本低、稳定可靠、性能好，电极实现效率高，催化剂实现成本低、稳定可靠、性能好，北京化工大学已经布局了专利。

4.新进入者技术方向分析

那些专利数量排名不是十分靠前，但是近几年专利申请较多的申请人是新能源制氢领域的新进入者，这些新进入者的也应引起足够的关注。

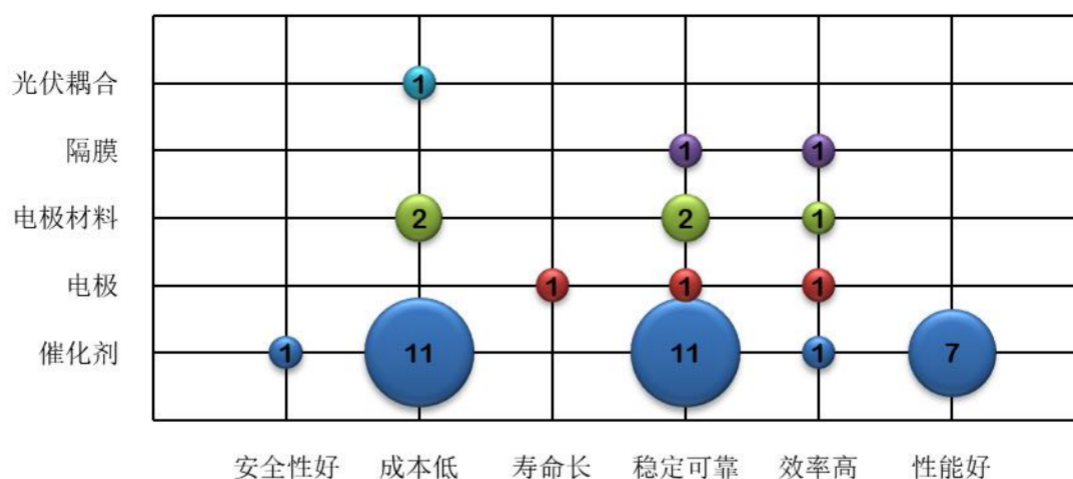


图 3-42 华南理工大学专利功效手段矩阵分析

图 3-42 是华南理工大学的专利功效手段矩阵分析，从中可以看到在几个重要的技术点，催化剂实现成本低、稳定可靠、性能好，华南理工大学已经布局了专利。

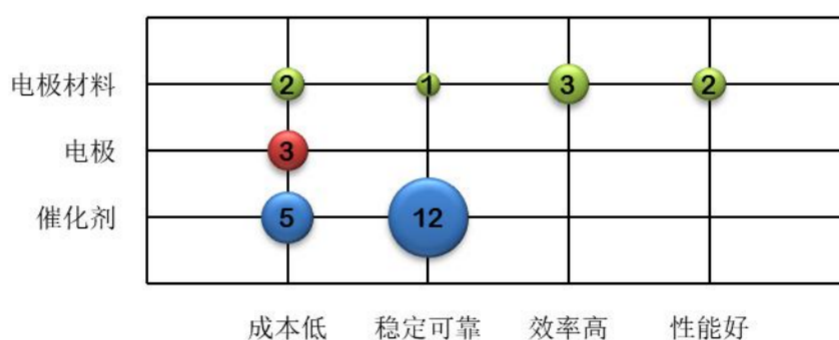


图 3-43 青岛科技大学专利功效手段矩阵分析

图 3-43 是青岛科技大学的专利功效手段矩阵分析，从中可以看到在几个重要的技术点，电极材料实现成本低、效率高，电极实现成本低，催化剂实现成本低、稳定可靠，青岛科技大学已经布局了专利。

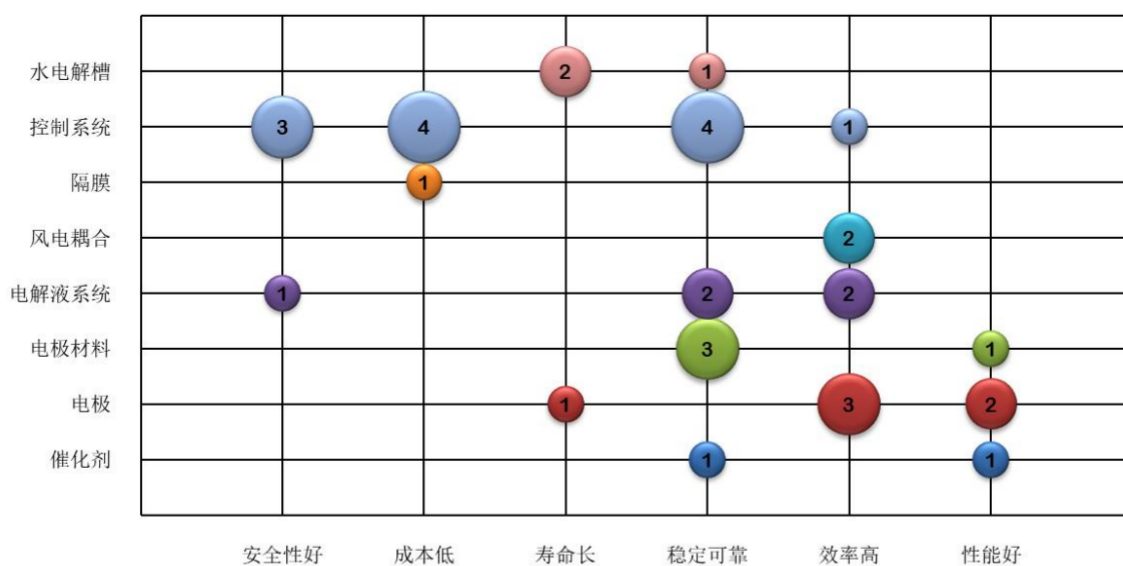


图 3-44 同济大学专利功效手段矩阵分析

图 3-44 是同济大学的专利功效手段矩阵分析，从中可以看到在几个重要的技术点，控制系统实现安全性好、成本低、稳定可靠，风电耦合实现效率高，电极材料实现稳定可靠，电极实现效率高，性能好，同济大学已经布局了专利。

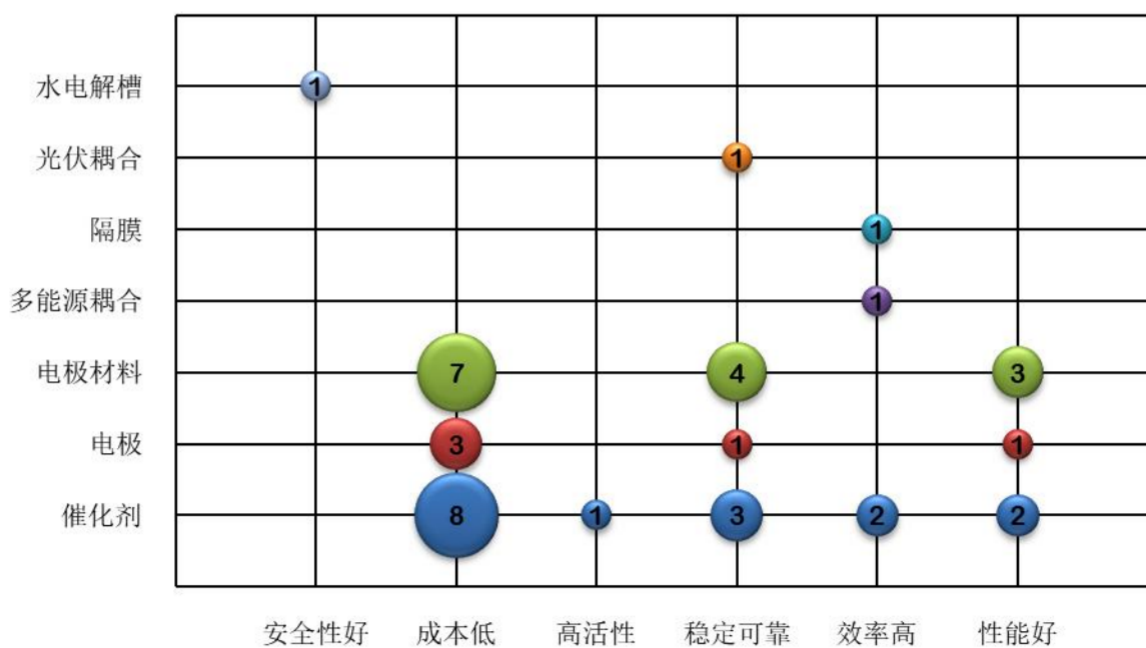


图 3-45 江苏大学专利功效手段矩阵分析

图 3-45 是江苏大学的专利功效手段矩阵分析，从中可以看到在几个重要的技术点，电极材料实现成本低、稳定可靠、性能好，电极实现成本低，催化剂实现成本低、稳定可靠，江苏大学已经布局了专利。

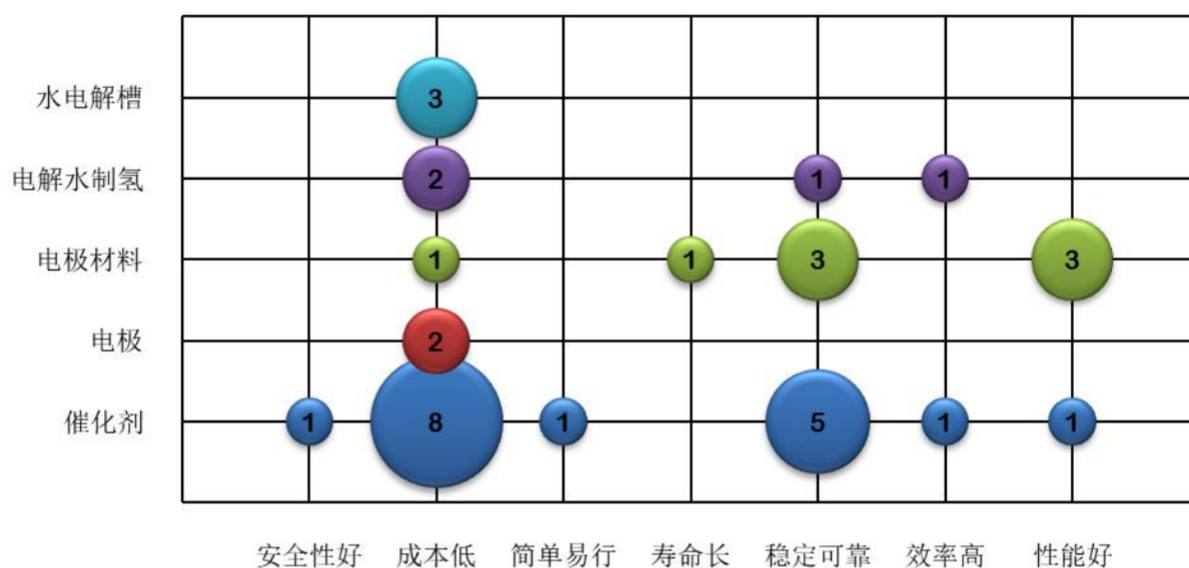


图 3-46 复旦大学专利功效手段矩阵分析

图 3-46 是复旦大学的专利功效手段矩阵分析，从中可以看到在几个重要的技术点，电极材料实现稳定可靠、性能好，电极实现成本低，催化剂实现成本低、稳定可靠，复旦大学已经布局了专利。

小结及建议

(1) 从申请人来看，新能源制氢技术专利的申请人主要来自中国

和日本，其中，华能集团专利数量最多，旭化成公司专利数量排名第二，松下公司专利数量排名第三，国内的高校和科研院所排名也比较靠前。

(2) 从专利申请趋势来看，旭硝子公司、东曹株式会社、第诺拉工业公司、三菱重工、原子能和替代能源委员会、德山曹达株式会社这几个排名靠前申请人近十年专利数量不多，已经开始淡出新能源制氢领域。

(3) 从主要竞争对手研发方向来看，在控制系统实现安全性好、效率高，光伏耦合实现稳定可靠、效率高，隔膜实现成本低，风电耦合实现效率高，电极实现效率高，华能集团已经布局了专利，在其他技术点，华能集团的专利布局也是相当广泛，涵盖了所有技术点。在几个重要的技术点，控制系统实现稳定可靠，隔膜实现稳定可靠、效率高，电极实现稳定可靠，旭化成公司已经布局了专利，其专利集中在电极和隔膜。在控制系统实现效率高，隔膜实现稳定可靠、效率高，电极实现稳定可靠、效率高，松下知识产权公司已经布局了专利。陕西科技大学的专利布局主要集中在催化剂和电极材料类。在隔膜实现寿命长、稳定可靠，电极材料实现成本低、稳定可靠，催化剂实现稳定可靠，中国科学院大连化学物理研究所已经布局了专利。在控制系统实现安全性好、稳定可靠，隔膜实现稳定可靠，风电耦合实现效率高，电极实现成本低，株式会社东芝已经布局了专利。在控制系统实现安全性好、稳定可靠、效率高，阳光氢能已经布局了专利，在其他

技术点，阳光氢能的专利布局也是相当广泛。

率高、性能好，隔膜实现成本低、效率高，清华实现成本低、效率高，极板实现效率高，中船七一八所已经布局了专利，在其他一些辅助系统，也有一定的专利布局。在隔膜实现成本低、效率高，电极材料实现成本低、稳定可靠、性能好，电极实现效率高，催化剂实现成本低、稳定可靠、性能好，北京化工大学已经布局了专利。

(4) 从新进入者研发方向来看，在催化剂实现成本低、稳定可靠、性能好，华南理工大学已经布局了专利。在电极材料实现成本低、效率高，电极实现成本低，催化剂实现成本低、稳定可靠，青岛科技大学已经布局了专利。在控制系统实现安全性好、成本低、稳定可靠，风电耦合实现效率高，电极材料实现稳定可靠，电极实现效率高，性能好，同济大学已经布局了专利。在电极材料实现成本低、稳定可靠、

性能好，电极实现成本低，催化剂实现成本低、稳定可靠，江苏大学已经布局了专利。在电极材料实现稳定可靠、性能好，电极实现成本低，催化剂实现成本低、稳定可靠，复旦大学已经布局了专利。

（三）评估侵权风险

1.专利壁垒分析

下面将在关键技术整体专利竞争态势分析基础上，聚焦相关基础性核心专利及其关联专利，评估存在专利壁垒的强弱程度。

表 3-2 专利解读表

标题	Power dispatch system for electrolytic production of hydrogen from wind power		
公开号	US9303325B2	申请日	2012-03-23
申请/权利人	下一氢公司	发明人	HINATSU JIM STEMP MICHAEL
摘要	A system for distributing medium voltage DC electric power from a wind farm to electrolyzer modules requiring low voltage DC power. The system includes one or more of each of central step down DC-DC converters, DC buses, regulated DC-DC converters, respective electrolyzer module controllers, dispatch controllers, alternative loads, and alternative power sources.		
代表图			
技术问题	风电供电系统中用电端效率随功率降低而降低问题		

技术方案	风电分配系统通过监控用电端的功率因数实时控制DC-DC转换器,使用电端功率稳定。
技术效果	制氢电解槽获得稳定的电源供给
备注	专利有效

表 3-3 专利解读表

标题	Efficient reversible electrodes for solid oxide electrolyzer cells		
公开号	US7976686B2	申请日	2007-07-23
申请/权利人	陶瓷技术有限责任公司	发明人	ELANGOVAN SINGARAVELU
摘要	An electrolyzer cell is disclosed which includes a cathode to reduce an oxygen-containing molecule, such as H₂O, CO₂, or a combination thereof, to produce an oxygen ion and a fuel molecule, such as H₂, CO, or a combination thereof. An electrolyte is coupled to the cathode to transport the oxygen ion to an anode. The anode is coupled to the electrolyte to receive the oxygen ion and produce oxygen gas therewith. In one embodiment, the anode may be fabricated to include an electron-conducting phase having a perovskite crystalline structure or structure similar thereto. This perovskite may have a chemical formula of substantially (Pr_(1-x)Lax)_(z-y)A'yBO_(3-δ), wherein $0 \leq x \leq 0.5$, $0 \leq y \leq 0.5$, and $0.8 \leq z \leq 1.1$. In another embodiment, the cathode includes an electron-conducting phase that contains nickel oxide intermixed with magnesium oxide.		

代表图	
技术问题	电极只在电解模式和燃料电池模式中一种模式下运行良好
技术方案	阴极包含与氧化镁混合的氧化镍，阳极呈钙钛矿晶体结构，固体电解质耦合到阴极以将氧离子传输到阳极
技术效果	电极在电解模式和燃料电池模式下均工作良好
备注	专利有效

表 3-4 专利解读表

标题	Diaphragm for alkaline water electrolysis, alkaline water electrolysis device, method for producing hydrogen, and method for producing diaphragm for alkaline water electrolysis		
公开号	US10975483B2	申请日	2016-03-18
申请/权利人	旭化成株式会社	发明人	Suzuki Yusuke Nakagawa Kenji Takami Hidefumi
摘要	The diaphragm for alkaline water electrolysis according to the present invention comprises a porous polymer membrane, the porous polymer membrane comprising a polymer resin and hydrophilic inorganic particles. A porosity of the porous polymer membrane is 30% or more and 60% or less, average pore sizes at both surfaces of the porous polymer membrane is 0.5 μm or more and 2.0 μm or less, and a ratio of a mode particle size of the hydrophilic inorganic particles to the average pore size of the porous polymer membrane (mode particle size/average pore size) is 2.0 or more.		

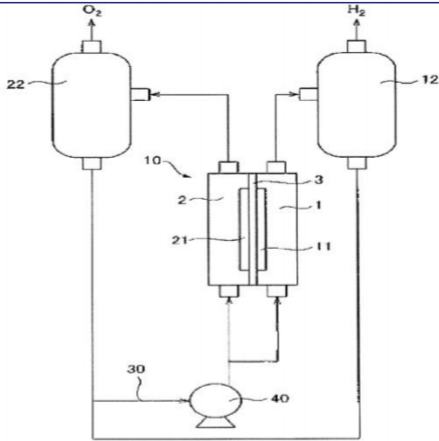
代表图	
技术问题	气体容易出现渗透
技术方案	一种碱性电解多孔聚合物隔膜，孔隙率在30%至55%的范围内，表面的平均孔径在0.5 μm 至2.0 μm ，亲水性无机粒子的粒径与膜的平均孔径之比为3.1~7.0
技术效果	在可变供电环境中能够保持亲水性无机颗粒被拆卸，气体不发生渗透
备注	专利有效

表 3-5 专利解读表

标题	Electrolyser and energy system		
公开号	US11268201B2	申请日	2019-01-14
申请/权利人	洁能氏公司	发明人	Joos Nathaniel Ian Cargnelli Joseph
摘要	An electrolyser operates within an energy system, for example to provide grid services, energy storage or fuel, or to produce hydrogen from electricity produced from renewable resources. The electrolyser may be configured to operate at frequently or quickly varying rates of electricity consumption or to operate at a specified power consumption.		

代表图	
技术问题	用于制氢的可再生能源功率供给范围变化大
技术方案	每个电解槽都由独立的输出可控的直流电源控制，使得多个电解槽总体耗电保持在一定的范围内
技术效果	能够满足可再生能源制氢的需求
备注	专利有效

表 3-6 专利解读表

标题	Hetero-nanostructures for solar energy conversions and methods of fabricating same		
公开号	US8216436B2	申请日	2009-08-25
申请/权利人	波士顿学院	发明人	WANG DUNWEI LIN YONGJING
摘要	The embodiments disclosed herein relate to hetero-nanostructures for efficient solar energy conversions, and more particularly to the fabrication of titanium dioxide hetero-nanostructures and methods of using same for water splitting. In an embodiment, a hetero-nanostructure includes a plurality of connected and spaced-apart nanobeams linked together at an about 90-degree angle, the plurality of nanobeams including a conductive silicide core having an n-type photoactive titanium dioxide shell. In an embodiment, a device for splitting water to generate hydrogen and oxygen includes a first compartment two-dimensional hetero-nanostructure having a plurality of connected		

	and spaced-apart nanobeams, each nanobeam substantially perpendicular to another nanobeam, the plurality of nanobeams including an n-type photoactive titanium dioxide shell having a highly conductive core; and a second compartment copper-doped titanium dioxide nanostructure, wherein the first compartment and the second compartment are separated by a semi-permeable membrane.
代表图	
技术问题	目前二氧化钛光电转换率不高
技术方案	二氧化钛异质纳米结构，每个纳米线均包括在p型硫化物核上的n型光敏二氧化钛壳
技术效果	该纳米结构导电性好，在可见光范围内光吸收效果好
备注	专利有效

表 3-7 专利解读表

标题	PEM water electrolyser module		
公开号	US8999135B2	申请日	2013-09-19
申请/权利人	下一氢公司	发明人	HINATSU JAMES T. STEMP MICHAEL C.

摘要	A PEM water electrolyzer module and method comprising a plurality of structural plates each having a sidewall extending between opposite end faces with a half cell chamber opening, at least one oxygen degassing chamber opening, and at least one hydrogen gas collection manifold opening, extending through the structural plate between opposite end faces. The structural plates are arranged in face to face juxtaposition between opposite end plates.		
代表图			
技术问题	电池堆的冷却设计复杂		
技术方案	PEM电解槽模块化的优化设计，提高电解槽效率		
技术效果	每个电解槽都可以调节冷却		
备注	专利有效		

表 3-8 专利解读表

标题	Process for scalable synthesis of molybdenum disulfide monolayer and few-layer films		
公开号	US9527062B2	申请日	2014-05-09
申请/权利人	北卡罗来纳州立大学	发明人	Iezzi Brian C. Li Yanpeng

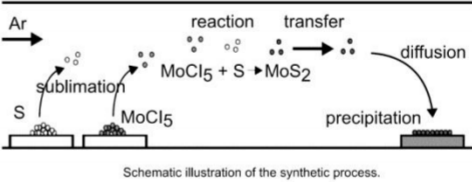
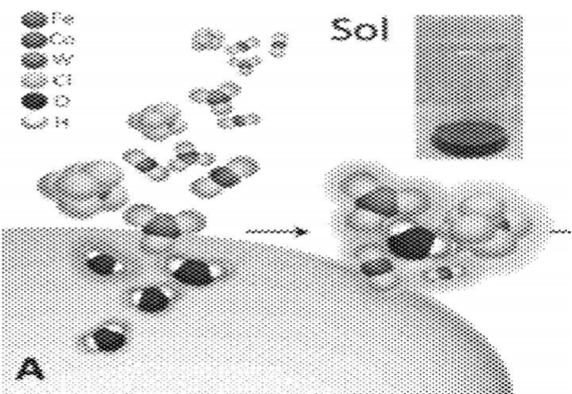
摘要	The present disclosure relates to nanosheet synthesis. More particularly, the present disclosure relates to molybdenum sulfide (MoS₂) atomic thin films and hydrogen evolution reactions. In one or more embodiments, a synthesis process may include sublimation of sulfur and MoCl₅, reaction of MoCl₅ and S to produce gaseous MoS₂ species, transfer of the MoS₂ species by carrier gas, diffusion of MoS₂ species from the gas phase onto receiving substrates, and precipitation of MoS₂ on the substrates.
代表图	 Schematic illustration of the synthetic process. $P_{Mo} = \frac{\Phi_{Mo} A_{Mo}}{\Phi_{Mo} A_{Mo} + \Phi_S A_S + J_{Ar}} P_{total} \quad (S1)$ $P_{Mo} = \frac{\Phi_{Mo} A_{Mo}}{\Phi_S A_S} P_{total} \quad (S2)$
技术问题	目前贵金属催化剂不适宜大规模使用
技术方案	一种硫化钼材料的制造方法，硫和MoCl ₅ 反应生成气态MoS ₂ ，MoS ₂ 在石墨基板上扩散沉淀
技术效果	与贵金属相比，材料费用极大降低
备注	专利有效

表 3-9 专利解读表

标题	Homogeneously dispersed multimetal oxy-hydroxide catalysts		
公开号	US11230774B2	申请日	2017-01-30

申请/权利人	多伦多大学理事会	发明人	Zhang Bo Zheng Xueli Voznyy Oleksandr Hoogland Sjoerd Xu Jixian
摘要	The present disclosure provides substantially homogeneously dispersed multimetal oxy-hydroxide catalyst comprising at least two metals, at least one metal being a transition metal, and at least a second metal which is structurally dissimilar to at least one metal, such that the multimetal oxy-hydroxide is characterized by being substantially homogeneously dispersed and generally not crystalline. A key feature of the present materials is that the presence of the structurally dissimilar metal results in sufficient strain produced in the final multimetal oxy-hydroxide material to prevent crystallization from occurring. The resulting materials are specifically not annealed at temperatures that would induce crystallization in order to avoid the expected phase segregation that would occur during crystallization.		
代表图			
技术问题	目前OER电极材料氧化效果不好，对电流密度的要求高		
技术方案	多金属羟基氧化物催化剂，由两种以上金属组成，均匀分散，不易结晶		
技术效果	催化效果好		

备注	专利有效
----	------

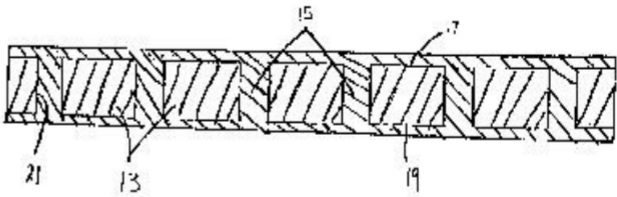
表 3-10 专利解读表

标题	Gas permeable electrode and method of manufacture		
公开号	US9938627B2	申请日	2013-06-11
申请/权利人	AQUAHYDREX INC	发明人	Winther-Jensen Bjorn MacFarlane Douglas
摘要	A gas permeable or breathable electrode and method of manufacture thereof. In one example there is an electrolytic cell having an electrode comprising a porous material, wherein gas produced at the electrode diffuses out of the cell via the porous material. In operation the gas is produced at the at least one electrode without substantial bubble formation. In another example there is an electrode having a porous conducting material with a hydrophobic layer or coating applied to a side of the porous conducting material. A catalyst may be applied to another side. The gas permeable or breathable electrode can be used in an electrolytic cell, electrochemical cell, battery and/or fuel cell. Gas produced at the electrode diffuses out of a cell via at least part of the electrode, separating the gas from the reaction at the electrode.		
代表图			
技术问题	水电解时容易产生气泡		

技术方案	一种具有多孔导电材料的透气电极结构，导电材料上覆由涂层
技术效果	不产生气泡，电解效果好
备注	专利有效

表 3-11 专利解读表

标题	Solid polymer electrolyte composite membrane comprising plasma etched porous support		
公开号	US7807063B2	申请日	2004-10-21
申请/权利人	PLUG POWER	发明人	LIU HAN LACONTI ANTHONY B.
摘要	A solid polymer electrolyte composite membrane and method of manufacturing the same. According to one embodiment, the composite membrane comprises a rigid, non-electrically-conducting support, the support preferably being a sheet of polyimide having a thickness of about 7.5 to 15 microns. The support has a plurality of cylindrical pores extending perpendicularly between opposing top and bottom surfaces of the support. The pores, which preferably have a diameter of about 0.1 to 5 microns, are made by plasma etching and preferably are arranged in a defined pattern, for example, with fewer pores located in areas of high membrane stress and more pores located in areas of low membrane stress. The pores are filled with a first solid polymer electrolyte, such as a perfluorosulfonic acid (PFSA) polymer. A second solid polymer electrolyte, which may be the same as or different than the first solid polymer electrolyte, may be deposited over the top and/or bottom of the first solid polymer electrolyte.		

代表图	
技术问题	PEM膜的机械强度不高，易撕裂
技术方案	一种PEM膜制造方法，在材料上通过等离子蚀刻成孔，在孔中填充全氟磺酸聚合物，
技术效果	PEM膜的机械强度好
备注	专利有效

从上述被引证次数较多的专利来看，其技术主要集中在风电耦合、光伏耦合、电极材料制造、催化剂制造、隔膜制造、控制系统、电池堆电极的结构等方面，基本都落在文中提到的七大重点技术之内，建议对这几个技术点重点关注。

2. 专利侵权风险分析

FTO 全称 Freedom To Operate，自由实施。指技术实施人在不侵犯他人专利权的情况下自由实施。FTO 分析的本质是专利侵权风险分析。公司在国内销售新品或将已有产品销往国外时，可能会遇到专利侵权风险，如果权利人起诉并被法院判定侵权，往往会面临高额赔偿。公司还有可能面临法院强制执行的禁令，例：禁止将已生产出的产品继续销售、禁止继续生产制造被判定侵权的产品等，这会使公司前期的研发和生产的成本投入无法收回。因此，公司在研发时，就应做好识别、预防和规避可能的专利侵权风险，这对公司来说尤为重要。

目前，国内大多数公司在专利布局方面的储备不完备，尤其是对其目标市场国的法律法规不够熟悉，这更增加了产品出口中的不确定性。为更好地识别、预防和规避专利侵权风险，公司通常会委托专利服务机构对其产品进行 FTO 调查，并出具 FTO 分析报告。这样，即使在被控侵权成立时，也可减少被认定为恶意、故意侵权的可能性。有时，公司即使在实施自有专利，也不能排除侵犯第三方专利权的可能性，公司的自有专利可能是第三方专利权的从属专利。据我国专利法和相关司法解释的规定，在专利侵权诉讼中，被告以实施自己的专利作为抗辩理由不能成立，仍有被判专利侵权的可能性。

FTO 分析需要关注的六个方面：

1、产品上市区域，专利具有地域性，不同国家的专利法制度有所不同，FTO 分析时，首先要确定产品拟上市的国家和地区，使分析具有针对性。

2、产品技术特征，产品的技术特征较多，FTO 分析时，企业一般会对产品重要的部分予以重点考虑，其中，比较重要的部分通常为自主研发、侵权风险较大的部分，而对于所采用的现有技术部分或者从供应商处采购的部件，这些部件的侵权风险相对较小，或者据合同约定专利侵权风险可由供应商进行承担。

3、专利检索，在检索时，要重点关注对权利要求的检索，同时结合专利全文对技术特征进行确认。此外，可选取两套独立的数据库或工具，对 FTO 的专利检索结果进行验证，或者采用多个检索人员进行“背靠背”检索，以此来提高检索结果可靠性。

4、专利筛选，在专利筛选过程中，需要剔除与产品明显不相关的专利，并确认与产品关系较为密切的专利。采用的筛选方法为两阶段筛选法：第一阶段为初筛阶段，此阶段，如果一个专利不可能产生合理的侵权争议，则该专利可直接被删除，不需进入下一阶段的筛选；第二阶段为精筛阶段，在此阶段中，对第一阶段中筛选出的专利进行分析，仔细对比专利的权利要求和客户产品的技术特征，来确定该专利是否与客户产品相关。

5、权利要求比对分析,专利侵权判定原则主要为全面覆盖原则(即相同侵权)和等同判断原则(即等同侵权),通过将产品技术特征与专利权利要求的特征逐一进行比对,是否相同或者等同,进而确定产品是否落入专利权利要求的保护范围之内。

3.专利可规避性分析

专利规避设计是指为规避专利保护范围来修改现有机构设计,在设计思路上重于如何利用不同之构造来达成相同之功能,避免触犯他人权利。专利规避设计是一项源于美国的合法竞争行为。最初专利规避设计只是当作专利系统工作的一种方式,旨在鼓励发明和促进大众文化的进步。可以定义为企业为了避开其他竞争者公司的专利权利要求的阻碍或者袭击而进行的新设计绕道发展的设计过程。专利规避由法律、专利策略等方面的规避已经转化为规避设计,通过重新对技术方案的改进来实现与现有专利的保护范围不同的新技术。

专利规避最初的目的是从法律的角度来绕开某项专利的保护范围以避免专利权人进行侵权诉讼,专利规避是企业进行市场竞争的合法行为。因此首先对专利规避设计的实施方法做出回应的多源于法律学者,并随着专利纠纷案件的不断积累,总结与归纳出了相应的组件规避原则,主要是从删除、替换、更改以及语义描述的变化等方面进行专利规避。

实 利规避设计可遵循以下三点原则:

以防
止
侵犯
等
要求
书
的可
能
员来

说，需要具体可以实施的过程来详细指导如何在现有技术基础上进行重组和替代，开发出新的技术方案绕开现有专利的保护范围。功能裁剪作为有效的分析工具能够指导设计人员进行技术分析，并结合专利规避设计原则选择合理的技术进行删除或替代，从根本上突破现有专利的技术垄断。

四、企业重点产品开发策略分析

1. 重点产品开发策略分析

技

以

化

成

； 一

同时设计开发相关产品。并进行合作。并共同开发市场发配套设备，利用上述企业渠道，快速推出市场化产品金量。

2.专利布局策略分析

专利布局指综合产业、市场和法律等因素，对专利进行有机组合，涵盖了利害相关的时间、地域、技术和产品等维度，构建严密高效的专利保护网，最终形成有利格局的专利组合。专利布局是一个具有目的性的专利组合过程。其中“专利组合”的形态可以从多个方面来理解，例如专利权利组合、资产组合、技术组合、空间组合、时间组合等。

专利布局已经成为战略性新兴产业企业先发抢占制高点的首选策略，各国聚焦战略性新兴产业领域未来竞争的态势已然十分明显。下面从基于功效矩阵的专利布局进行分析与建议。

在专利挖掘布局过程中，需要对专利技术方案的技术特征和技术功效之间的复杂关系进行详细剖析和确定，而技术功效矩阵图是清晰体现专利的技术特征和技术效果之间的复杂关系的最好表达方式之一，可以作为专利挖掘和完善专利组合的辅助工具。

参考图3-19，是针对新能源制氢电解系统技术的技术功效矩阵图。其中，图表中的数字代表对应专利的个数，数量越多，说明目前专利的布局越完善；表中的空白处为当前布局的空白，可能是由于对应技术目前尚未突破，也可能是对应技术不具行业的独特性，或其他原因。

通过对图3-19中技术功效矩阵之间的关联关系分析发现，“电

解系统”分类中的水电解槽、隔膜、电极设备更为活跃，主要改进分别在安全性好、成本低、稳定可靠、效率高等方面。布局专利较多，是属于专利布局的热点技术。在进行专利申请时，建议结合现有申请人布局的热点方向，申请人可以在数据库的对应的专利上选取与项目重点相关的专利分析规避产生自己的专利，同时可以在这些热点技术分类上从纯度高、高活性、简单易行等效果布局较少的方向进行考虑布局。

总	—	技术
，加以		技术
；对于		，并
围绕其		其中
的关键		，特
别注意		品，
建议进		秘密
形式进行保护。		

3.专利运营方案制定

专利运营是指将专利作为资产，通过运营实现其商业价值的各种行为。其包括利用自身专利开展的专利经营活动和利用他人专利开展的专利经营活动，这些经营活动以直接产生经济效益为目的。利用自身专利开展的专利经营活动的主要形式为专利输出，利用他人专利开

展的专利经营活动的主要形式专利引进。主要具体的运营方式有专利许可、转让和受让，其他方式有专利权质押、合资合作过程中专利作价入股，以及对受让专利再经营进一步实施转让、许可、作价入股或质押行为。

专利产生角度：

在新能源制氢领域，我国目前的 PCT 申请量稀少，随着深入的研发和扩展，可以考虑针对新开发的新能源制氢通过国内专利申请以及 PCT 国际专利申请等途径开展相应的专利布局，对未来潜在的国际化发展方向做好铺垫和准备。

专利转移/转让角度：

整体来看，本公司目前在该领域的专利储备相对较少，因而，有进一步提升的需要。增强自身专利储备，除了投入研发生产的研发成果外，通过评估而受让一些高价值专利，也是一条可选之路。

专利管理角度：

专利拥有量的增长虽然可以给企业带来技术竞争力，但是，存量专利也给企业带来高额的专利维持成本，因此，对企业现存大量专利根据其关切因素进行分类管理，明确需要维持、放弃/转移的专利，降低维持成本，甚至获取收益则成为企业需要考虑的问题。

由于公司归属于国家电网，为防止国有资产流失，国家电网下

属单位所有自主研发技术以自营为主，考虑到上述实际情况，建议在公司重点研发方向遇到研发困难时，可考虑从其他单位通过谈判

中
东
究

五、专利导航项目成果结论及建议

本报告在调研新能源制氢研发背景的基础上，分析新能源制氢相关技术领域的专利布局情况、申请趋势、主要申请人情况、技术分布情况、技术发展趋势和技术功效矩阵；在此基础上，对新能源制氢重点申请人、新进入者及重点专利技术进行分析。通过前述分析，可以看出：

（1）新能源制氢技术正处于快速发展期，而中国是当前新能源制氢发展最快的地区。

（2）技术构成如下：电解系统、材料和系统集成是新能源制氢的三大技术支柱；电解系统中的电极和隔膜，材料中的催化剂和电极材料，系统集成中的光伏耦合、风电耦合，辅助系统中的控制系统，是新能源制氢技术中七大重点技术；电极中孔结构、电极结构，隔膜类中质子交换膜、固体氧化物、固体聚合物，催化剂中金属、纳米材料、硫化物、氮化物、硒化物，电极材料中金属、纳米材料、金属氧化物、碳化物、硫化物是新能源制氢技术的主要分支。

（3）催化剂和材料类专利 2016 年以后快速增长，催化剂专利近几年开始回落，而近 5 年以来隔膜、控制系统、光伏耦合和风电耦合类专利增长比较迅速。质子交换膜和固体氧化物的专利近 2 年增长速度特别快，是中国专利近年的热点技术。

(4) 建议重点关注以下技术点专利：通过隔膜实现稳定可靠、效率高、性能好，通过电极过催化剂实现成本现安全性好、成本、稳定可靠、效率高，通过风电耦合实现成本低、稳定可靠、效率高。

(5) 从申请人来看，新能源制氢技术专利的申请人主要来自中国和日本，其中，华能集团专利数量最多，旭化成公司专利数量排名第二，松下公司专利数量排名第三，国内的高校和科研院所排名也比较靠前。

(6) 主要申请人方面，建议重点关注以下专利：华能集团在控制系统实现高，隔膜实现成本公司在控制系统现稳定可靠。松下稳定可靠、效率高，和电极材料类。、稳定可靠，电极材料实现成本低、稳定可靠，催化剂实现稳定可靠。株式会社东芝在控制系统实现安全性好、稳定可靠，隔膜实现稳定可靠，风电耦合实现效率高，电安全性好、稳定可靠、效率效率

高，光伏耦合实现稳定可靠、效率高，隔膜实现稳定可靠，风电耦合实现效率高，多能源耦合实现成本低，催化剂实现效率高。天津大学在光伏耦合实现效率高，电极材料实现成本低、稳定可靠、性能好，催化剂实现成本低、稳定可靠、效率高、性能好。清华大学在控制系统实现效好，电极材料实现，电极材料实现成剂实现成本性好、实现成本低、效率，、，极实现效率高，催化剂实现成本低、稳定可靠、性能好。

(8) 专利布局方面，参照功效手段矩阵，对于技术功效热点，建议主要借鉴现有专利技术，加以规避以形成自己的技术，并积极申请，

布局自己的专利技术；对于空白技术，建议积极研发，针对核心产品积极申请专利，并围绕其周边产品进行布局申请，以形成专利组合。