

2、专利导航报告

耐低温长寿命燃料电池技术专利 导航项目专利导航报告

项目名称：耐低温长寿命燃料电池技术专利导航项目

项目类别：专利导航项目

项目负责人：翟诺

承担单位（盖章）：中国第一汽车股份有限公司

合作单位（盖章）：华进联合专利商标代理有限公司

目录

第一章	技术调查.....	9
1.1	产业现状.....	9
1.2	技术理论.....	13
1.2.1	工作原理.....	13
1.2.2	燃料电池分类.....	14
1.2.3	快速低温启动技术.....	17
1.2.4	长寿命技术.....	19
1.3	技术历程.....	20
1.3.1	燃料电池技术发展历史.....	20
1.3.2	氢燃料电池发展趋势.....	22
1.4	主要企业.....	23
1.5	技术相关标准.....	25
1.5.1	国际相关标准.....	25
1.5.2	国内相关标准.....	30
第二章	研究概述.....	37
2.1	研究内容.....	37
2.1.1	研究对象.....	37
2.1.2	研究思路.....	38
2.1.3	研究数据采集.....	39
2.2	相关事项和约定.....	41
2.2.1	主要申请人约定.....	41
2.2.2	相关术语解释.....	42
第三章	关键技术专利分析——高效率控制技术.....	44
3.1	重点技术分析.....	44
3.1.1	专利申请趋势分析.....	44
3.1.2	专利申请地域分析.....	45

3.1.3	专利申请人分析.....	47
3.1.4	专利法律状态分析.....	48
3.1.5	技术分类统计分析.....	49
3.1.6	技术功效矩阵分析.....	50
3.1.7	专利技术路线分析.....	51
3.2	各重点申请人对比.....	56
3.2.1	重点申请人申请趋势对比分析.....	56
3.2.2	重点申请人专利类型对比分析.....	57
3.2.3	重点申请人专利法律状态对比分析.....	58
3.2.4	重点申请人申请地域对比分析.....	58
3.2.5	重点申请人技术分支对比分析.....	59
第四章	燃料电池关键技术专利分析——动态响应技术.....	61
4.1	重点技术分析.....	61
4.1.1	专利申请趋势分析.....	61
4.1.2	专利申请地域分析.....	62
4.1.3	专利申请人分析.....	63
4.1.4	专利法律状态分析.....	64
4.1.5	技术分类统计分析.....	65
4.1.6	技术功效矩阵分析.....	67
4.1.7	专利技术路线分析.....	68
4.2	各重点申请人对比.....	- 75 -
4.2.1	重点申请人申请趋势对比分析.....	- 75 -
4.2.2	重点申请人专利类型对比分析.....	- 76 -
4.2.3	重点申请人专利法律状态对比分析.....	- 76 -
4.2.4	重点申请人申请地域对比分析.....	- 77 -
4.2.5	重点申请人技术分支对比分析.....	- 78 -
第五章	燃料电池关键技术专利分析——快速低温启动技术.....	- 80 -
5.1	重点技术分析——排水阀快速解冻技术.....	- 80 -
5.1.1	专利申请趋势分析.....	- 80 -
5.1.2	专利申请地域分析.....	- 81 -

5.1.3	专利申请人分析.....	- 83 -
5.1.4	专利法律状态分析.....	- 83 -
5.1.5	技术分类统计分析.....	- 84 -
5.1.6	技术功效分析.....	- 85 -
5.1.7	专利技术路线分析.....	- 86 -
5.2	重点技术分析——超低压自加热技术.....	89
5.2.1	专利申请趋势分析.....	89
5.2.2	专利申请地域分析.....	89
5.2.3	专利申请人分析.....	91
5.2.4	专利法律状态分析.....	91
5.2.5	技术分类统计分析.....	92
5.2.6	技术功效分析.....	93
5.2.7	专利技术路线分析.....	94
5.3	重点技术分析——电堆湿度控制技术.....	96
5.3.1	专利申请趋势分析.....	96
5.3.2	专利申请地域分析.....	97
5.3.3	专利申请人分析.....	98
5.3.4	专利法律状态分析.....	99
5.3.5	技术分类统计分析.....	100
5.3.6	技术功效分析.....	101
5.3.7	专利技术路线分析.....	101
5.4	各重点申请人对比.....	103
5.4.1	重点申请人申请趋势对比分析.....	103
5.4.2	重点申请人专利类型对比分析.....	104
5.4.3	重点申请人专利法律状态对比分析.....	105
5.4.4	重点申请人申请地域对比分析.....	105
5.4.5	重点申请人技术分支对比分析.....	106
第六章	燃料电池关键技术专利分析——长寿命技术.....	108
6.1	重点技术分析——故障诊断技术.....	108
6.1.1	专利申请趋势分析.....	108

6.1.2	专利申请地域分析.....	109
6.1.3	专利申请人分析.....	112
6.1.4	专利法律状态分析.....	117
6.1.5	技术分类统计分析.....	118
6.1.6	技术功效分析.....	119
6.1.7	专利技术路线分析.....	120
6.2	重点技术分析——寿命与故障预测技术.....	126
6.2.1	专利申请趋势分析.....	126
6.2.2	专利申请地域分析.....	127
6.2.3	专利申请人分析.....	130
6.2.4	专利法律状态分析.....	134
6.2.5	技术分类统计分析.....	135
6.2.6	技术功效分析.....	136
6.2.7	专利技术路线分析.....	137
6.3	重点技术分析——可逆衰减恢复技术.....	142
6.3.1	专利申请趋势分析.....	142
6.3.2	专利申请地域分析.....	143
6.3.3	专利申请人分析.....	146
6.3.4	专利法律状态分析.....	149
6.3.5	技术分类统计分析.....	150
6.3.6	技术功效分析.....	151
6.3.7	专利技术路线分析.....	152
6.4	各重点申请人对比.....	156
6.4.1	重点申请人申请趋势对比分析.....	156
6.4.2	重点申请人专利类型对比分析.....	157
6.4.3	重点申请人专利法律状态对比分析.....	158
6.4.4	重点申请人申请地域对比分析.....	158
6.4.5	重点申请人技术分支对比分析.....	159
第七章	报告总结.....	161
7.1	高效率控制技术分支结论.....	161

7.2	动态响应技术分支结论.....	162
7.3	快速低温启动技术分支结论.....	163
7.4	长寿命技术分支结论.....	164
7.5	专利技术活跃度分析.....	165
7.6	专利布局方向.....	166
附件：专利检索.....		169

第一章 技术调查

1.1 产业现状

能源与环境污染已成为全社会高度关注的重要问题。推动和加快能源结构转型不仅是化解全球能源危机和环境污染的约束，也是应对大气污染的根本途径。氢能源热值高、储量丰富、来源多样、应用广泛及环境友好，是理想的替代能源。氢燃料电池具有能量密度高、充氢快速、排放无污染等优势，作为汽车动力源，将成为汽车工业可持续发展的重要方向之一。

氢燃料电池是燃料电池汽车的主要动力源，它是将氢燃料化学能转化为电能的发电装置，其原理是电解水的逆反应，产物是电能与水，同时产生热量。氢燃料电池能量转化过程不涉及燃烧，不受卡诺循环的限制，能量转化率高达 90 %。氢燃料电池化学反应的产物仅为水，不产生 CO、NO_x、SO_x、颗粒物等大气污染物。氢燃料电池还具有低温下正常工作、无振动、噪音等级低的优点。目前氢燃料电池因寿命短、成本高等诸多问题制约了氢燃料电池汽车的普及。

氢能具有来源丰富、绿色低碳且应用广泛的特征，符合中国低碳化发展的战略趋势，但目前中国氢产业链相对落后，政策不断出台对产业进行引导同时建立示范区以探索氢能发展方向。

表 1-1 燃料电池产业政策

政策名称	颁布主体	颁布日期	政策内容及影响
------	------	------	---------

政策名称	颁布主体	颁布日期	政策内容及影响
《氢能产业发展中长期规划（2021-2035年）》	国家能源局	2022.3.23	提出至2025年氢能产业发展的量化任务目标，确定到2035年氢能产业方向
《“十四五”工业绿色发展规划》	工信部	2021.11.15	加强氢能在全行业的多元化利用及基础设施建设
《关于推进中央企业高质量发展做好碳达峰碳中和工作的指导意见》	国资委	2021.11.27	鼓励油气电氢一体化综合服务站建设，提出深入开展绿色氢能技术攻关、示范验证及规模应用
《“十四五”全国清洁生产推行方案》	国务院	2021.10.29	提出以绿氢炼化等方法加速清洁燃料原材料的替代及生产示范
《2030年前碳达峰行动方案》	国务院	2021.10.26	在钢铁、石化、交通等各领域皆有氢能领域的应用及渗透
《2021年汽车标准化工作要点》	工信部	2021.6.28	强调了燃料电池的使用环节，推进燃料电池的标准制定
《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》	国务院	2021.3.11	氢能被纳入“发展壮大战略性新兴产业中”，将被赋予更多的发展任务及机遇
《关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》	国务院	2021.2.22	长期利好氢能产业，推动氢能在低碳体系中的应用及基础设施的配套

与同属于新能源汽车赛道的纯电动汽车相比，氢燃料电池车行业起步较晚。参照电动汽车的完整市场发展阶段，氢燃料电池车正处于

“十城千辆”及以奖代补政策下的初期导入阶段，有望加速进入提速发展阶段。



图 1-1 电动汽车与氢能源汽车行业发展趋势对比

中国燃料电池汽车销量 2016 年至 2019 年之间持续增长，2019 年达到阶段性高点，2020 年受新冠疫情及政策推迟落地的影响，销量同比下滑 57.0%，2021 年各地相继出台燃料电池汽车扶持政策、首批燃料电池汽车示范区成立等因素影响，销量同比增长 34.7%，2022 年国家发改委出台《氢能产业发展中长期规划（2021-2035 年）》明确氢能作为未来中国能源体系的重要组成部分，且新增两个燃料电池汽车示范城市群，助推了燃料电池汽车销量的快速增长，半年累计销量即超过 2021 年整年销量。

中国氢能联盟预测 2025 年中国氢燃料电池汽车保有量 10 万辆，2030 年保有量 100 万辆。根据中汽协数据，截至 2021 年，国内燃料电池汽车保有量为 8938 辆。初步统计，截至 2022 年底，中国燃料电池汽车保有量达到 12682 辆。

根据示范城市群的示范目标，2025 年合计为 3.3 万辆，考虑其他非示范氢能规划持续落地，预计 2025 年中国氢燃料电池汽车 10 万辆

的保有量目标有望实现。

氢燃料电池汽车正迎来高速发展，2022 年 1-12 月，我国氢燃料电池汽车销量累计完成 3367 辆，同比增长 112.3%¹。

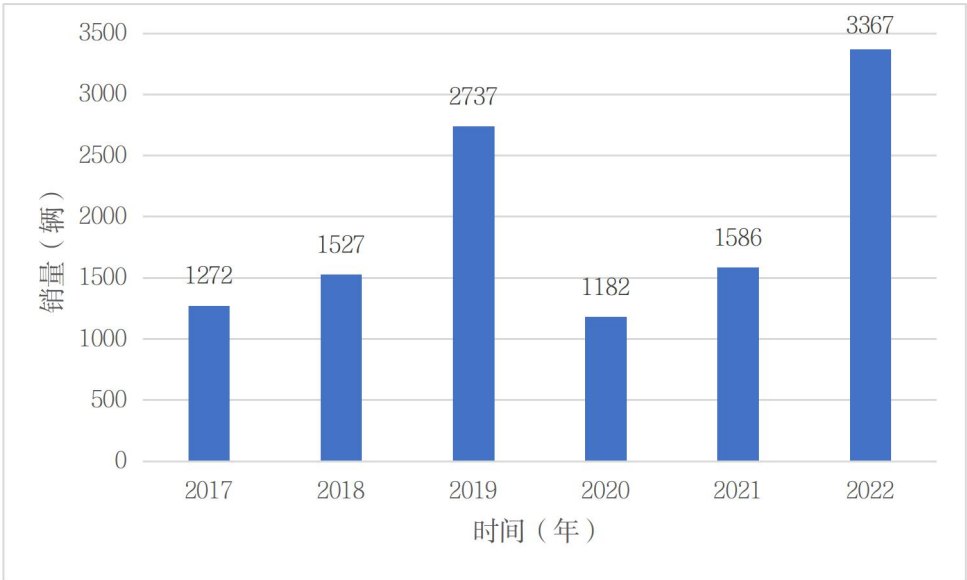


图 1-2 2017-2022 年中国氢燃料电池汽车销量

目前全球各发达经济体及中国皆已完成燃料电池整车技术的研发，韩国与日本在是目前燃料电池产业化最为成熟的国家，截至 2021 年底，其燃料电池保有量分别为 19,404 辆、7,634 辆，2016 至 2021 年复合年化增长率分别达 194.9%，33.4%。中国燃料电池汽车保有量截至 2021 年底位于世界第二，仅次于美国，中国燃料电池汽车在整体布局、额定功率、动力性能、氢气消耗等指标上差距不大，然而诸多核心零部件及零部件、关键技术等方面与海外先进水平相距甚远。国际上，具有代表性的燃料电池汽车有如日本丰田的 Mirai，其销量累计已超过 10,000 台；韩国现代 Nexo，2019 年单年销量达 4,818 辆。

初步统计，截至 2022 年底，全球主要国家燃料电池汽车总保有量

¹ 中商情报网 (WWW.ASKCI.COM)

达到 6.7 万辆，同比增长 36%，其中，中国燃料电池汽车保有量达到 12682 辆；韩国燃料电池汽车保有量达到 29369 辆，即将成为全球首个燃料电池汽车保有量达到 3 万辆的国家；美国燃料电池汽车保有量达到 14979 辆；日本、德国燃料电池汽车保有量分别为 8150 辆和 2135 辆²。

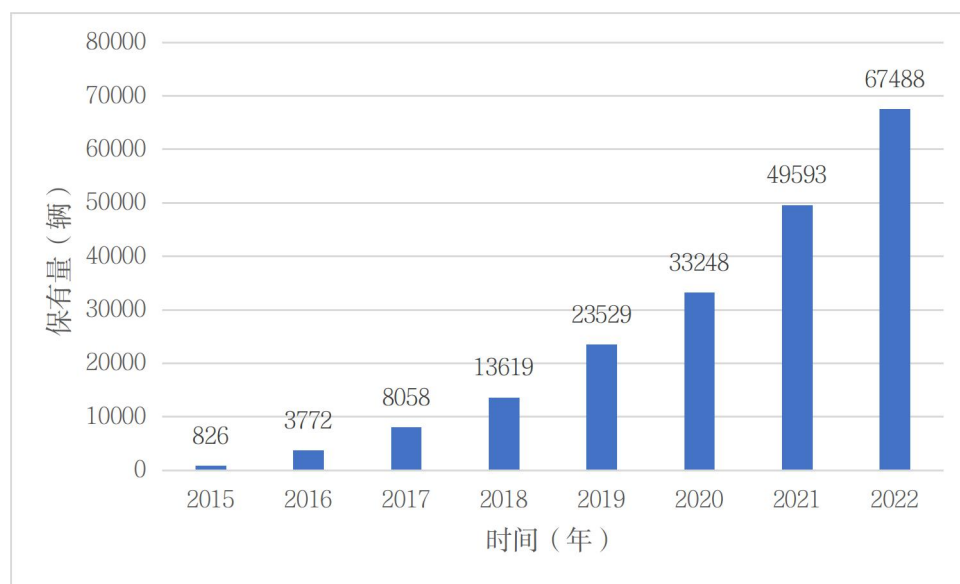


图 1-3 2015-2022 年全球氢燃料电池汽车保有量

1.2 技术理论

1.2.1 工作原理

氢燃料电池是一种非燃烧过程的能量转换装置，通过电化学反应将阳极的氢气和阴极的氧气（空气）的化学能转化为电能。燃料电池结构单元主要由膜电极组件和双极板构成，其中膜电极组件是由质子交换膜、催化剂与气体扩散层组合而成的，为反应发生场所；双极板是带流道的金属或石墨薄板，其主要作用是通过流场给膜电极组件输

²燃料电池车保有量 <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1757071368419767534&wfr=spider&for=pc>

送反应气体，同时收集和传导电流并排出反应产生的水和热。

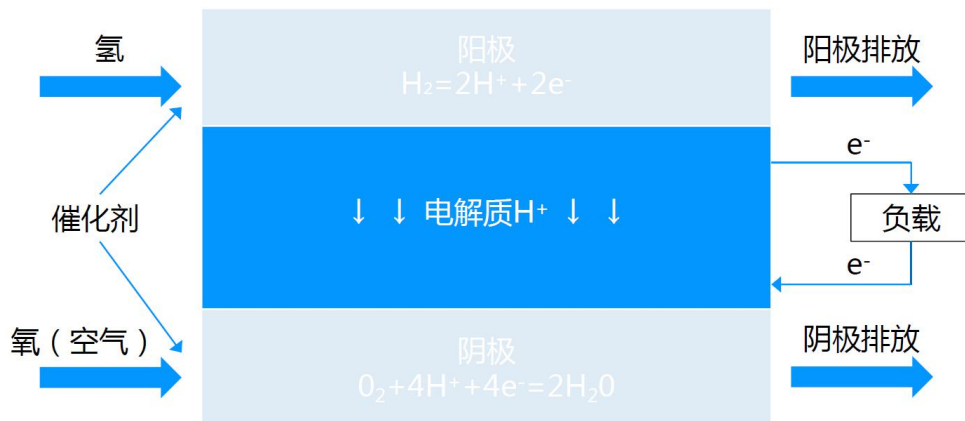


图 1-4 燃料电池工作原理

燃料电池工作时发生下列过程：1) 反应气体在气体扩散层内扩散；2) 反应气体在催化层内被催化剂吸附后被离解；3) 阳极反应生成的氢离子穿过质子交换膜到达阴极与氧气反应生成水，而电子通过外电路到达阴极产生电。

1.2.2 燃料电池分类

按照不同的分类标准，氢燃料电池可划分为不同的类别。以电池的运行机理可分为酸性燃料电池和碱性燃料电池。按电解质种类分为质子交换膜燃料电池（PEMFC）、磷酸燃料电池（PAFC）、固体氧化物燃料电池（SOFC）、碱性料电池（AFC）、熔融碳酸盐燃料电池（MCFC）、直接甲醇燃料电池（DMFC）等。按工作温度范围分为低温型（低于 200 ℃）、中温型（200 ℃～750 ℃）和高温型（高于 750 ℃）燃料电池。通常 AFC、PEMFC 为低温燃料电池，PAFC、MCFC 和 DMFC 为中温燃料电池，而 SOFC 则为高温燃料电池。

表 1-2 燃料电池分类

燃料电池类型	碱性燃料电池(AFC)	酸性燃料电池(PAFC)	熔融碳酸盐燃料电池(MCFC)	固体氧化物燃料电池(SOFC)	质子交换膜燃料电池(PEMFC)
比功率 (W/kg)	35~105	100 ~ 220	30~40	15~20	300~1000
单位面积的功率 (W/cm ²)	0.5	0.1	0.2	0.3	1~2
燃料电池的燃料种类	H ₂	天然气、甲醇、液化石油气	天然气、液化石油气	H ₂ 、CO、HC	H ₂
氧电极的氧化物种类	O ₂	空气	空气	空气	空气
电解质	有腐蚀、液体氢氧化钾	有腐蚀、液体磷酸水溶液	有腐蚀、液体碳酸锂/碳酸钾	无腐蚀、氧化锆系陶瓷系	无腐蚀、固体稳定氧化锆系
发电效率(%)	45~60	35~60	45~60	50~60	
启动时间	几分钟	2~4h	≥10h	≥10h	几分钟
电荷载体	OH ⁻	H ⁺	CO ₃ ²⁻	O ²⁻	
反应温度(℃)	50~200	180 ~ 220	600~700	750 ~ 1000	25~105
优点	1. 可在一个宽温度和压力范围内运行 2. 具有较高的效率	1. 不易被CO毒化 2. 技术成熟	1. 非贵金属催化剂 2. 高品位余热可用于热电联供	1. 催化剂为非贵金属 2. 高品位余热可用于热电	1. 直接甲醇燃料电池期望工作温度为120℃以下,其效率

燃料电池类型	碱性燃料电池(AFC)	酸性燃料电池(PAFC)	熔融碳酸盐燃料电池(MCFC)	固体氧化物燃料电池(SOFC)	质子交换膜燃料电池(PEMFC)
	(50% ~ 55%) 3. 性能可靠、成本最低 4. 可用非贵金属作催化剂 5. 通过电解液完全的循环,电解液被用作冷却介质			联供 3. 较高功率密度	为 40%左右 2. 无重整、转化装置,体积小、质量轻、系统简单、燃料丰富、价格低廉、储存方便
缺点	1. 电解液易受二氧化碳的毒化,不适合大气环境使用 2. 循环电解液的利用,增加了泄漏的风险	1. 冷启动时间久 2. 不适合中小型移动电源,仅适合固定式电站	1. 二氧化碳必须再循环 2. 电解质具有腐蚀性 3. 材料昂贵	1. 启动时间长,为保护电池组件,升温速率不能太快 2. 原料成本高 3. 固体氧化物燃料电池在高温运行下的寿命仍需考证	1. 存在甲醇渗透问题 2. 与氢燃料电池相比,其电流密度低、使用寿命短

车用氢燃料电池工作条件不受环境温度的影响,在低负荷或高负

荷下均能高效率工作，输出高密度电流，无需维护，还具有很强的耐振性和耐冲击性，能满足这些条件的首推是以纯氢气为燃料的 PEMFC。它具有燃料电池所有优点，但其缺点是寿命短且成本昂贵，这限制了其在实际系统中的广泛应用。

1.2.3 快速低温启动技术

由于燃料电池在零下环境中，其反应生成物水会因低温而冻结，造成燃料电池性能下降，无法启动。目前现有的衡量冷启动能力的指标有最低启动温度、启动过程耗能和启动时间等。现有的策略主要为“停机吹扫+外部预热+内部升温”。

现阶段大多采用“停机吹扫+启动升温”，即在停机吹扫的基础上，电池启动时使电堆升温融冰的速度快于电堆结冰的速度，来实现冷启动。冬季车辆停机吹扫大致需要几分钟，启动时加热需要 10~15 分钟的加热时间。

停机吹扫：脉冲鼓风吹扫是目前应用较广的吹扫方式，其原理是停机后通过空气对电堆进行吹扫带出残余水分。但其不足之处在于，由于膜电极和流场之间的水浓度差异较小，且膜电极组件的扩散层为多孔毛细结构，鼓风吹扫难以在短时间内从流场流道中带走膜电极中的水。通常，停机后合理的二次吹扫是排出内残余水分的有效方式。

外部升温：外部升温方式主要有：电加热器加热、电堆逆向加热、催化燃烧加热。

PTC 电加热器加热比较常见，通过电加热器加热冷却液，加热的冷

却液流入电堆的冷却液散热流道，对电堆进行加热。

电堆逆向加热即向电堆添加反向电压，使电堆进入电解水或濒临电解水反应的状态，此状态下整个电堆为电加热器，迅速升温。

催化燃烧加热是使氢气与氧气在催化燃烧器中燃料发热，利用燃烧后的高热气体加热电堆组件。内部升温：控制电堆输出特质自升温、通过反应物饥饿自升温、通过向电堆内通入反应气体混合物自升温。

通过控制电堆输出特质，实现自升温的方法可分为恒电流法和恒电压法，该类方法具有更佳的节能效果，被丰田的 Mirai 所采用。但有业内人士指出，该方法的弊端在于，一旦氢气的供给量计算失误，将会导致电堆烧毁，或更加严重的事故。

通过反应物饥饿自升温的原理是，反应物饥饿时，电极上将产生很高的过电位，导致内阻引起的内部发热增加。

通过向电堆内通入反应气体混合物自升温是将少量燃料气体混入阴极供气端一起供入电堆内部，送入阴极的混合气体经催化层催化反应后的能量全部转化为热量，使电堆迅速升温。据悉，该方法会导致空气中的氮气及其他物资在阳极堆积，不适用于以空气为主要反应物的车载燃料电池系统。

国内目前燃料电池冷启动可以做到 -20°C ，也有一些可以做到 -30°C 。现代 Nexo 可以达到 -30°C 。丰田在低温启动指标方面排名靠前，2014 年已实现燃料电池堆 -30°C 环境中启动时，35s 内达 60%额定功率，70s 达 100%额定功率。

1.2.4 长寿命技术

车辆频繁变工况运行是引起燃料电池寿命降低的最主要原因。从物理方面看，车辆在动态运行过程中由于电流载荷的瞬态变化会引起反应气压力、温度、湿度等频繁波动，导致材料本身或部件结构的机械性损伤。从化学角度看，由于动态过程载荷的变化，引起电压波动，导致材料化学衰减，尤其在启动、停车、怠速以及带有高电位的动态循环过程中材料性能会加速衰减，如催化剂的溶解与聚集、聚合物膜降解等。

因此，实现商业化燃料电池的寿命指标，可从2个层次逐步进行：一方面，通过对系统与控制策略的优化，使之避开不利条件或减少不利条件存在的时间，达到延缓衰减的目的，但系统会相对复杂，需要加入必要的传感、执行元件与相应的控制单元等；另一方面，还要持续支持新材料的发展，当能抵抗车用苛刻工况新材料的技术成熟时，系统可以进一步简化，在新材料基础上实现车用燃料电池的寿命目标。

燃料电池运行过程中的反应气饥饿、动态电位循环及高电位是引起催化剂及其载体等材料衰减的主要原因。此外，一些极限条件如零度以下储存与启动、高污染环境也会造成燃料电池不可逆转的衰减。归纳起来这些衰减因素主要包括在以下几种车辆运行的典型工况中：1) 动态循环工况；2) 启动/停车过程；3) 连续低载或怠速运行；4) 低温贮存与启动过程。

目前燃料电池性能衰退的建模方法主要包括基于衰退机理和基于数据驱动两种。性能衰退预测包括估计燃料电池的性能变化趋势，评

估系统运行的可靠性，预测系统未来故障或风险发生的概率和时间等。已有研究表明，性能衰退预测研究提供的有效预测信息可以为燃料电池系统的运行条件优化和维护策略制定提供科学依据，进而可以降低燃料电池系统的使用和维护成本，规避可预见性风险，降低系统的停机次数和时间。

材料方面需要研究高稳定性的电催化剂、抗腐蚀的催化剂载体、抗氧化的质子交换膜、有序化膜电极组件（MEA）、导电耐腐兼容的金属双极板等，研究人员已经进行了大量工作，取得了一些成果，但还需要一定应用前的试验验证及产品规模的探索。材料问题的解决是一项相对长期的工作，近期可采用控制策略优化等方式，避免燃料电池不利条件的停留时间，以期在现有材料的基础上提高燃料电池寿命。

1.3 技术历程

1.3.1 燃料电池技术发展历史

英国化学家 Willian drove 在 1842 年首次报道“气体伏打电池”（gaseous voltaic battery），成功实现了氢气—氧气发生反应并产生电流的设想。随后，著名化学家 Ludwing Mond 与其助手 Charles Langer 在 1889 年采用硫酸溶液填充的多孔陶瓷材料作为电解质，表面镀铂黑的铂片作为电极，并分别以氢气和氧气作为燃料和氧化剂组成电池，在 3.5mA cm^{-2} 的电流密度条件下，电池输出电压可以达到 0.73V。然而，该电池成本高昂，数据结果的重复性比较差，输出性能稳定性差。随后，Friedrich Wilhelm Ostwald 在 1894 年提出了燃料电池的

能量转化效率不受卡诺循环限制的观点，燃料电池更高效、更安静，并且无污染地将化学能直接转化为电能，与内燃机相比具有更大优势。1932-1960 年，英国工程师 Francis Thomas Bacon 实现了中温“培根型”碱性燃料电池的组件和改良，并提出了多孔结构气体电极的概念，推出了 5-6kV 的燃料电池。1960 年初，美国杜邦公司推出了一种含氟磺酸型离子交换膜，随后通用电气公司以这种材料为电解质隔膜组装了固态聚合物电解质膜燃料电池，1960 年 10 月首次将该燃料电池用在双子星座太空任务中。70 年代，世界各国研发和投入的重点是以净化重整气为燃料的磷酸燃料电池和以净化煤气、天然气为燃料的熔融碳酸盐燃料电池。20 世纪 80 年代初，加拿大 Ballard 动力公司在国防部财政支持下开始进行关于燃料电池的研究，并逐步克服了立体化电极结构设计、贵金属催化剂用量降低、膜电极的热压合和电池内部水热管理等许多关键技术问题。2014 年 12 月，日本丰田汽车公司研发的氢氧燃料电池汽车“Mirai”正式进入民用商业化阶段。

在国内，以氢晨科技、新源动力和亿华通为代表的各大主流燃料电池电堆和系统企业均在大功率产品研发方面持续投入。2021 年最新一代产品均以大功率、长寿命、高功率密度等特点亮相。2022 年北京冬奥奥运会的示范是全球最大的一次燃料电池汽车示范，大概有 1000 多辆燃料电池车，30 多个加氢站投入使用。

目前，在张家口已经投入了 600 多辆氢燃料电池客车。中国科学院院士欧阳明高指出，氢燃料电池汽车现在已经进入大规模商业示范阶段。

1.3.2 氢燃料电池发展趋势

(1) 燃料电池模块化和系列化

为了提高可靠性和寿命，并降低成本，燃料电池发展出现模块化趋势。单个燃料电池模块的功率范围被界定在一定的范围之内，通过模块的组装，实现不同车辆对燃料电池功率等级的要求。

(2) 燃料电池汽车动力系统混合化

在目前的燃料电池汽车动力系统中，已经不再采用最初的动力方案，而是燃料电池系统与动力蓄电池混合驱动的方式。这种混合动力驱动方案最早被我国科技人员采用，可有效提高燃料电池的寿命、降低车辆成本，已被国外广泛采纳。

(3) 车载能源载体氢气化

经过对各种能源载体的比较和考核，基本摒弃了基于车载各种化石燃料重整制氢的技术途径，更多得采用了车辆直接储存氢气的方案，储存方式以高压气态为主；而氢气制取在制氢站完成，采取了基于本地资源特点的多种制氢途径。

(4) 燃料电池汽车产业联盟化

在汽车制造行业，燃料电池技术通常是自己研发，但目前燃料电池汽车产业发展正在突破这种常规发展模式。目前，汽车整车生产企业与燃料电池生产厂家加强了技术整合。汽车整车生产厂商与燃料电池生产企业的合作共赢成为了燃料电池汽车发展的一种重要模式。

(5) 燃料电池汽车发展目标

《中国制造 2025》将驱动电机及控制系统、整车控制系统和辅助

电源系统列为关键共性技术项，汽车业各界参与度较高；燃料电池系统和氢气存储罐技术是行业内更为关注的环节。根据《氢燃料电池汽车产业发展研究报告》显示，预计到 2030 年，实现低成本燃料电池电堆技术，具体性能指标如下图所示。

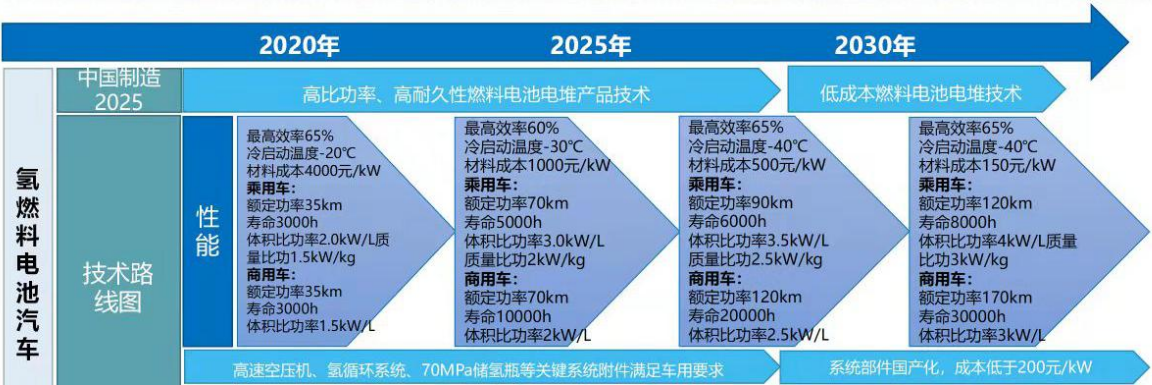


图 1-5 燃料电池汽车发展目标

1.4 主要企业

我国氢能在交通领域的应用呈现氢燃料电池商用车先发展，氢燃料电池乘用车后发展的特点。当前氢燃料电池汽车的主要示范应用集中在物流、客车等领域。乘用车市场仍处于初步发展阶段。

表 1-3 燃料电池乘用车主要代表企业³

地域	车型	推出时间	续航里程	系统功率	注氢时间
国内	上汽荣威 950Fuel Cell	2014 年	400km	—	—
国内	上汽大通 MIFA 氢	2022 年	605km	150kW	3 分钟
国内	广汽 Aion LX Fuel Cell	2020 年	650km	150kW	3-5 分钟

³ 中汽研，氢燃料电池汽车产业发展研究报告. https://www.sohu.com/a/390961262_372592;

国际氢能网.<https://h2.in-en.com/html/h2-2417168.shtml>

地域	车型	推出时间	续航里程	系统功率	注氢时间
国内	东风氢舟 (AX7-FCV)	2020 年	500km	80kW	3 分钟
国内	海马 7X-H	2020 年	800km	120kW	3-5 分钟
国内	上汽通用五菱	2021 年	—	140kW	—
国内	一汽红旗 H5-FCEV	2021 年	520km	140kW	—
国内	长安深蓝 SL03	2022 年	730km	160kW	3 分钟
国外	丰田 Mirai 一 代	2014 年	600km	—	3-5 分钟
国外	本田 Clarity	2015 年	750km	130kW	3 分钟
国外	奔驰 GLC F-CELL	2017 年	478km	155kW	3 分钟
国外	现代 NEXO	2018 年	596km	120kW	5 分钟
国外	丰田 Mirai 二 代	2020 年	850km	128kW	3 分钟
国外	宝马 iX5 Hydrogen	2021 年	500km	275kW	3-4 分钟

表 1-4 燃料电池商用车主要代表企业⁴

城市	车长 /m	燃料电池功 率/kW	电机额定(峰 值功率)/kW	整车供应商	动力系统供 应商
张家口	12	60	100(200)	宇通	亿华通
张家口	10	30	100(150)	福田	亿华通
武汉	8.5	40	80(150)	开沃新能源	泰歌/雄韬 氢雄
郑州	12	50	100(200)	宇通	重塑
大同	10.5	45	100(200)	中通	雄韬氢雄
聊城	9	32	60(155)	中通	重塑
上海	12	60	—	上海申沃	上汽

⁴ 新能源汽车国家大数据联盟. 全国氢燃料电池汽车数据分析报告.

https://mp.weixin.qq.com/s?__biz=MzU5MTU4OTY0NA==&mid=2247492152&idx=1&sn=5aa2027466c72be7221a3189093dc742&chksm=fe2e1a5bc959934d63e6020f9a5571a6f03bd8c5573d553e5572f516b2751f56ecd249bf75f6&scene=21#wechat_redirect

北京	12	60	100(150)	福田	亿华通
佛山	11	60/88	100(200)	佛山飞驰	广东国鸿/ 亿华通
云浮	11	84	100(200)	佛山飞驰	广东国鸿/ 亿华通
张家港	10.5	50/60	100(200)	宇通/苏州 金龙	亿华通/重 塑
如皋	10.5	30	80(160)	青年汽车	南通百应能 源
盐城	12	30	80(140)	南京金龙	江苏兴邦能 源
成都	9	47	90(150)	蜀都	东方电气

1.5 技术相关标准

1.5.1 国际相关标准

燃料电池技术的进步带动燃料电池电动汽车的发展和应用，也促使相关标准的需求。在国际上 UN/WP.29、ISO、IEC、SAE 等组织推出了氢气和燃料电池及燃料电池汽车方面的标准。

目前，国际上有多组织已经开展燃料电池方面的标准制修订工作，具体如下：

(1) 由联合国世界车辆法规协调论坛（UN/WP.29）负责制订发布的全球统一汽车技术法规 GTR13《氢和燃料电池电动汽车全球技术法规》，起到纲领性作用。联合国世界车辆法规协调论坛（WP.29）是联合国欧洲经济委员会内陆运输委员会下属的一个永久性工作组，主要开展国际范围内汽车技术法规的制修订、协调、统一与实施工作。

(2) 国际电工委员会（IEC）和国际标准化组织（ISO）在燃料电池电动汽车标准的制订方面起到了基础和协调的重要作用。ISO 主要负责整车、动力系统和电池标准，IEC 负责电器附件和基础设施标准。在充电连接、充电通讯、电池规格尺寸等领域，ISO 和 IEC 紧密合作，成立联合工作组共同制订标准。

(3) 美国汽车工程师学会（SAE）在汽车类标准的制订方面非常全面和及时，已经发布 20 余项相关标准，为燃料电池电动汽车的产品化起到了积极的推动作用。

下面对一些主要机构制订的燃料电池汽车相关标准情况进行介绍说明。

GTR No. 13 主要内容简析

GTR 法规全称为全球统一汽车技术法规，由联合国世界车辆法规协调论坛（UN/WP.29）负责制订发布。

2013 年 7 月发布的 UN GTR No. 13《氢和燃料电池电动汽车全球技术法规》是燃料汽车领域内第一个国际性法规。该法规的制订是为了氢燃料电池汽车能够达到与传统汽车同样的安全级别，以避免氢气爆炸或燃烧等造成人员伤害。此外，还包括当汽车发生事故时乘员和急救人员免受电击危险等要求。下面就其主要内容进行简述。

压缩氢气储存系统：这部分规定了车用压缩氢气储存系统完整性的要求。规定用于道路车辆的压缩氢气储存系统，其标称工作压力不应高于 70MPa，使用寿命不超过 15 年。其主要内容包括压缩氢气储存系统性能要求、温度驱动压力泄放装置性能试验、单向阀和自动关断

阀三大方面。

车载氢系统：GTR No. 13 法规规定了氢燃料供应系统的完整性要求，具体包括氢气储存系统、管路、接头和其它与氢气接触的部件。标准内容主要针对汽车氢燃料系统的性能和安全需求，具体测试内容见文献。

电安全：满足电安全要求是电动汽车的一个设计重点，燃料电池电动汽车作为电动汽车的一个大类也不例外，一般情况下其高压线路系统比纯电动汽车和混合动力电动汽车都要复杂。燃料电池电动汽车的高电压系统的失效可能造成电击，电流通过人体的皮肤、肌肉、头发等对人体造成伤害。GTR No. 13 对汽车正常使用和发生碰撞后的电安全方面都给出了具体要求，具体可参考文献。

装有液氢储存系统的车辆：燃料电池电动汽车使用液氢储存系统（LHSS, Liquid fied Hydrogen Storage System）也是一个技术趋势，GTR No. 13 这方面规定主要包括 LHSS 储存系统设计验证要求、LHSS 燃料系统完整性、LHSS 设计验证的测试方法、LHSS 燃料系统完整性的测试方法几个方面。

ISO 相关标准体系简介

在国际标准化组织（ISO）的相关技术委员会中，氢能技术领域的标准主要是由 ISO/TC 197 (Hydrogen technologies) 分委会负责制订。截至 2020 年 5 月，ISO/TC 197 分委会负责制订的氢燃料质量、加氢站、氢气制备、氢安全方面的标准主要有 18 项，正在开发的 3 项。

表 1-5 ISO/TC 197 氢能技术领域标准

序号	标准编号	标准名称
1	ISO 19882:2018	气氢-车用压缩储氢容器的温度驱动的压力泄放装置
2	ISO 19881:2018	气氢-陆地车辆储氢容器
3	ISO 16111:2018	可运输的储氢装置-金属氢化物可逆吸附氢气
4	ISO/TS 19883:2017	氢气分离和纯化的压力变压吸附系统安全
5	ISO/TR 15916:2015	氢系统安全基本要求
6	ISO 17268:2020	陆地车辆加氢连接装置
7	ISO 22734:2019	电解水氢气发生器-工业和商业设施
8	ISO 26142:2010	氢气检测装置-固定式应用
9	ISO 16110-1:2007	燃料转化制氢装置-第 1 部分：安全
10	ISO 16110-2:2010	燃料转化制氢装置-第 2 部分：性能测试方法
11	ISO 13985:2006	液氢-陆地车辆燃料罐
12	ISO 13984:1999	液氢-陆地车辆燃料加注系统接口
13	ISO 17268:2012	气氢-陆地车辆燃料加注连接装置
14	ISO/TS 19880-1:2020	气氢-加氢站-第 1 部分：基本要求
15	ISO 19880-3:2018	气氢-加氢站-第 3 部分：阀
16	ISO 19880-5:2019	气氢-加氢站-第 5 部分：软管和软管组件
17	ISO 19880-8:2019	气氢-加氢站-第 8 部分：氢气品质控制
18	ISO 14687:2019	氢燃料-产品规范

SAE 相关标准体系简介

美国汽车工程师学会（SAE）制订了大量的电动汽车类标准，具体包括整车、零部件和充电标准等。SAE 标准在数量和制订速度上都处于相对领先地位，其不仅在美国国内使用，而且多为国际标准参考和采

用。

SAE 电动汽车标准由地面车辆标准委员会负责，目前涉及到电动汽车标准制订的委员会有混合动力委员会、燃料电池标准委员会、汽车电池标准委员会、轻型汽车性能和经济性测量委员会等。燃料电池标准化委员会主要负责制订燃料电池电动汽车相关的标准和试验规程。该委员会制订的标准包括安全性及性能要求、与效能及环保相关的燃料系统可靠性和回收利用的内容，建立试验规程，以确保汽车、系统、部件性能试验的一致性。

截至 2020 年 4 月底，SAE 发布燃料电池电动汽车直接相关标准 19 项。标准内容涵盖氢气、电池、电堆、系统、整车几个不同层级，具体涉及到术语、质量控制、氢安全、急救、加氢通讯、碰撞安全、能耗测试等方面，是目前国际上比较全面的燃料电池电动汽车标准体系。其中 SAEJ2578《燃料电池电动汽车基本安全推荐规程》和 SAEJ2579《燃料电池电动汽车燃料系统安全》是燃料电池汽车整车安全方面两个最为关键的标准，对其他国家类似标准的制订很有借鉴意义。

表 1-6 SAE 燃料电池技术领域标准

序号	标准号	标准名称
1	J3089201810	车用氢气传感器特征
2	J2990/1_201606	氢气和燃料电池车辆应急救援推荐规程
3	J2799 201404	氢能地面车辆与加氢站的通讯硬件和软件
4	J2760 201106	燃料电池车辆和其他氢能车辆的压力术语
5	J2719 202003	燃料电池车辆的氢气品质
6	J2719 200804	关于燃料电池车辆氢气质量指南的信息报告

序号	标准号	标准名称
7	12617_201108	汽车用 PEM 燃料电池堆子系统性能测试推荐规程
8	J2616 201108	汽车用燃料电池系统的燃料处理子系统的性能测试
9	J2615_201110	汽车用燃料电池系统的性能测试
10	J2601 201612	使用气氢的轻型地面车辆加氢协议
11	J2601/3 201306	使用气氢的工业卡车加氢协议
12	J2601/2_2014 09	使用气氢的重型车辆加氢协议
13	J2600 201510	使用压缩氢气的地面车辆加氢连接装置
14	J2594 201611	循环式质子交换膜燃料电池系统设计推荐规程
15	J2579_201806	燃料电池汽车和其他氢能车辆的燃料系统标准
16	J2578 201408	燃料申池汽车通用安全推荐规范
17	J2574_201109	燃料电池汽车术语
18	J2572_201410	使用压缩氢的燃料电池汽车和燃料电池混合动力汽车的氢耗和里程测试推荐规程
19	J1766_201401	电动汽车、燃料电池汽车和混合动力电动汽车碰撞完整性测试推荐规程

1.5.2 国内相关标准

1.5.2.1 国家标准

表 1-7 国内燃料电池领域相关国家标准

标准号	标准名称	实施时间	状态	标准类型
GB/T 20042.1-2017	质子交换膜燃料电池 第1部分：术语	2018/2/1	现行	国家标准
GB/T 20042.2-2008	质子交换膜燃料电池 电池堆通用技术条件	2009/1/1	现行	国家标准
GB/T 20042.3-2022	质子交换膜燃料电池 第3部分：质子交换膜测试方法	2022/10/1	现行	国家标准
GB/T 20042.4-2009	质子交换膜燃料电池 第4部分：电催化剂测试方法	2009/11/1	现行	国家标准
GB/T 20042.5-2009	质子交换膜燃料电池 第5部分：膜电极测试方法	2009/11/1	现行	国家标准
GB/T 20042.6-2011	质子交换膜燃料电池 第6部分：双极板特性测试方法	2012/5/1	现行	国家标准
GB/T 20042.7-2014	质子交换膜燃料电池 第7部分：炭纸特性测试方法	2015/7/1	现行	国家标准
GB/T 23645-2009	乘用车用燃料电池发电系统测试方法	2009/11/1	现行	国家标准
GB/T 23751.1-2009	微型燃料电池发电系统 第1部分：安全	2009/11/1	现行	国家标准
GB/T 23751.2-2017	微型燃料电池发电系统 第2部分：	2018/2/1	现行	国家标准
GB/T 24548-2009	燃料电池电动汽车 术语	2010/7/1	现行	国家标准
GB/T 24549-2020	燃料电池电动汽车 安全要求	2021/4/1	现行	国家标准
GB/T 24554-2009	燃料电池发动机性能试验方法	2010/7/1	现行	国家标准
GB/T 25319-2010	汽车用燃料电池发电系统 技术条件	2011/5/1	现行	国家标准
GB/T 26779-2021	燃料电池电动汽车加氢口	2021/10/1	现行	国家标准

标准号	标准名称	实施时间	状态	标准类型
GB/T 26990-2011	燃料电池电动汽车 车载氢系统	2012/3/1	现行	国家标准
GB/T 26991-2011	燃料电池电动汽车 最高车速试验方法	2012/3/1	现行	国家标准
GB/T 27748.1-2017	固定式燃料电池发电系统 第1部分：安全	2018/2/1	现行	国家标准
GB/T 27748.2-2022	固定式燃料电池发电系统 第2部分：性能试验方法	2022/10/1	现行	国家标准
GB/T 27748.3-2017	固定式燃料电池发电系统 第3部分：安装	2018/4/1	现行	国家标准
GB/T 27748.4-2017	固定式燃料电池发电系统 第4部分：小型燃料电池发电系统性能试验方法	2018/2/1	现行	国家标准
GB/T 28183-2011	客车用燃料电池发电系统测试方法	2012/6/1	现行	国家标准
GB/T 28816-2020	燃料电池 术语	2020/12/1	现行	国家标准
GB/T 28817-2022	聚合物电解质燃料电池单电池测试方法	2022/10/1	现行	国家标准
GB/T 29123-2012	示范运行氢燃料电池电动汽车技术规范	2013/7/1	现行	国家标准
GB/T 29124-2012	氢燃料电池电动汽车示范运行配套设施规范	2013/7/1	现行	国家标准
GB/T 29126-2012	燃料电池电动汽车 车载氢系统试验方法	2013/7/1	现行	国家标准
GB/T 29838-2013	燃料电池 模块	2014/3/7	现行	国家标准
GB/T 30084-2013	便携式燃料电池发电系统-安全	2014/4/9	现行	国家标准
GB/T	质子交换膜燃料电池电堆低温	2015/7	现	国家标

标准号	标准名称	实施时间	状态	标准类型
31035-2014	特性试验方法	/1	行	准
GB/T 31036-2014	质子交换膜燃料电池备用电源系统 安全	2015/7 /1	现行	国家标准
GB/T 31037.1-2014	工业起升车辆用燃料电池发电系统 第1部分：安全	2015/7 /1	现行	国家标准
GB/T 31037.2-2014	工业起升车辆用燃料电池发电系统 第2部分：技术条件	2015/7 /1	现行	国家标准
GB/T 31886.1-2015	反应气中杂质对质子交换膜燃料电池性能影响的测试方法 第1部分：空气中杂质	2016/4 /1	现行	国家标准
GB/T 31886.2-2015	反应气中杂质对质子交换膜燃料电池性能影响的测试方法 第2部分：氢气中杂质	2016/4 /1	现行	国家标准
GB/T 33292-2016	燃料电池备用电源用金属氢化物储氢系统	2017/7 /1	现行	国家标准
GB/T 33978-2017	道路车辆用质子交换膜燃料电池模块	2018/2 /1	现行	国家标准
GB/T 33979-2017	质子交换膜燃料电池发电系统低温特性测试方法	2018/2 /1	现行	国家标准
GB/T 33983.1-2017	直接甲醇燃料电池系统 第1部分：安全	2018/2 /1	现行	国家标准
GB/T 33983.2-2017	直接甲醇燃料电池系统 第2部分：性能试验方法	2018/2 /1	现行	国家标准
GB/T 34425-2017	燃料电池电动汽车 加氢枪	2018/5 /1	现行	国家标准
GB/T 34544-2017	小型燃料电池车用低压储氢装置安全试验方法	2018/5 /1	现行	国家标准
GB/T 34582-2017	固体氧化物燃料电池单电池和电池堆性能试验方法	2018/4 /1	现行	国家标准
GB/T	燃料电池发动机氢气排放测试	2018/5	现	国家标

标准号	标准名称	实施时间	状态	标准类型
34593-2017	方法	/1	行	准
GB/T 34872-2017	质子交换膜燃料电池供氢系统技术要求	2018/5 /1	现行	国家标准
GB/T 35178-2017	燃料电池电动汽车 氢气消耗量	2018/7 /1	现行	国家标准
GB/T 36288-2018	燃料电池电动汽车 燃料电池堆安全要求	2019/1 /1	现行	国家标准
GB/T 36544-2018	变电站用质子交换膜燃料电池供电系统	2019/2 /1	现行	国家标准
GB/T 37154-2018	燃料电池电动汽车 整车氢气排放测试方法	2019/7 /1	现行	国家标准
GB/T 37244-2018	质子交换膜燃料电池汽车用燃料 氢气	2019/7 /1	现行	国家标准
GB/T 38914-2020	车用质子交换膜燃料电池堆使用寿命测试评价方法	2020/1 2/1	现行	国家标准
GB/T 38954-2020	无人机用氢燃料电池发电系统	2020/1 2/1	现行	国家标准
GB/T 39132-2020	燃料电池电动汽车定型试验规程	2021/5 /1	现行	国家标准
GB/T 41134.1-2021	电驱动工业车辆用燃料电池发电系统 第1部分：安全	2022/7 /1	现行	国家标准
GB/T 41134.2-2021	电驱动工业车辆用燃料电池发电系统 第2部分：性能试验方法	2022/7 /1	现行	国家标准
GB/Z 21742-2008	便携式质子交换膜燃料电池发电系统	2009/1 /1	现行	国家标准
GB/Z 23751.3-2013	微型燃料电池发电系统 第3部分：燃料容器互换性	2013/1 2/2	现行	国家标准
GB/Z 27753-2011	质子交换膜燃料电池膜电极工况适应性测试方法	2012/5 /1	现行	国家标准

1.5.2.2 地方标准

表 1-8 国内燃料电池领域相关地方标准

标准号	标准名称	实施时间	状态	标准类型
DB13/T 5156-2019	氢燃料电池混合动力 100%低地板有轨电车设计规范	2020/1/ 28	现行	地方标准
DB31/T 1313-2021	燃料电池汽车及加氢站公共数据采集规范	2021/10 /1	现行	地方标准
DB37/T 4060-2020	氢燃料电池电动汽车运行规范	2020/10 /1	现行	地方标准
DB37/T 4097— 2020	商用车用质子交换膜燃料电池堆耐久性测评方法	2020/10 /1	现行	地方标准
DB37/T 4098— 2020	质子交换膜燃料电池发动机安全性技术要求	2020/10 /1	现行	地方标准
DB37/T 4099— 2020	质子交换膜燃料电池发动机故障分类、远程诊断及处理方法	2020/10 /1	现行	地方标准
DB37/T 4100— 2020	质子交换膜燃料电池冷却液技术要求	2020/10 /1	现行	地方标准
DB44/T 1485-2014	燃料电池电动汽车能量消耗量试验方法	2015/3/ 2	现行	地方标准

1.5.2.3 行业标准

表 1-9 国内燃料电池领域相关行业标准

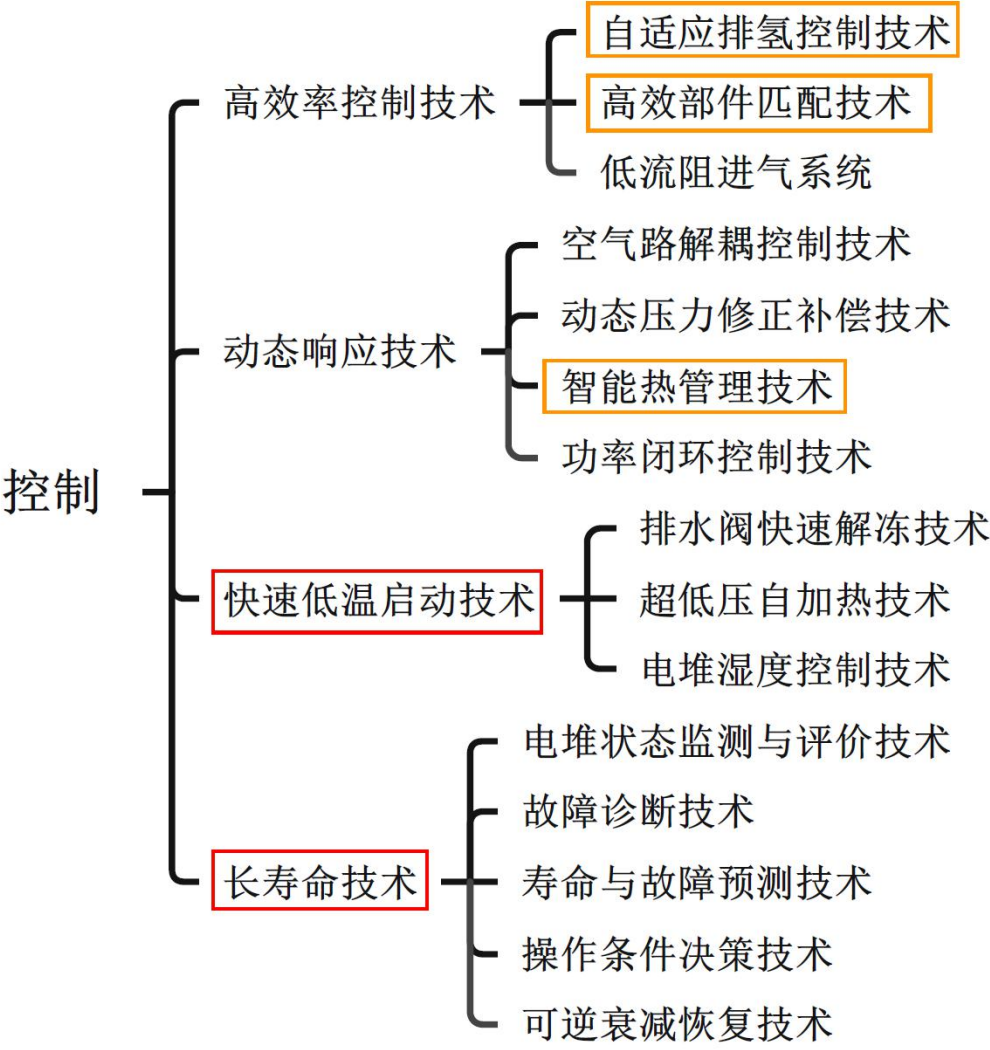
标准号	标准名称	实施时间	状态	标准类型
JT/T 1342 — 2020	燃料电池客车技术规范	2021/2/1	现行	行业标准
NB/T 10193-2019	固体氧化物燃料电池 术语	2019/10/1	现行	行业标准
NB/T 10670-2021	固体氧化物燃料电池电解质膜测试方法 第 1 部分：自支撑膜	2021/7/26	现行	行业标准
NB/T 10671-2021	固体氧化物燃料电池 模块 通用安全技术导则	2021/7/26	现行	行业标准
NB/T 10820-2021	固体氧化物燃料电池 单电池测试方法	2022/2/16	现行	行业标准
NB/T 10821-2021	固体氧化物燃料电池 电池堆测试方法	2022/2/16	现行	行业标准
NB/T 10822-2021	固体氧化物燃料电池 小型固定式发电系统通用安全技术导则	2022/2/16	现行	行业标准
SN/T 4444-2016	进出口燃料电池的检验技术要求 便携式燃料电池发电系统的安全	2016/10/1	现行	行业标准
YD/T 3425-2018	通信用氢燃料电池供电系统维护技术要求	2019/4/1	现行	行业标准

第二章 研究概述

2.1 研究内容

2.1.1 研究对象

项目组在中国第一汽车股份有限公司提供的技术资料的基础上，通过研发团队的指导、行业背景调研、科技文献资料的检索，充分了解行业背景、行业发展状况和技术发展现状，确定了燃料电池技术术语释义和技术分解。



2.1.2 研究思路

本报告通过专利数据检索，按照既定的燃料电池技术分类标准将专利汇总并进行分类，为后续专利的定性及定量分析打下基础。

定性分析主要包括技术分类分析、技术发展路线分析、技术问题聚类分析。

技术分类是以检索出相关专利为基础，分析各技术点占比分布，剖析技术热点和空白点，同时从时间维度分析各技术点发展态势，明确当前发展方向。

技术路线分析通过梳理每个时间段相关专利主要保护的技术点，全面了解该段时间出现的新的技术方向和已有技术方向在该段时间内是否有新的技术方案产生，从而判断不同技术点出现于技术发展周期的何种阶段以及该技术点是否随时间不断进行研发改进，是否属于研发持续投入的技术方向。

技术问题聚类分析则是从专利解决的技术问题，实现的技术效果来进行聚类，选择解决相应技术问题的专利进行解读，发现解决热点技术问题的典型技术方案，梳理出可以创新的方向。

定量分析中主要分析的指标有：申请趋势、专利类型、法律状态、国家区域分布等。

申请趋势是指专利申请量随时间逐年变化的情况，分析燃料电池相关技术专利发展趋势。

专利类型是指发明专利、实用新型专利占比，探究该技术领域专

利技术保护方式。

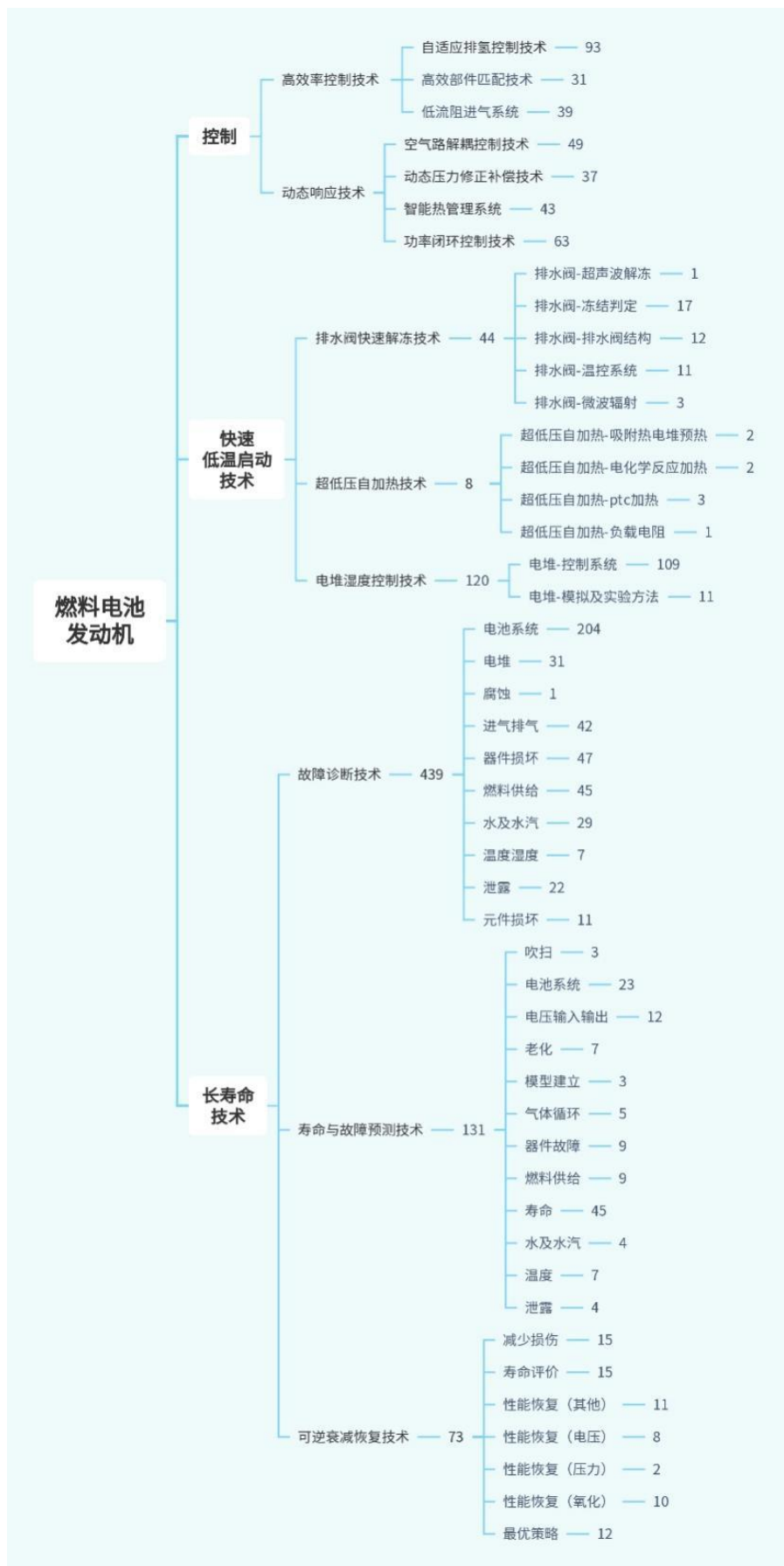
法律状态是指专利有效和无效专利占比以及随时间变化情况，反映该技术领域专利维持力度和创新活跃度。

国家区域分布是指专利主要布局目标国家地区以及技术来源国家地区，能够宏观该技术目标市场及技术优势国家区域。

2.1.3 研究数据采集

本报告采用是智慧芽商业数据库进行数据检索和处理，检索范围为全球公开专利文献，基于燃料电池技术的特点，结合燃料电池的技术分支进行检索与分析，选取中英文关键词、IPC 分类号、专利权人相结合的方式，构建合理的检索式。

通过上述检索策略进行检索后，首先进行了专利筛选，将不相关专利进行剔除，筛选规则如下图所示。



2.2 相关事项和约定

由于发明专利申请自申请日（有优先权日的自优先权日）起 18 个月（主动要求提前公开的除外）才能被公布，实用新型专利申请在授权后才能获得公布（即公布日的滞后程度取决于审查周期长短），而 PCT 专利申请可能自申请日起 30 个月甚至更长时间之后才能进入国家阶段，因此在实际数据中会出现 2021 年、2022 年的专利申请量比实际申请量少少的情况，这反映到本报告中的各技术申请量年度变化的趋势图中，可能表现在 2021 年、2022 年的数据出现较为明显的下降，但这并不能说明 2021 年、2022 年的真实趋势。

2.2.1 主要申请人约定

由于在智慧芽数据库中，同一申请人存在多种不同的表述方式，或者同一申请人在多个国家或地区拥有多家子公司，为了正确统计各申请人实际拥有的申请量与专利权数量，本文对智慧芽数据库中出现的主要申请人进行统一约定，并约定在报告中均使用标准化后的申请人名称。其中，依据智慧芽数据库中母子公司的关系约定为母公司；依据各公司官网上有关收购、子公司建立等信息，将子公司和收购的公司约定为母公司；公司合并的情况，以合并后的公司作为统一约定的申请人。

2.2.2 相关术语解释

此处对本报告上下文中出现的术语或现象一并给出解释。

有效：在本报告中，“有效”专利是指到检索截止日为止，专利权处于有效状态的专利申请。

无效：在本报告中，“无效”专利是指到检索截止日为止，已经丧失专利权的专利或者自始至终未获得授权的专利申请，包括专利申请被视为撤回或撤回、专利申请被驳回、专利权被无效、放弃专利权、专利权因费用终止、专利权届满等。

实质审查：在本报告中，“实质审查”专利指的是该专利申请可能还未进入实质审查程序或者处于实质审查程序中，也有可能处于复审等其他法律状态。

专利被引次数：是指专利文献被在后申请的其他专利文献引用的次数。

同族专利：同一项发明创造在多个国家申请专利而产生的一组内容相同或基本相同的专利文献出版物，称为一个专利族或同族专利。从技术角度来看，属于同一专利族的多件专利申请可视为同一项技术。

同族数量：一件专利同时在多个国家或地区的专利局申请专利的数量。

中国专利：报告中的中国专利指中国大陆专利，不包含中国香港、

澳门和台湾地区。

全球申请：申请人在全球范围内的各国专利局的专利申请。

技术来源国：国别根据专利申请人的国籍和地址予以确定。

第三章 关键技术专利分析——高效率控制技术

3.1 重点技术分析

3.1.1 专利申请趋势分析

高效率控制技术专利申请趋势如下图所示：可以看到相关技术最早出现于 1964 年，2000 年之前专利申请较少，整体处于技术发展萌芽阶段。2000-2008 年，专利申请连续，技术处于开发/探索阶段。2008-2023 年，随着技术的革新，专利申请呈波动趋势，2021 年出现了申请量的高峰。由于专利公开存在一定的滞后，本领域的专利申请仍处于增长阶段。从国内外专利申请趋势来看，近年来国内专利申请量反超国外专利布局数量，中国为主要目标市场。

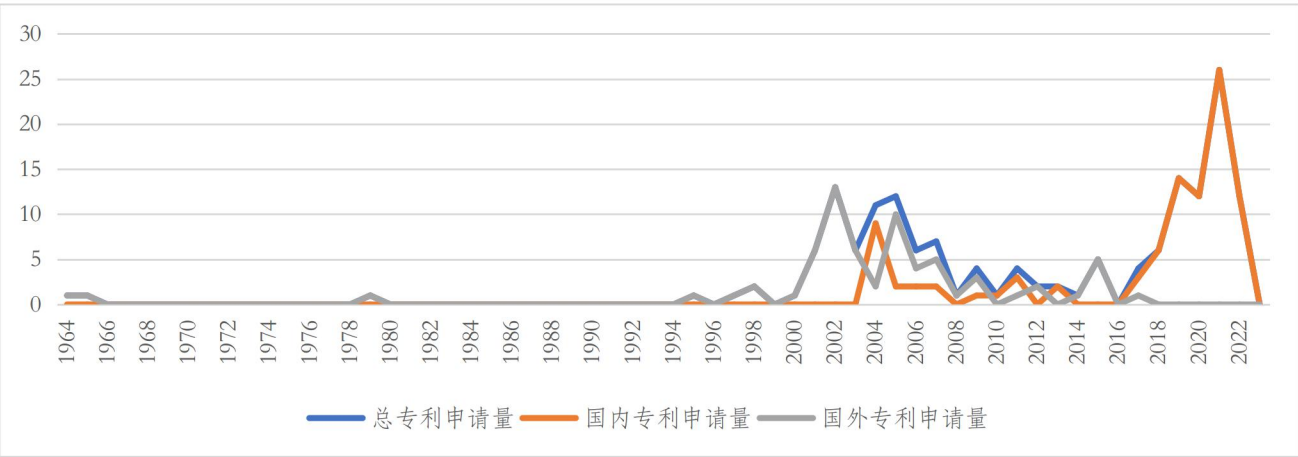


图 3-1 高效率控制技术专利申请趋势

3.1.2 专利申请地域分析

高效率控制技术专利申请国家分布如下图所示：可以看到中国是主要专利申请目标国家，其中主要为国内申请人在本国进行的布局，国外申请人在华申请专利很少。日本也是重要的专利布局目标国家，同样以本国申请人为主。韩国和法国均由本国申请人进行布局，无国外申请人布局。其他各国家和地区专利申请均主要为国外申请人在该国家和地区的布局。综合来看，高效率控制技术主要目标市场中国和日本均以本国专利布局为主，相关技术在国外的实施情形较少，不适合进行海外布局。

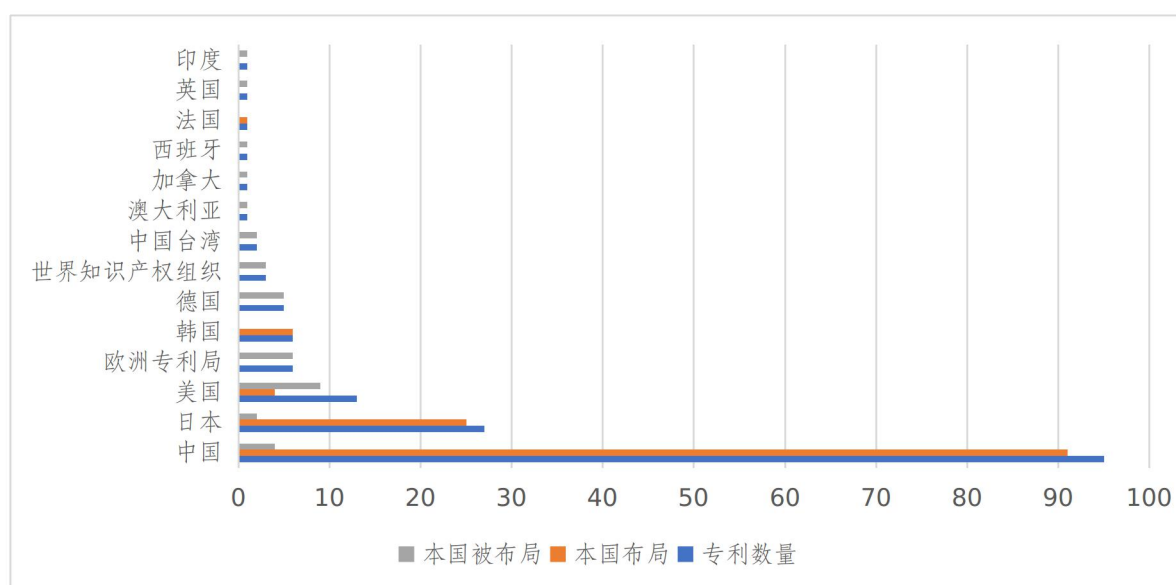


图 3-2 高效率控制技术专利申请地域

进一步追踪高效率控制专利技术来源国分布，具体如上图所示：可以看到中国是主要技术研发核心，产出于中国申请人的专利占比达 52.83%；其次，39%的专利技术产出于日本；美国约占 5.53%，也是重

要的技术产出地之一，位居第三；法国、哥伦比亚和韩国有一定研究基础。

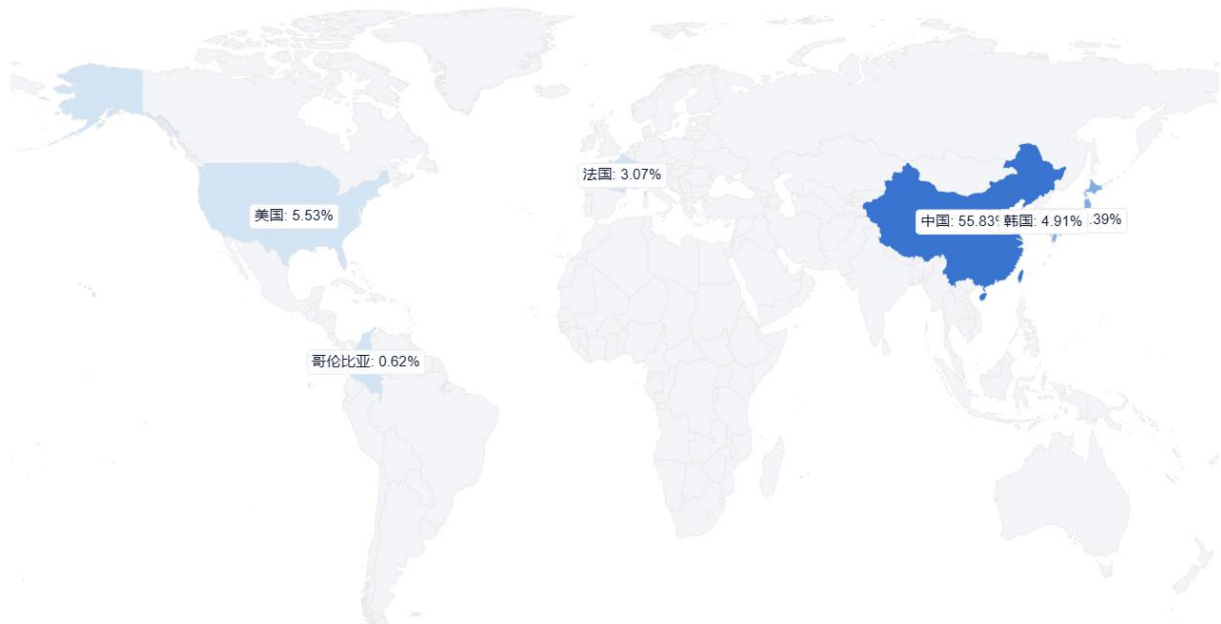


图 3-3 高效率控制技术来源国地域分布

对中国申请人竞争力、申请人类型以及技术研发中心进行剖析，可以得到如下高效率控制技术中国申请人排名及类型分布。从申请人类型来看，66%的专利产出于公司，在企业性质市场主体中，主要以上海神力科技有限公司、北京亿华通科技股份有限公司、国网上海市电力公司和大连锐格新能源科技有限公司为主要技术产出单位，尤其上海神力科技有限公司和北京亿华通科技股份有限公司占据一定优势地位，相较于其他企业具有明显领先优势，为龙头型企业。

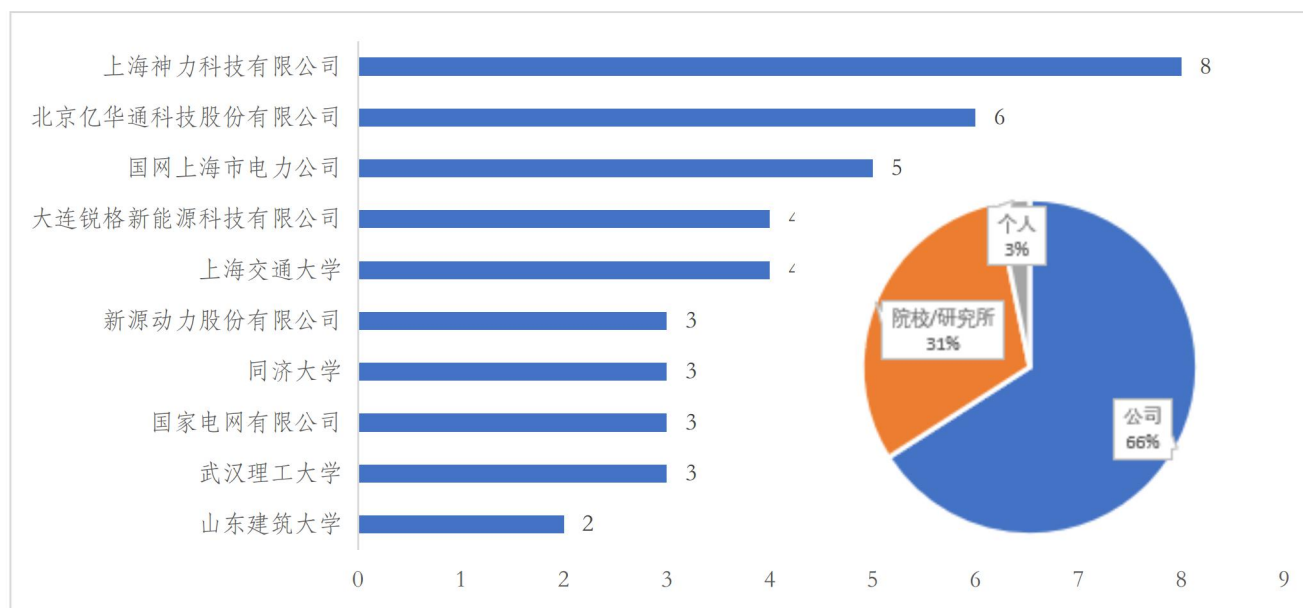


图 3-4 高效率控制技术中国专利申请人分析

3.1.3 专利申请人分析

下图为高效率控制技术全球专利权人前十名排名图，其中本田技研工业株式会社专利申请量居于首位，共计有 18 件相关专利申请；上海神力科技有限公司和现代自动车株式会社分别位于第二位和第三位，属于第二梯队；通用汽车环球科技运作有限责任公司、北京亿华通科技股份有限公司和日产自动车株式会社并列位于第三梯队；整体看来，前十申请人以企业为主，尤其在海外，更加重视专利技术运用和实施。

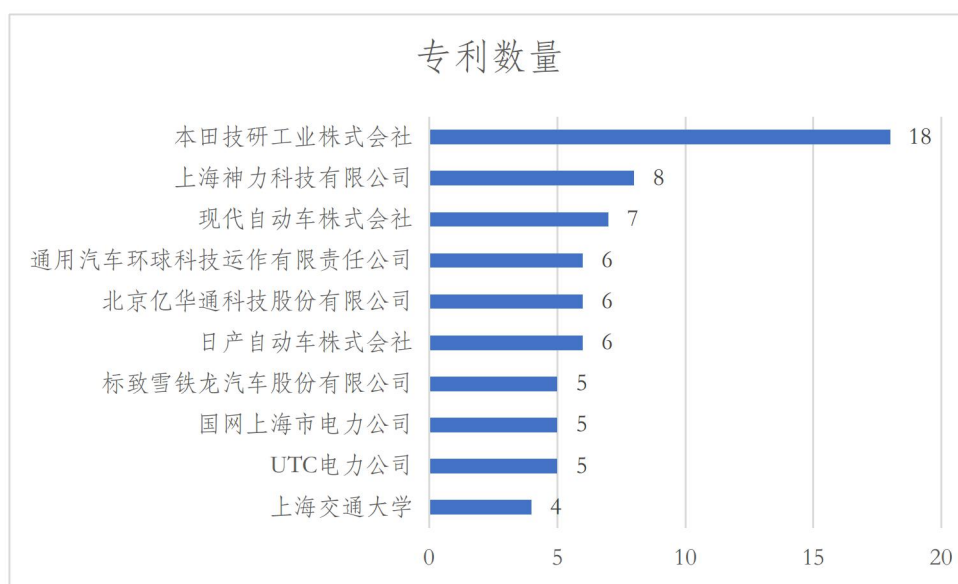


图 3-5 高效率控制技术专利权人分析

3.1.4 专利法律状态分析

高效率控制技术专利法律状态分布如下图：整体看来该技术失效专利占比较高，但主要集中在 2010 年以前，2010 年之后有效和审查中专利占比较高，专利维持力度大，技术生命周期较长；专利申请成功率高，可见该技术领域技术先进性优异，创新度高；近年来审中专利较多，可见该技术领域处于创新高度活跃期，属于研究的热点方向；PCT 专利申请较少，技术输出和产品出口意愿相对较低。

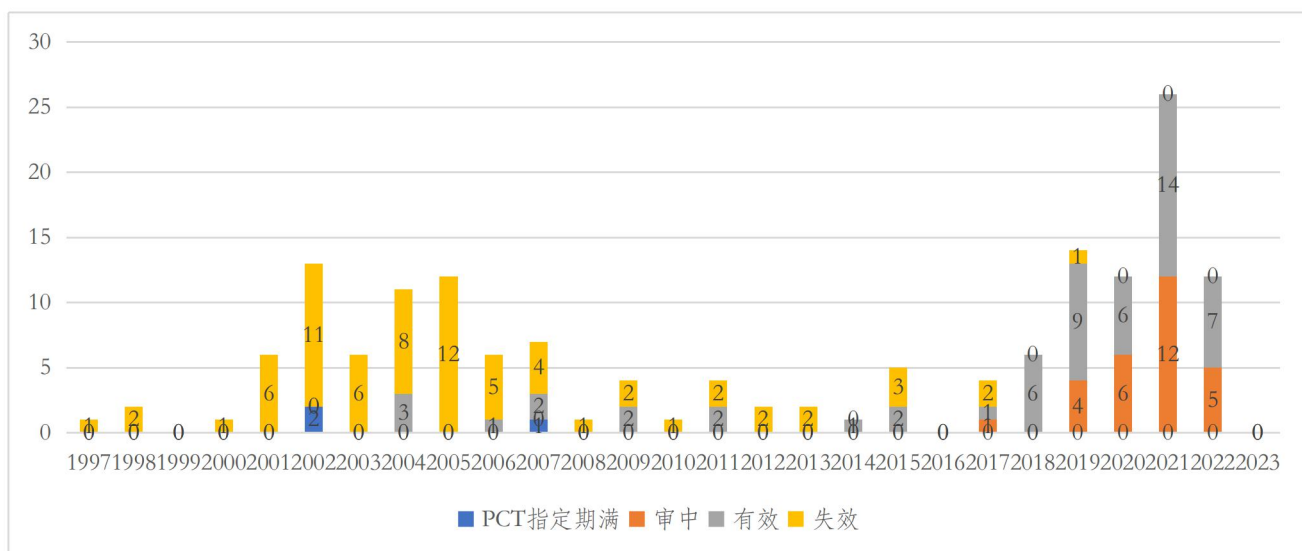


图 3-6 高效率控制技术专利法律状态分析

3.1.5 技术分类统计分析

高效率控制技术分布如下图所示：从图中可以看出，自适应排氢技术专利数量最多，共 93 件，占比 57%，其次是低流阻进气系统，专利数量 39 件，占比 24%，专利数量排名第三位的是高效部件控制技术，共 31 件相关专利，占比 19%。

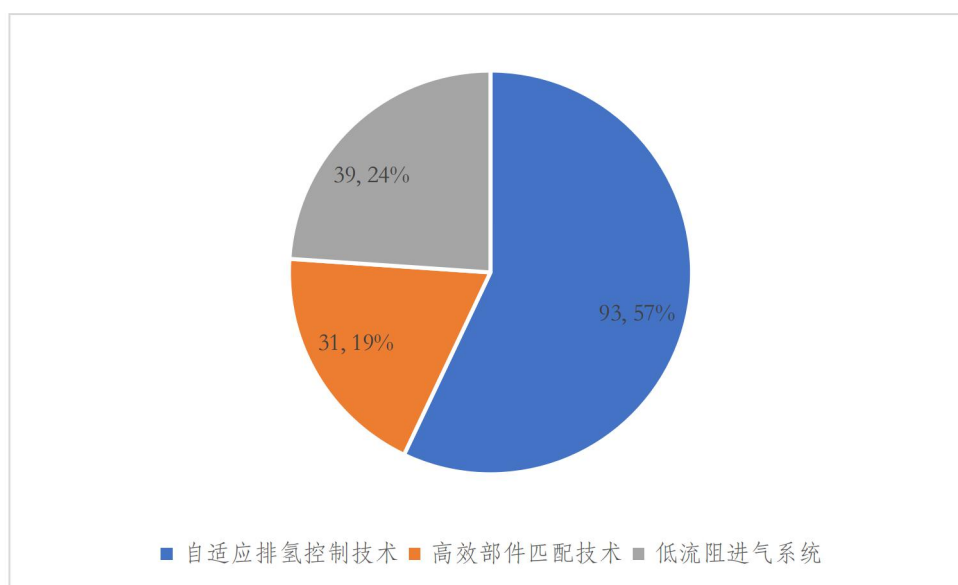


图 3-7 高效率控制技术技术分类统计分析

3.1.6 技术功效矩阵分析

技术-功效分析通常以技术功效矩阵的方式进行，并采用综合性表格或气泡图的形式展示。其中某一个坐标轴代表具体的技术，另一个坐标轴代表功效。技术-功效分析中的功效进一步可以划分为效果或用途，那么技术功效分析也可以进一步拆分为技术-效果分析和技术-用途分析。技术-功效图表中的每一个点或每一个数字代表为了解决某一技术问题而采用某一技术手段的相关专利/专利申请/专利申请人的数量，如果数量越大，则表示其对应的为了解决某一技术问题而采用某一技术手段的研究，是该领域中技术的研发重点/热点。如果数量较少甚至为零，需要进一步结合相关技术分析，进而认为其可能是技术空白点或技术难点。

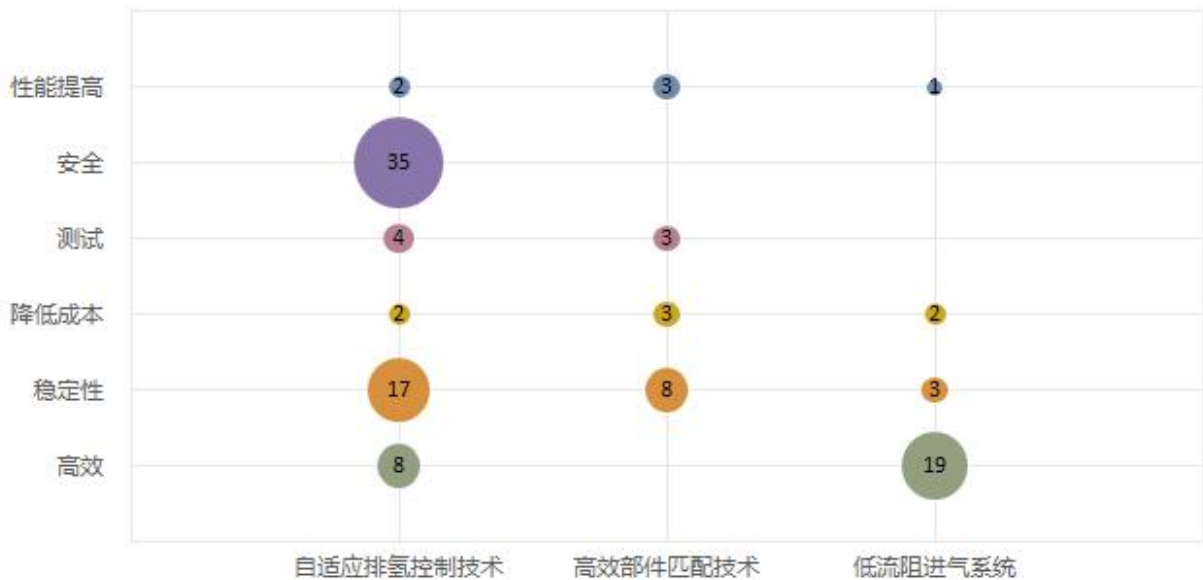


图 3-8 高效率控制技术技术分类统计分析

从上图中直观清晰地看到，各个技术主要集中在通过创新技术达到成本降低、效率提高及提升稳定性上，其次，自适应排氢控制技术更注重安全性提高；低流阻进气系统更注重高效性。

同时，也可以看出自适应排氢控制技术、高效部件匹配技术、低流阻进气系统相关技术，针对性能提高、降低成本的研究较少。

此外，图中还可以清楚的看到，在高效部件匹配技术的研究相较于其他两种技术总体偏少，建议研发人员可着重关注。

3.1.7 专利技术路线分析

技术路线分析通过梳理每个时间段相关专利主要保护的技术点，全面了解该段时间出现的新的技术方向和已有技术方向在该段时间内是否有新的技术方案产生，从而判断不同技术点出现于技术发展周期的何种阶段以及该技术点是否随时间不断进行研发改进，是否属于研发持续投入的技术方向。代表该时间段某一技术点的专利的选择主要依据该专利同族数量、被引次数多、或重点申请人高关联专利。页岩油孔隙、孔隙组合和孔隙表征人工智能方法发展路线如下图所示，从图中可以看到：

自适应排氢技术最早于 2001 年左右出现，2001 年至 2005 年间，出现稀释从燃料电池排出的反应燃料气体，燃料电池系统泄漏的氢被排放到燃料电池的安装空间中，以及通过确保固体聚合物电解质膜燃料电池中的电极间压差的控制来释放氢气的技术；2006 年至 2010 年间，出现将氢气稀释至可燃范围以下的技术；2011 年至 2015 年间，出现高

效地冷却搭载于搭载有燃料电池的燃料电池车辆的行李箱内的外部电源用逆变器装置相关的技术；2016 年至 2023 年间，出现通过在氢气循环泵的作用下通过常开电磁阀进入氢气出气管路和利用高压氢气罐与燃料电池堆之间存在的压力势能来实现氢气的回收的相关技术。

2001 年高效部件匹配技术主要涉及**动态控制装置**，2010 年至 2015 年间该技术发展较为缓慢，2016 年至 2023 年出现**合理分配负载所需功率**，以系统整体效率最优为评价指标，保证多堆燃料电池系统以最优的效率稳定运行的技术及只要一个测试装置即可对多种规格和性能不同的待测压缩机进行性能验证的技术，满足分水后气体与待测膨胀机的匹配验证，降低成本。

低流阻进气系统技术分支 2001 年至 2005 年间出现燃料电池**动力车辆中的燃料电池进气和排气系统部件的布置**，2016 年至 2020 年间，出现**变截面流道**，改善流道供气均匀性，提高扩散传质效率和降低液体流动阻力的技术，2021 年至 2023 年间，出现**氢燃料电池的串联氢气循环系统**的相关技术。

年份	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020	2021-2023
自适应排氢控制技术	US09620234—应用方法 稀释从燃料电池排出的反应燃料气体	JP2006128216—应用方法 将氢气稀释至可燃范围以下	JP201228854 1—应用方法 高效地冷却搭载于搭载有燃料电池的燃料电池车辆的行李箱内的外部电源用逆变器装置	CN201821978966 .2—应用方法 排气阀设置在氢气出气管路上，来自电堆的一部分氢气在氢气循环泵的作用下通过常开电磁阀进入氢气出气管路，来自电堆的另一部分氢气通过排气阀排放	CN202110195056 .7—应用方法 利用高压氢气罐与燃料电池堆之间存在的压力势能来实现氢气的回收
	JP2002197119—应用方法 燃料电池系统泄漏的氢被排放到燃料电池的安装空间中	KR102006012467 1—应用方法 具有可变流量的再循环氢气自动控制再循环压力			

年份	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020	2021-2023
高效 部件 匹配 技术	JP2001181524— 应用方法 确保固体聚合物 电解质膜燃料电 池中的电极间压 差的控制，操作 以释放氢气				
	CN200410016609 .4—制备工艺 动态控制装置	CN200610134026 .0—应用方法 快速改变低压燃 料电池堆空气供 应量的空气供应 系统		CN201810788739 .1—应用方法 合理分配负载所 需功率，以系统 整体效率最优为 评价指标，保证 多堆燃料电池系 统以最优的效率 稳定运行	CN202111270995 .X—应用方法 只要一个测试装 置即可对多种规 格和性能不同的 待测压缩机进行 性能验证，能够 满足分水后气体 与待测膨胀机的 匹配验证，降低 成本

年份	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020	2021-2023
低流阻进气系统	JP2004239774—应用方法 燃料电池动力车辆中的燃料电池进气和排气系统部件的布置		JP2014099156—应用方法 进气歧管和排气歧管在周边部分的堆叠方向上一体地形成，有效降低了气体泄漏的风险	CN201910554444.2—应用方法 变截面流道，改善流道供气均匀性，提高扩散传质效率和降低液体流动阻力	CN202111026769.7—应用方法 氢燃料电池的串联氢气循环系统

图 3-9 高效率控制技术技术路线分析

3.2 各重点申请人对比

本章根据专利权人排名选择本田技研工业株式会社、上海神力科技有限公司、现代自动车株式会社、北京亿华通科技股份有限公司和通用汽车环球科技运作有限公司共计 6 名，及中国一汽股份有限公司进行对比分析。

3.2.1 重点申请人申请趋势对比分析

如下图所示：本田技研工业株式会社自 2001 年开始涉足该技术领域，之后每年都有相关专利申请提出，至 2005 年专利申请数量达到峰值，之后专利申请量迅速降低，并于 2013 年之后再无相关专利申请提出，可不做关注；上海神力科技有限公司于 2004 年、2022 年分别集中提出 5 件和 3 件高效率控制技术方面的专利申请，近年来并无此领域专利申请，可不做关注；日产自动车株式会社和通用汽车环球科技运作有限责任公司有关高效率控制技术的专利申请同样集中于 2010 年之前，今年来并无相关专利申请提出，可不做关注；现代自动车株式会社和北京亿华通科技股份有限责任公司在高效率控制技术领域的专利申请较晚，但前者申请量较少，近年来专利也并无申请，可不做关注，而后者自 2018 年开始有相关的专利申请，并处于上升阶段，可持续跟进其研究及专利布局动态

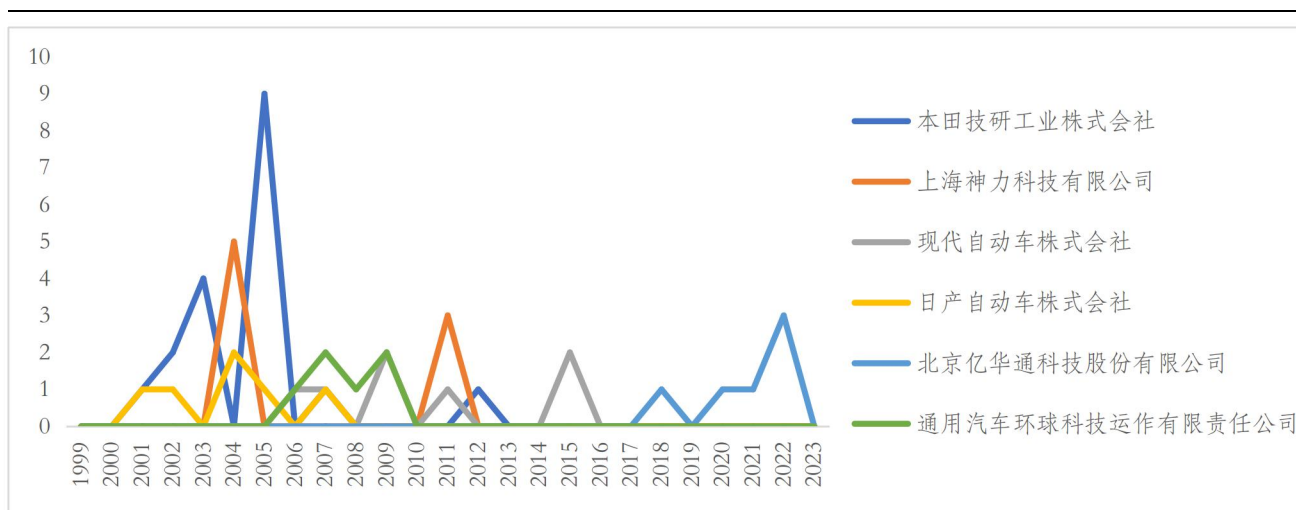


图 3-10 高效率控制技术重点申请人申请趋势分析

3.2.2 重点申请人专利类型对比分析

从专利类型分析图中可以看出：各申请人的专利类型均为发明和实用新型，并无外观设计专利申请。其中本田技研工业株式会社、现代汽车株式会社、日产汽车株式会社及中国第一汽车股份有限公司的专利均为发明专利。

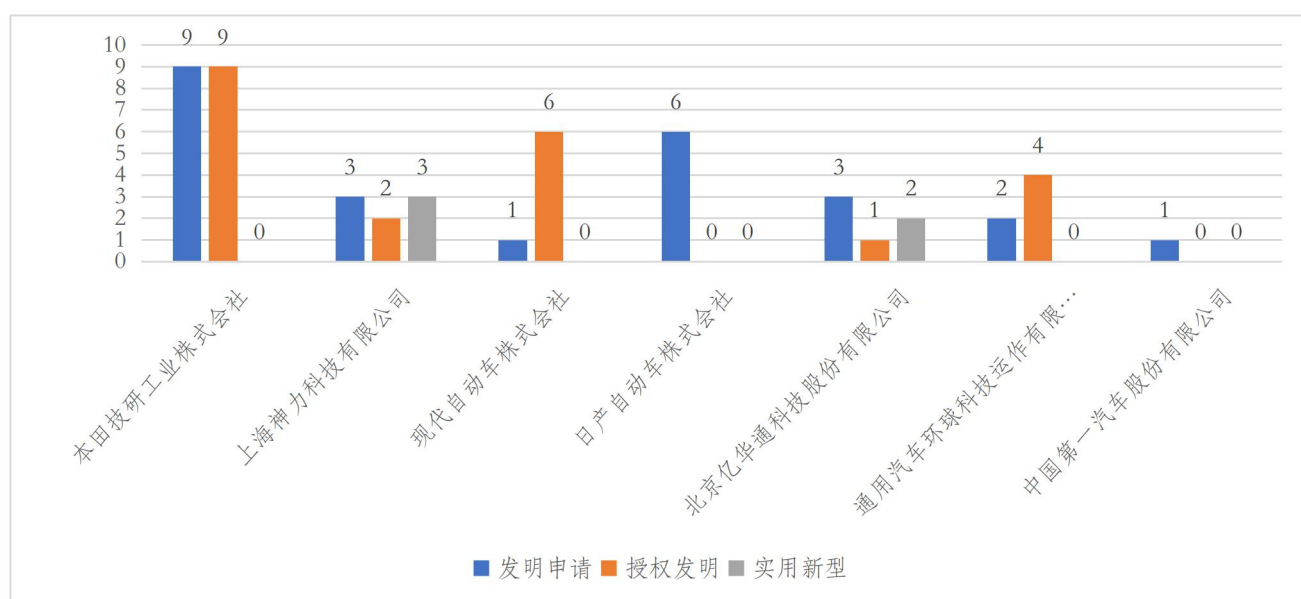


图 3-11 高效率控制技术重点申请人专利类型分析

3.2.3 重点申请人专利法律状态对比分析

高效率控制技术重要申请人法律状态分布如下图：中国第一汽车股份有限公司、现代自动车株式会社、北京亿华通科技股份有限公司和上海神力科技股份有限公司有效专利占比较高，可见其专利创新度和技术先进性较高；本田技研工业株式会社、通用汽车环球科技运作有限责任公司和日产自动车株式会社失效专利较多，多为已超过保护期限早期申请专利，储备有效专利较少，专利市场影响力有限，竞争较弱。

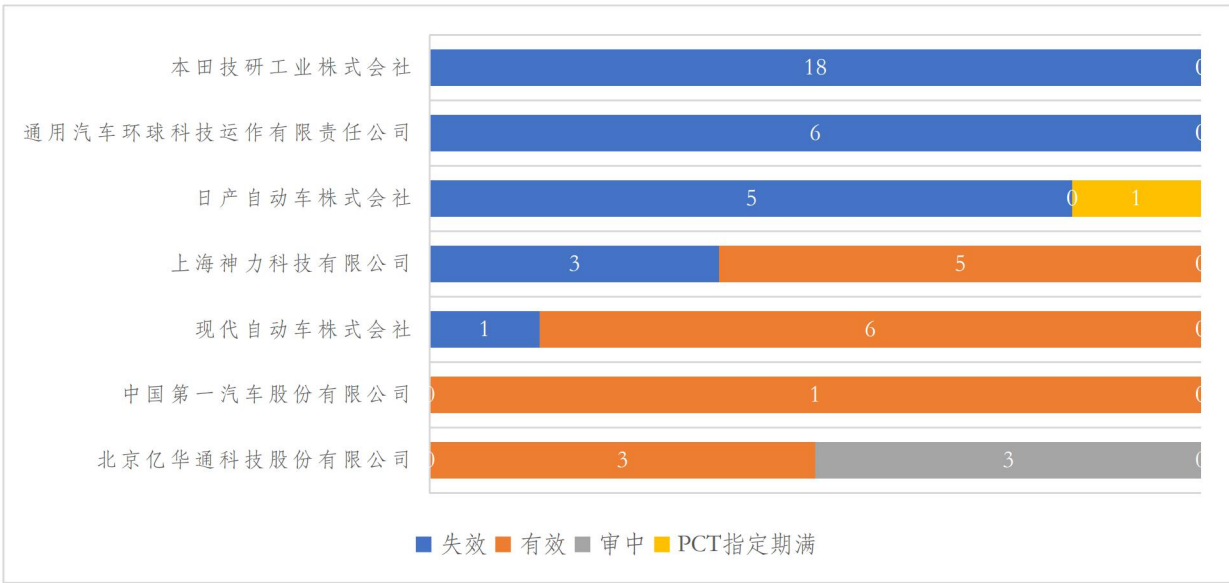


图 3-12 高效率控制技术重点申请人专利法律状态分析

3.2.4 重点申请人申请地域对比分析

高效率控制技术重要申请人申请国家分布如下图所示：本田技研工业株式会社专利主要布局在日本、美国、中国和欧洲专利局等多个国家，海外布局完善；现代自动车株式会社主要布局美国和韩国，无

国内布局；日产自动车株式会社专利主要布局于日本和世界知识产权组织；通用汽车环球科技运作有限责任公司专利主要布局于中国、美国和德国；上海神力科技有限公司、北京亿华通科技股份有限公司和中国第一汽车股份有限公司专利均布局于中国，无海外布局。

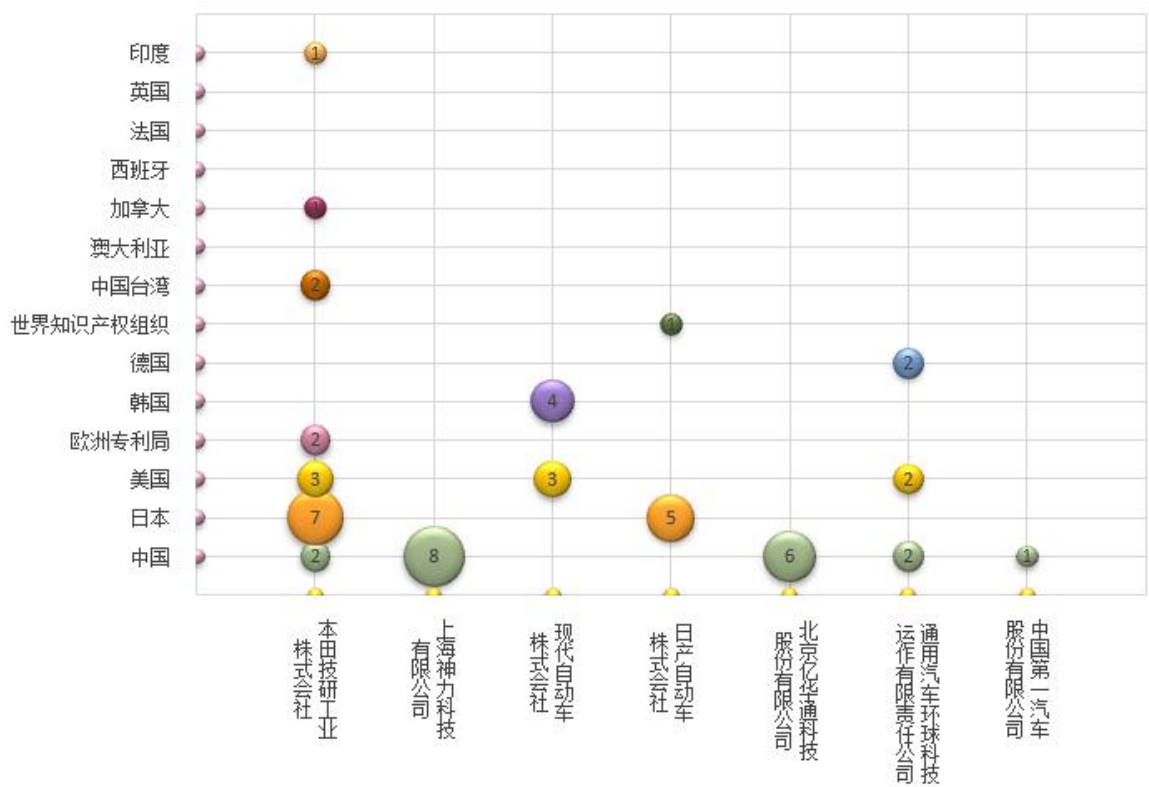


图 3-13 高效率控制技术重点申请人申请地域分析

3.2.5 重点申请人技术分支对比分析

高效率控制技术重要申请人技术分布如下图：上海神力科技有限公司技术发展全面且丰富，低流阻进气系统、高效部件匹配技术和自适应排氢控制技术方面均有所涉猎。本田技研工业株式会社和日产自动车株式会社主要研究方向为低流阻进气系统和自适应排氢控制技术，前者拥有明显的技术储备优势；北京亿华通科技股份有限公司研究方

向以高效部件匹配技术和自适应排氢控制技术，具有一定的研究基础和专利储备；现代自动车株式会社、通用汽车环球科技运作有限责任公司和中国第一汽车股份有限公司的研究方向较为单一，主要涉及自适应排氢控制技术或高效部件匹配技术领域的相关研究。



图 3-14 高效率控制技术重点申请人技术分支分析

第四章 燃料电池关键技术专利分析——动态响应技术

4.1 重点技术分析

4.1.1 专利申请趋势分析

由图可知，动态响应技术发展较早，全球专利申请开始于 1982 年，1982 年-2004 年专利申请相对较少，处于动态相应技术起步阶段，2005 年-2020 年，动态相应技术领域的专利持续发展，经过一定的技术积累后，2020 年全球有关动态相应技术的专利申请到达峰值。

国外自 1982 年开始陆续有动态响应技术方面的专利申请，国内于 2005 年才有相关专利的申请，之后每年都有相关专利申请，并保持不断上升的发展趋势。2016 年之前，国外专利申请数量远远高于国内，2016 年以后，国外专利申请数量处于下降趋势，国内专利申请数量开始快速增长并超过国外专利总量，2019 年-2022 年，国内有关动态响应技术的专利申请总量远远超过国外。

专利公开和专利申请相比有一定滞后，一般发明专利在申请后 3~18 个月公开，实用新型专利和外观设计专利在申请后 1~15 个月公开，因此 2020 年以后专利量回落有可能是因为部分申请的专利还未公开的缘故。

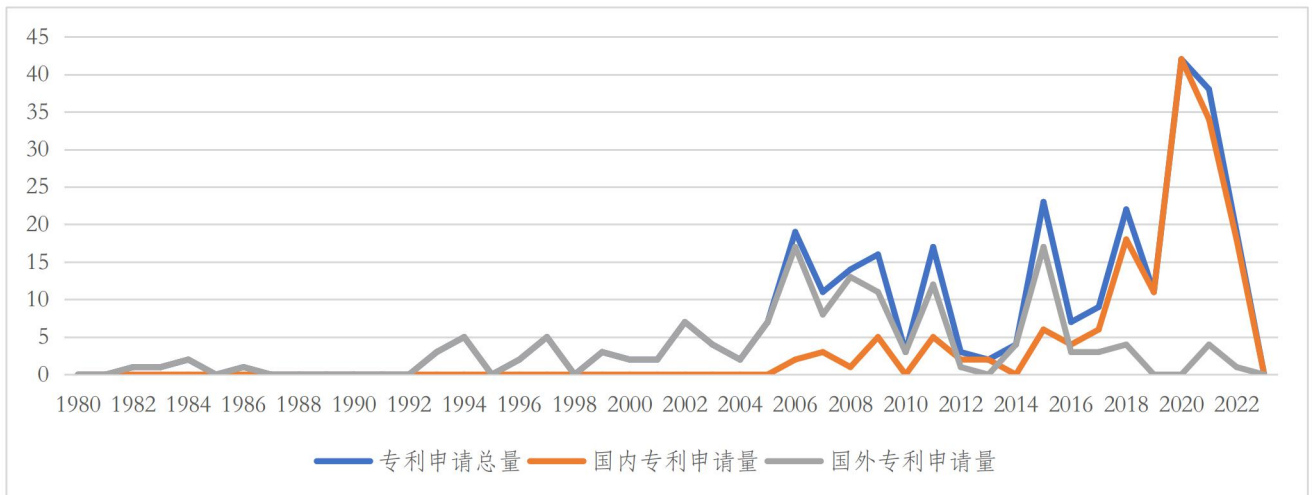


图 4-1 动态响应技术专利申请趋势分析

4.1.2 专利申请地域分析

动态响应技术专利申请国家分布如下图所示：可以看到中国是主要专利申请目标国家，其中主要为国内申请人在本国进行的布局，国外申请人在华申请专利很少。日本为第二目标国家，同样以本国申请人为主，此外，美国、德国和韩国也为重要的专利申请目标国家。其他各国家和地区专利申请均主要为国外申请人在该国家和地区的布局。综合来看，动态响应技术主要目标市场中国和日本均以本国专利布局为主，相关技术在海外的实施情形较少，不适合进行海外布局。

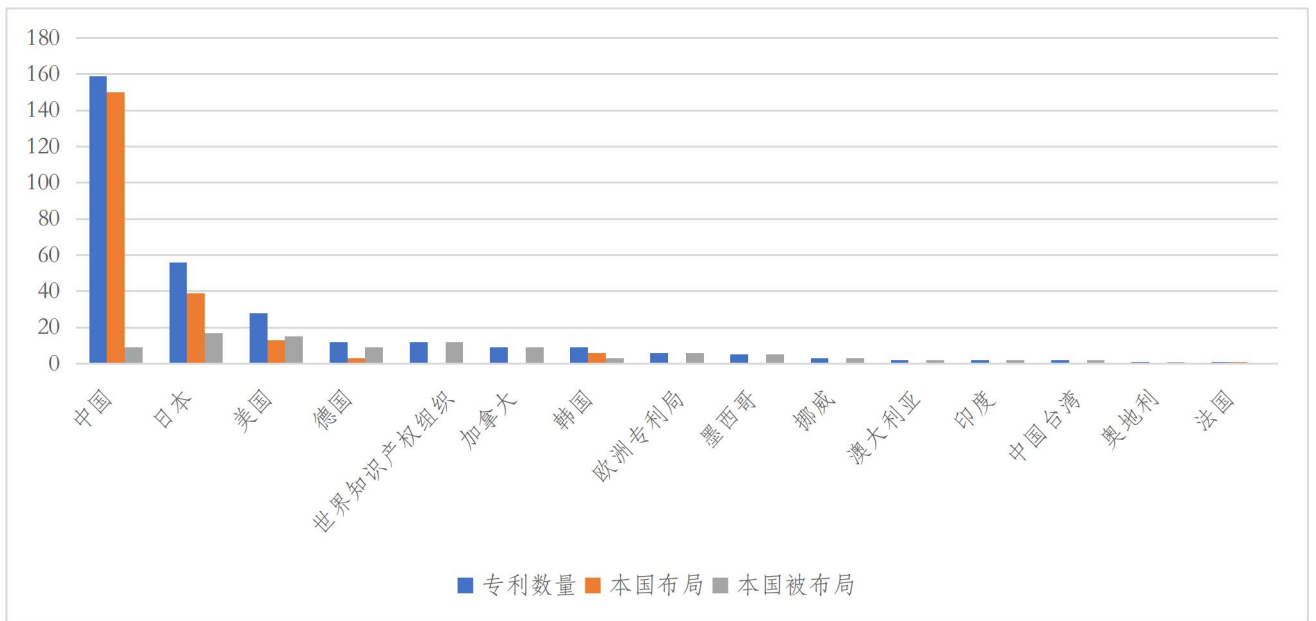


图 4-2 动态响应技术专利申请地域分析

4.1.3 专利申请人分析

动态响应技术领域申请人排名如下图：丰田自动车株式会社申请量居于首位，共计有 32 件相关专利申请；通用汽车环球科技运作有限责任公司居于第二位，与首位差距较小，属于第一梯队；伊达科技公司、瓦特燃料电池公司、吉林大学和西门子股份公司位于第二梯队，与前列申请人之间有一定的专利积累差距；剩余创新主体位于第三梯队。整体看来，前十申请人中以企业为主，共 9 家企业，1 家高校，企业可以与高校积极开展产学研合作，加快科技成果转化落地。

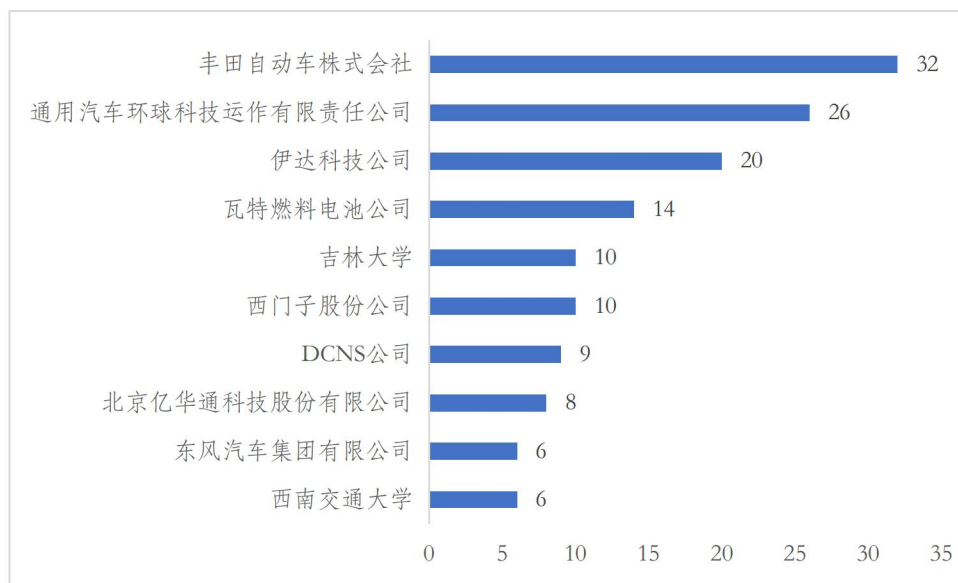


图 4-3 动态响应技术专利申请人分析

4.1.4 专利法律状态分析

动态响应技术专利法律状态分布如下图：整体看来该技术有效专利占比较高，但主要集中在 2011 年以后，2011 年之前以失效专利为主，专利维持力度较小；近年来审中专利较多，可见该技术领域处于创新高度活跃期，属于研究的热点方向；PCT 专利申请较少，技术输出和产品出口意愿相对较低。

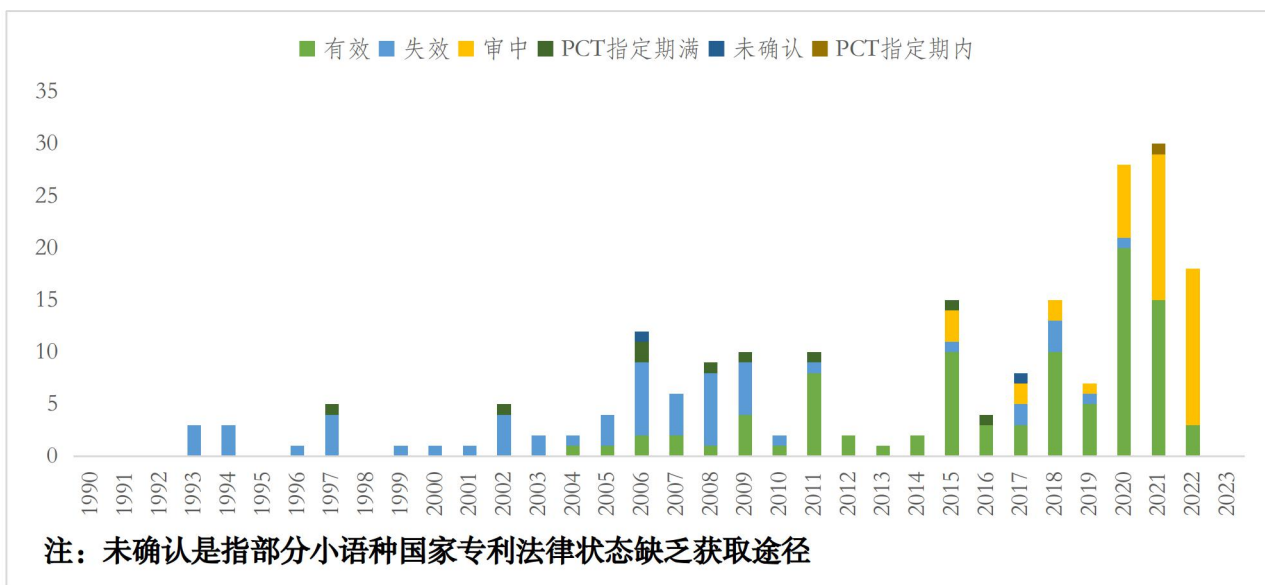


图 4-4 动态响应技术专利法律状态分析

4.1.5 技术分类统计分析

动态响应技术分布如下图所示：从图中可以看出，功能闭环控制技术专利数量最多，共 124 件，占比 40%，其次是智能热管理系统，专利数量 99 件，占比 32%，专利数量排名第三位的是空气路解耦控制技术，共 49 件相关专利，占比 16%，此外，动态压力修正补偿技术有 37 件相关专利。

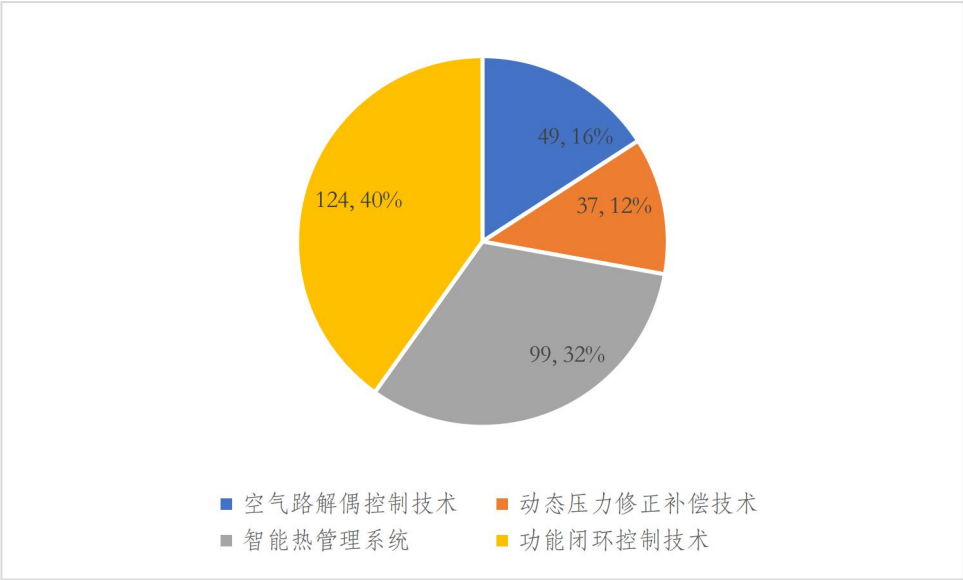


图 4-5 动态响应技术分类分析

4.1.6 技术功效矩阵分析

从下图中直观清晰地看到，动态响应技术各技术分支主要集中在通过创新技术达到延长寿命、提高可靠性、稳定性及更加简单且精确等效果上；其次，在空气路解耦控制技术更注重适应性强，动态压力修正补偿技术更加注重稳定性，智能热管理系统更加注重节能和高效，功能闭环控制技术更加注重稳定性和精确度。

同时，也可以看出空气路解耦控制技术和动态压力修正补偿技术对节能和高效的研究较少，智能热管理系统对适应性强研究较少，功能闭环控制技术对节能和适应性强研究较少，该技术空白区有可能是未来研发的方向，也有可能是研发的雷区，是否能完成研发，可由技术科研人员进行深入分析。

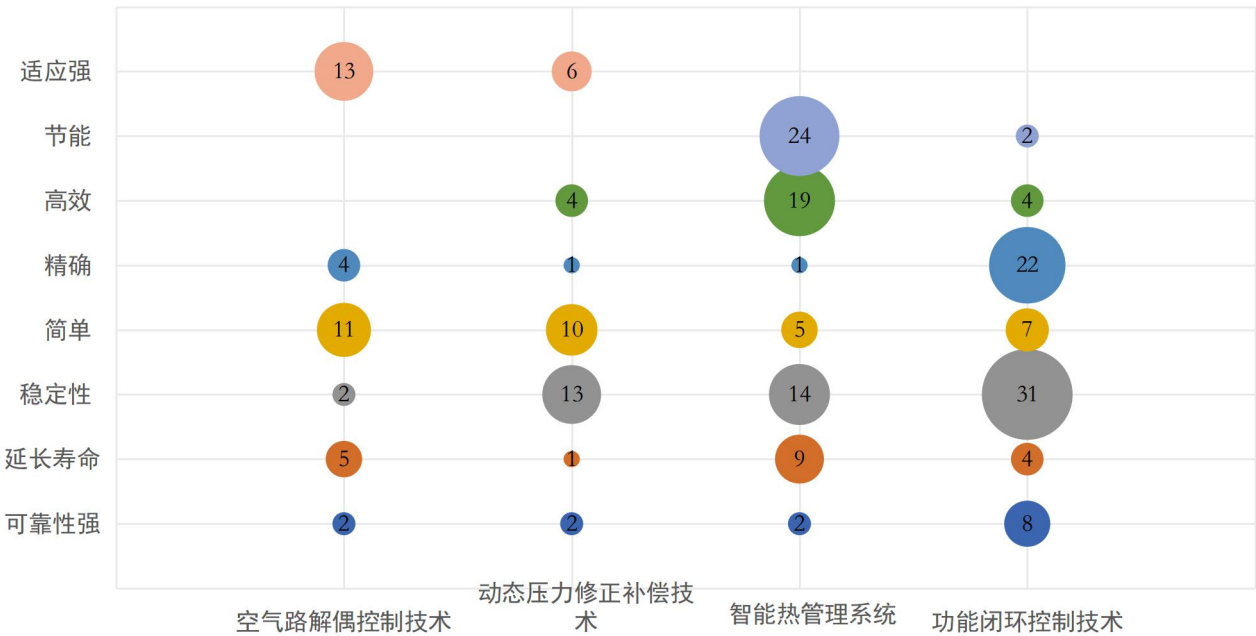


图 4-6 动态响应技术功效矩阵分析

4.1.7 专利技术路线分析

技术路线分析通过梳理每个时间段相关专利主要保护的技术点，全面了解该段时间出现的新的技术方向和已有技术方向在该段时间内是否有新的技术方案产生，从而判断不同技术点出现于技术发展周期的何种阶段以及该技术点是否随时间不断进行研发改进，是否属于研发持续投入的技术方向。代表该时间段某一技术点的专利的选择主要依据该专利同族数量、被引次数多、或重点申请人高关联专利。页岩油孔隙、孔隙组合和孔隙表征人工智能方法发展路线如下图所示，从图中可以看到：

空气路解耦控制技术最早出现于 2006 年至 2010 年间，出现用于冷却燃料电池车辆中的燃料电池堆和驱动单元的系统的的技术，2020 年之前出现的技术主要涉及水冷型质子交换膜燃料电池热管理系统及其控制方法和燃料电池系统的空气供应系统及其控制方法相关的技术，2021 年至 2013 年间，出现燃料电池空入流量与压力解耦控制方法和车载燃料电池阴极流量与压力控制方法及系统。

动态压力修正补偿技术出现主要集中在 2006 年至 2015 年间及 2021 年至 2023 年，主要涉及的技术有适应性地控制燃料输送喷射器的方法、提高燃料电池中残留水的排放效率的方法、在堆功率瞬变期间基于堆电流密度改变阴极压力的操作范围和燃料电池阳极气体供应回路的动态调压装置及方法的相关技术。

智能热管理系统技术分支于 2000 年以后开始出现，2000 年至 2015 年间，主要涉及在低于冰点的温度下开始使用或启动燃料电池堆的系

统、低负载和/或冷温度操作期间调节燃料电池空气流动的系统、燃料电池预热系统、处理燃料电池的燃料的热管理系统等相关技术，防止在低温环境下搭载于移动体的燃料电池的启动性劣化；2016 年至 2020 年间，出现商用车燃料电池热管理系统；2021 年至 2023 年间，出现车用燃料电池余热管理系统及方法的相关技术。

功率闭环控制技术分支，2010 年以前的技术主要涉及装有调节的电压反馈控制的燃料电池系统、搭载有燃料电池、双电层电容器和二次电池的燃料电池车辆、以及向负载供给电力并回收来自负载的再生电力的燃料电池电源装置、车用燃料电池系统输出功率的控制、功率负载跟随控制燃料电池运行的系统等相关技术。2011 年至 2015 年间，出现用于提高燃料电池组的耐久性的高电位避免控制的燃料电池系统和燃料电池系统运转方法领域的相关技术。2016 年至 2020 年间。出现车用燃料电池发电系统的加减载控制相关技术，2021 年至 2023 年间，出现结合推进功率预测 MPC 的电推进无人机能量管理相关的技术。

年份	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020	2021-2023
空气 路解 耦控 制技 术		US12/034169— 应用方法 用于冷却燃料 电池车辆中的 燃料电池堆和 驱动单元的系 统	CN201510215700.7 —应用方法 水冷型质子交换膜 燃料电池热管理系 统及其控制方法	CN208157535U —应用方法 燃料电池系统 的空气供应系 统	CN113140765A —应用方法 燃料电池空入 流量与压力解 耦控制方法
				CN110350221A —应用方法 基于内模的燃 料电池功率闭 环控制方法	CN113644301A —应用方法 车载燃料电池 阴极流量与压 力控制方法及 系统
				CN110148768A —应用方法 燃料电池系统 的空气供应系 统的控制方法	

年份	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020	2021-2023
动态 压力 修正 补偿 技术		JP2007027149A —应用方法 提高燃料电池 中残留水的排 放效率	CN102237536B—应 用方法 适应性地控制燃料 输送喷射器的方法		CN111342088B —应用方法 燃料电池阳极 气体供应回路 的动态调压装 置及方法
智能 热管 理系 统	US8003270B2 燃料电池堆和 系统的热管理 系统	US8034500B2 在低于冰点的 温度下开始使 用或启动燃料 电池堆的系统	CN102884664B 低负载和/或冷温 度操作期间调节燃 料电池空气流动的 系统和方法	CN108054411A 商用车燃料电 池热管理系统	CN112563533A 车用燃料电池 余热管理系统 及方法

年份	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020	2021-2023
	和方法				
	JP3951813B2 燃料电池预热系统，防止在低温环境下搭载于移动体的燃料电池的启动性劣化				
	US6805721B2 处理燃料电池的燃料的热管理系统				
功率闭环控制技术	US6651761B1—应用方法燃料电池车辆的温度控制系统	W02011004493A1-应用方法燃料电池系统进行调节的电压反馈控制	CN102520613A 基于最优过氧比的质子交换膜燃料电池系统二自由度控制方法	CN108550880B 氢燃料电池汽车氢气控制系统增加氢气的控制精度，提高	CN113221258B 结合推进功率预测 MPC 的电推进无人机能量管理方法

年份	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020	2021-2023
	JP2006059685A —应用方法 搭载有燃料电池、双电层电容器和二次电池的燃料电池车辆、以及向负载供给电力并回收来自负载的再生电力的燃料电池电源装置	CN100491154C 车用燃料电池系统输出功率的控制方法	CN105609840B 用于提高燃料电池组的耐久性的高电位避免控制的燃料电池系统和燃料电池系统的运转方法	氢气的利用率，合理控制压力差	
		JP2011233439A 功率负载跟随控制燃料电池运行的方法及系统		CN110350221B 车用燃料电池发电系统的加载减载控制方法	

图 4-7 动态响应技术路线分析

4.2 各重点申请人对比

4.2.1 重点申请人申请趋势对比分析

如下图所示：在各重点申请人中，丰田自动车株式会社最早涉足该技术领域，1994 年就有 2 件专利申请，1994 年-2006 年之间，该专利申请人并无该领域的相关专利申请提出，2007 年开始每年陆续有新的专利申请提出，可持续跟进其研究及专利布局情况；西门子股份公司 1996-1999 年期间有该领域的专利申请，2000 年开始便再无相关申请，可不做关注；伊达科技公司和通用汽车环球科技运作有限责任公司于 2013 年至今也均无该领域的专利申请，可不做关注；吉林大学、中国第一汽车股份有限公司和瓦特燃料电池公司在该领域的专利布局较晚，近年来专利申请呈现上升趋势，可做重点关注，持续跟踪其研究动态及专利布局情况。

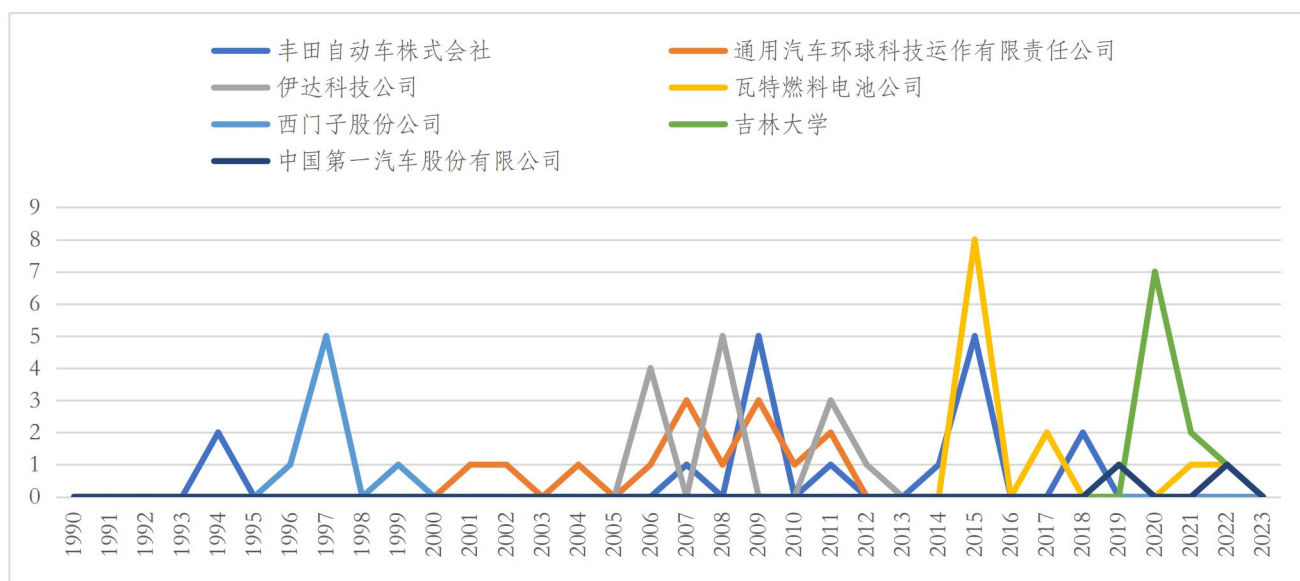


图 4-8 动态响应技术重点申请人专利申请趋势分析

4.2.2 重点申请人专利类型对比分析

从专利类型分析图中可以看出：各申请人的专利类型以发明为主，实用新型极少，暂无外观设计专利申请，除吉林大学拥有一项实用新型专利申请，其它重点申请人的专利类型均为发明专利。此外，对比各申请人发明申请和授权发明的占比可以发现，各重点申请人的发明申请占比较高，说明各创新主体目前对该项技术的研发投入较高，该技术的创新活力较高。

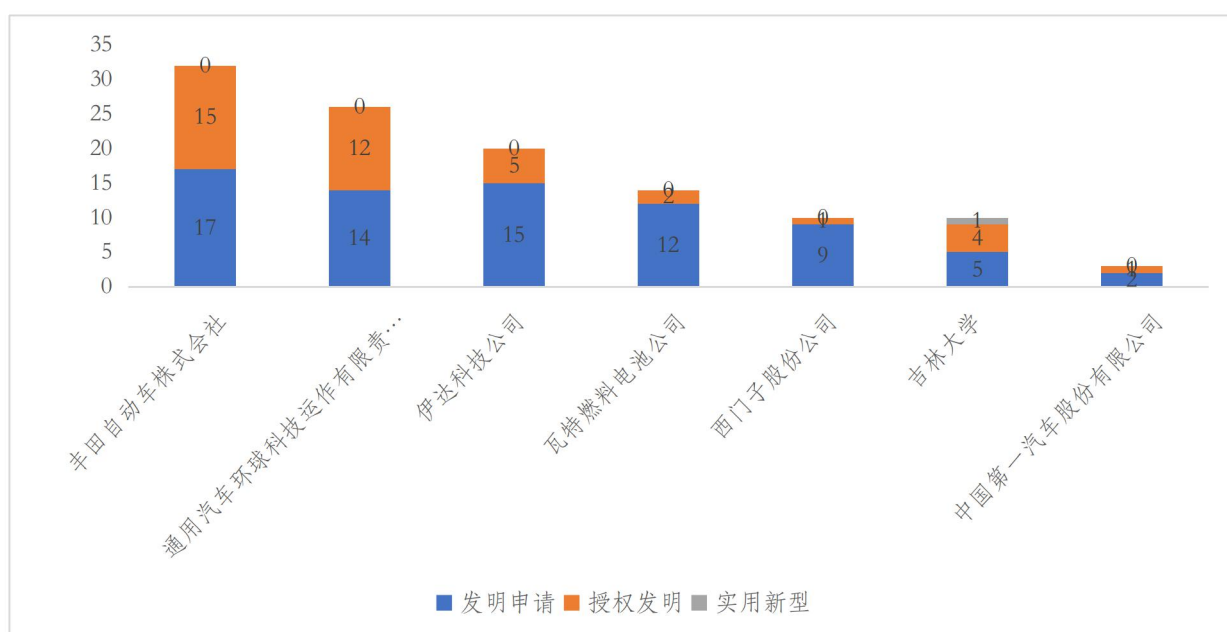


图 4-9 动态响应技术重点申请人专利类型分析

4.2.3 重点申请人专利法律状态对比分析

动态响应技术重要申请人法律状态分布如下图：西门子股份公司该领域专利均已失效，通用汽车环球科技股份有限公司失效专利占比较高，有效专利储备较少，竞争较弱；丰田汽车株式会社、伊达科技公司、吉林大学、瓦特燃料电池公司和中国第一

汽车股份有限公司有效专利占比较高，可见其专利创新度和技术先进性较高。

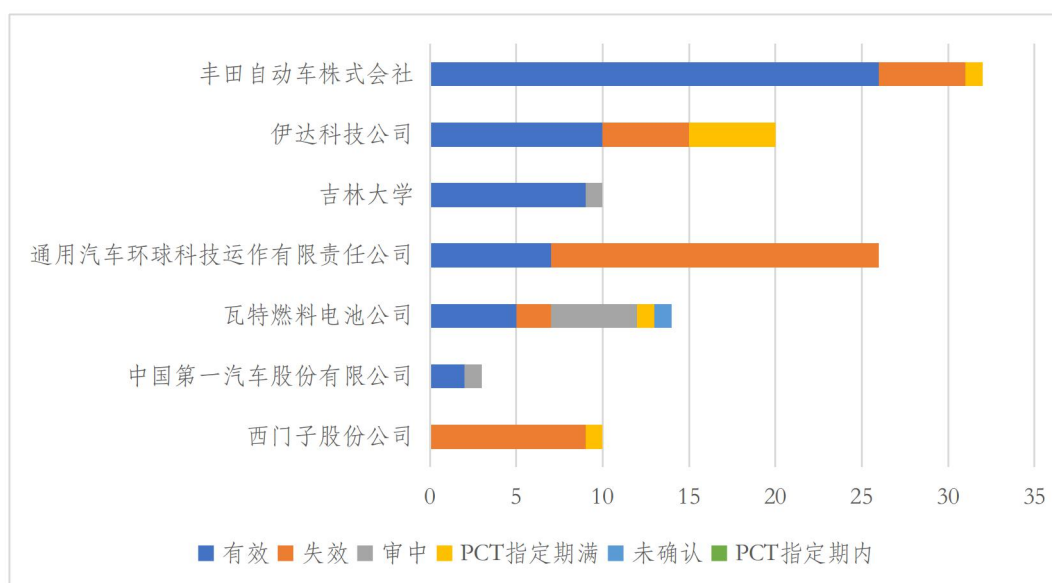


图 4-10 动态响应技术重点申请人专利法律状态分析

4.2.4 重点申请人申请地域对比分析

动态相应技术重要申请人申请国家分布如下图所示：伊达科技公司和西门子股份公司有国外布局，伊达科技公司除美国本国布局外，在中国也有一定数量的专利布局，西门子股份公司除德国本国进行专利布局外，在奥地利也有相关专利的布局；通用汽车环球科技运作有限责任公司、瓦特燃料电池公司、吉林大学和 中国第一汽车股份有限公司均布局于本国，无海外布局。

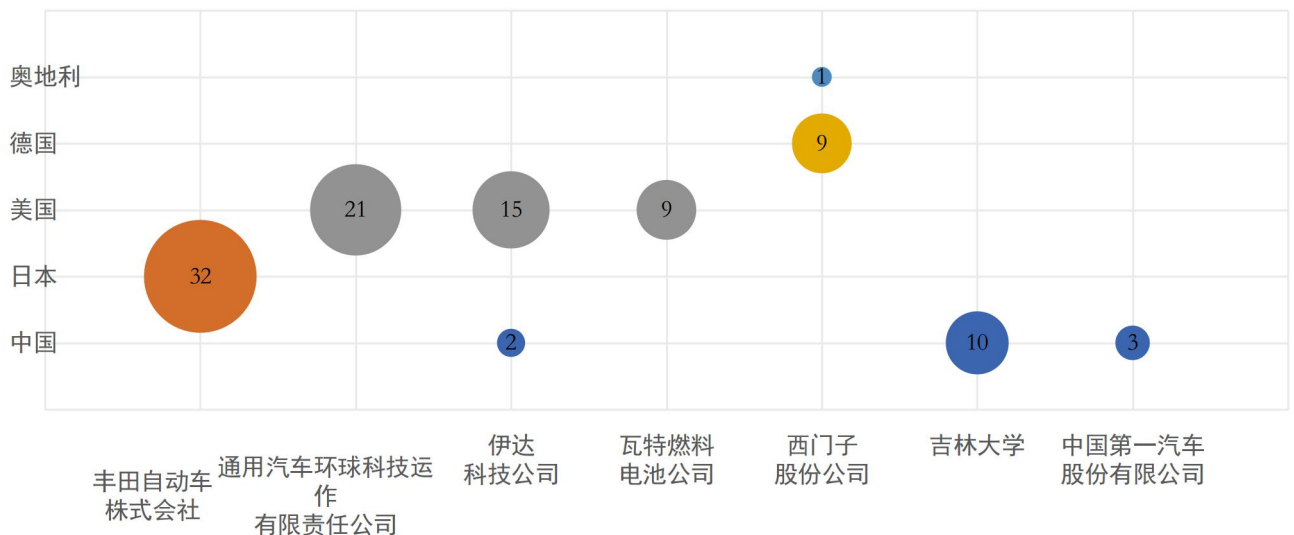


图 4-11 动态响应技术重点申请人专利申请地域分析

4.2.5 重点申请人技术分支对比分析

高效率控制技术重要申请人技术分布如下图：上海神力科技有限公司技术发展全面且丰富，低流阻进气系统、高效部件匹配技术和自适应排氢控制技术方面均有所涉猎。本田技研工业株式会社和日产自动车株式会社主要研究方向为低流阻进气系统和自适应排氢控制技术，前者拥有明显的技术储备优势；北京亿华通科技股份有限公司研究方向以高效部件匹配技术和自适应排氢控制技术，具有一定的研究基础和专利储备；现代自动车株式会社、通用汽车环球科技运作有限责任公司和中国第一汽车股份有限公司的研究方向较为单一，主要涉及自适应排氢控制技术或高效部件匹配技术领域的相关研究。

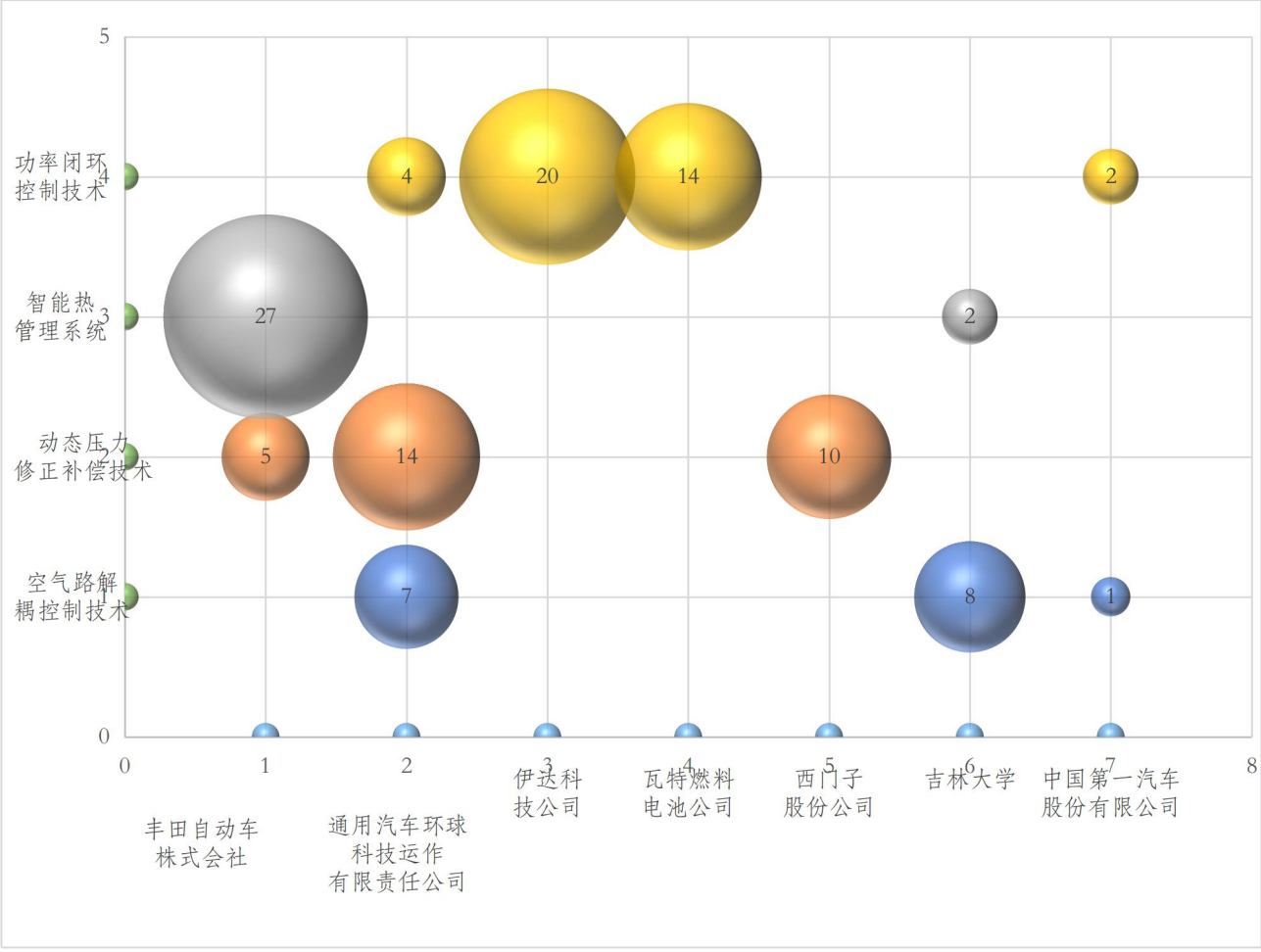


图 4-12 动态响应技术重点申请人技术分支分析

第五章 燃料电池关键技术专利分析——快速低

温启动技术

5.1 重点技术分析——排水阀快速解冻技术

5.1.1 专利申请趋势分析

排水阀快速解冻技术专利申请趋势如下图所示：由图可知，2004 年-2017 年专利申请相对较少，处于技术起步阶段；2018 年-2021 年，随着技术的革新，排水阀快速解冻技术领域的专利持续发展，经过一定的技术积累后，2021 年到达峰值。专利公开和专利申请相比有一定滞后，一般发明专利在申请后 3~18 个月公开，实用新型专利和外观设计专利在申请后 1~15 个月公开，因此 2021 年以后专利量回落是因为部分申请的专利还未公开的缘故。

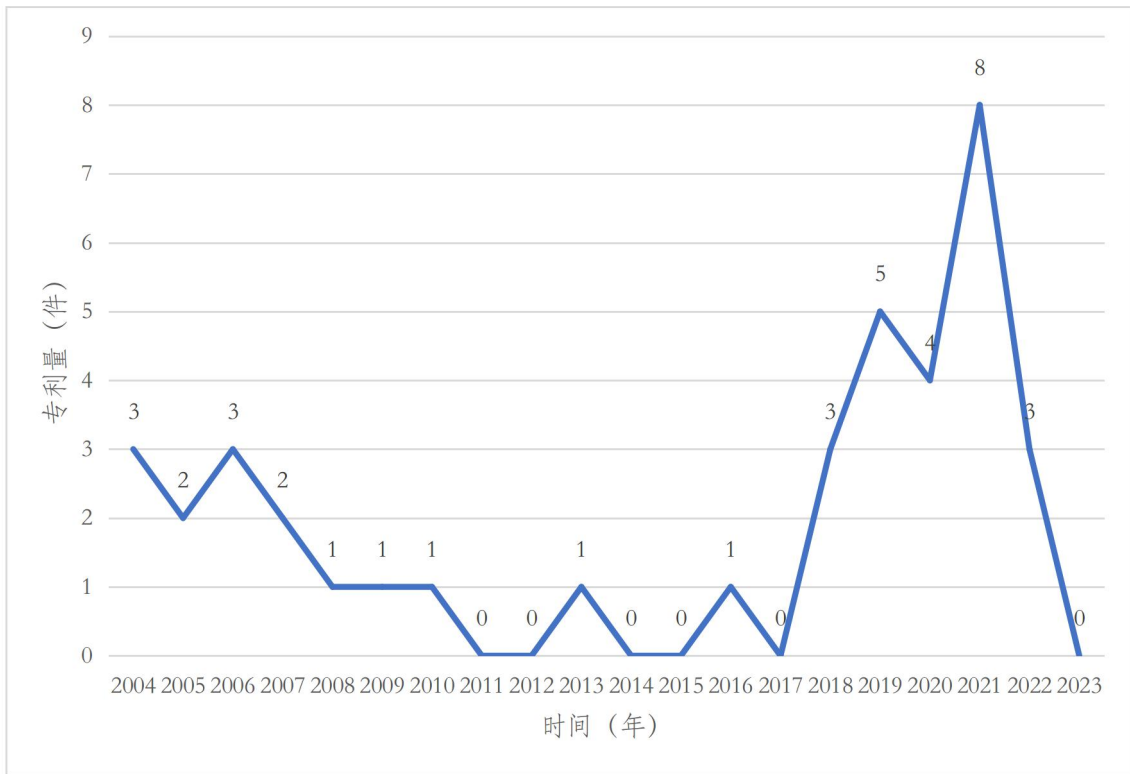


图 5-1 排水阀快速解冻技术专利申请趋势

5.1.2 专利申请地域分析

从专利申请地域分布图中可以看出，本领域的专利受理局主要集中在中国和日本，中国专利数量为 16 件占比 40%，日本专利数量为 15 件占比 38%。中国作为燃料电池领域主要的市场，对排水阀快速解冻技术的需求也更强烈，市场驱动性强，各企业也将其作为专利的主要布局地区，日本的丰田汽车和本田技研工业株式会社在燃料电池领域布局多年，因此日本也具有较强的技术优势。

其次为韩国和美国，专利数量分别为 3 件。此外，德国和欧洲专利局也有少量的专利申请。

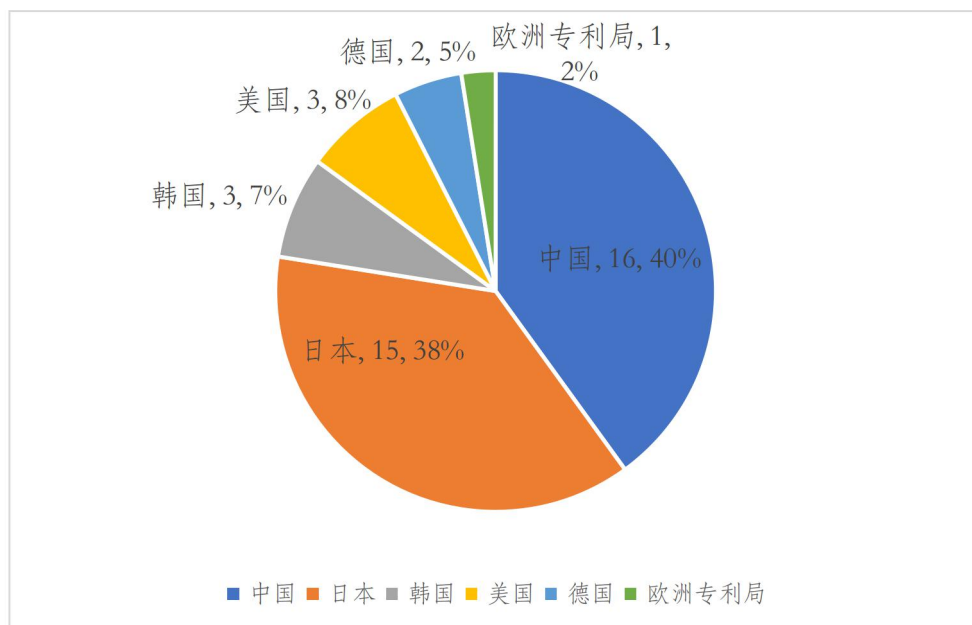


图 5-2 排水阀快速解冻技术专利申请地域分布图

进一步追踪排水阀快速解冻技术来源国分布，具体如下图所示：可以看到日本是主要技术研发核心，产出于日本申请人的专利占比达 50%，其次有 35% 专利技术产出于中国。此外，韩国和美国也有少量的专利产出。

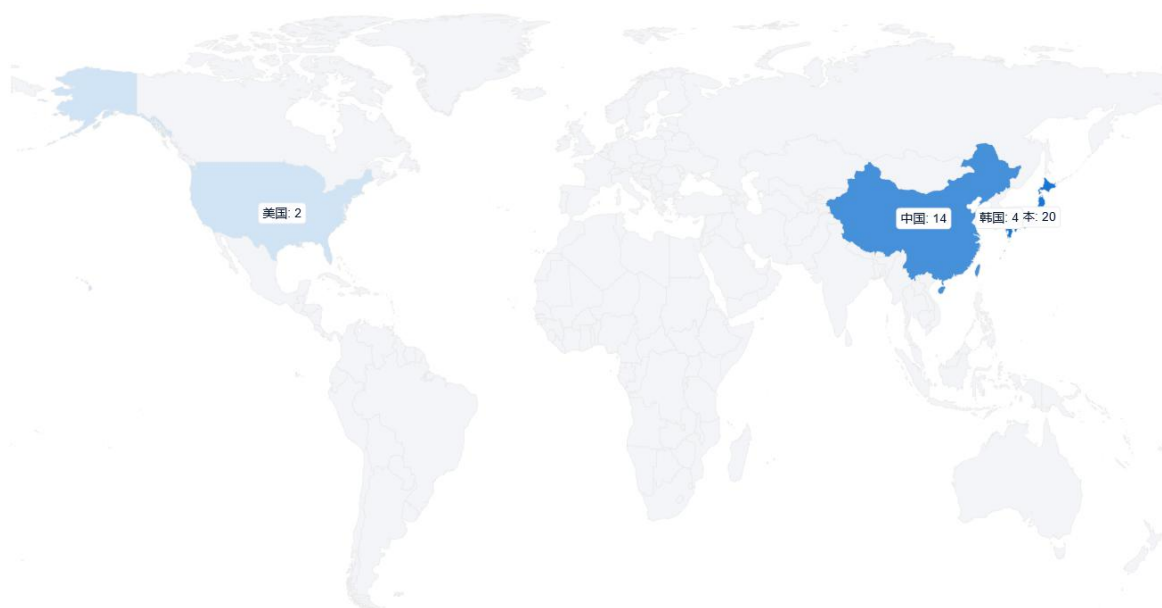


图 5-3 排水阀快速解冻技术来源国地域分布图

5.1.3 专利申请人分析

对申请人进行剖析，可以得到如下排水阀快速解冻技术全球申请人排名。从申请人类型来看，大部分为车企和燃料电池制造厂商，第一梯队的申请人为丰田和本田公司，其在燃料电池领域布局较早，在排水阀快速解冻技术领域有一定技术壁垒，其余申请人与其相比具有较大差距，专利数量较少，排水阀快速解冻技术尚未形成稳定的竞争格局。

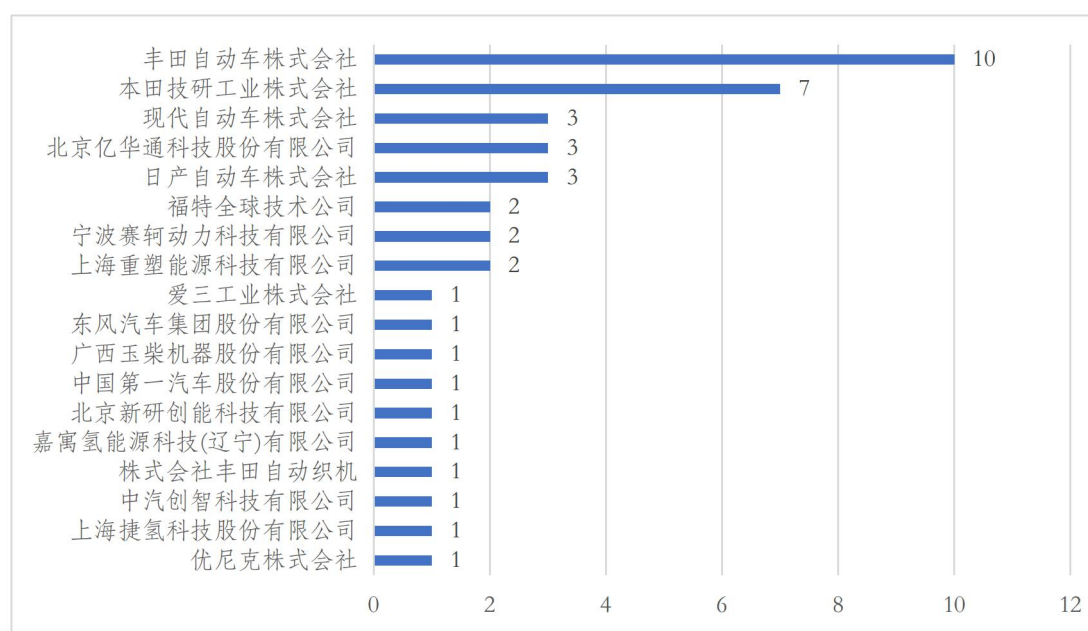


图 5-4 排水阀快速解冻技术专利申请人分析

5.1.4 专利法律状态分析

排水阀快速解冻技术专利法律状态分布如下图：整体看来该技术有效和审查中专利占比高，专利维持力度大，技术生命周期较长，可见该技术领域处于创新高度活跃期，技术先进性优异，

属于研究的热点方向。失效专利较少，占比仅在 25%。无 PCT 专利申请，技术输出和产品出口意愿相对较低。

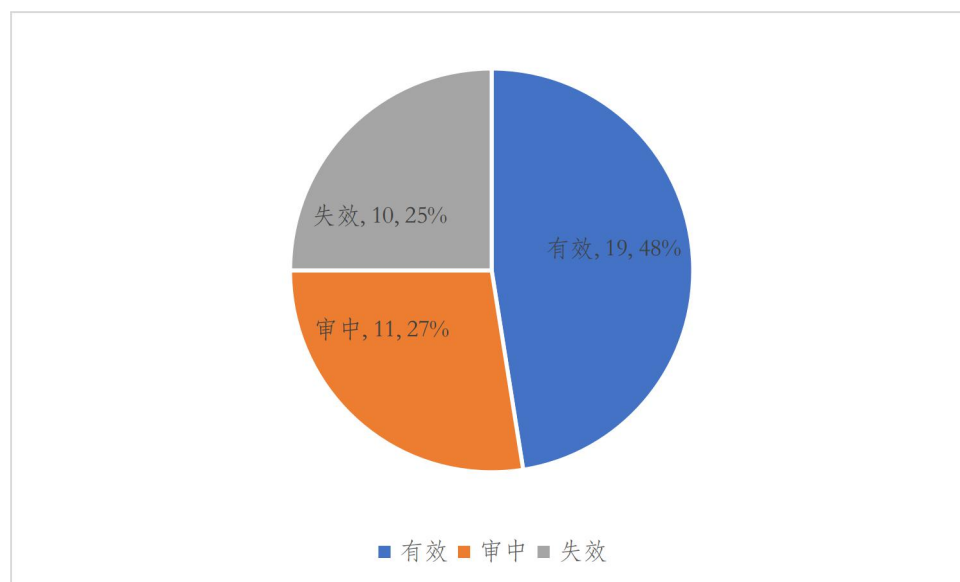


图 5-5 排水阀快速解冻技术专利法律状态分布图

5.1.5 技术分类统计分析

排水阀快速解冻技术分布如下图所示：从图中可以看出，冻结判定专利数量最多，共 15 件，占比高达 38%，其次是排水阀结构相关技术，专利数量 12 件，占比 27%，专利数量排名第三位的是温控系统相关技术，共 10 件相关专利，占比 25%，此外，还有少量微波辐射和超声波解冻相关专利。

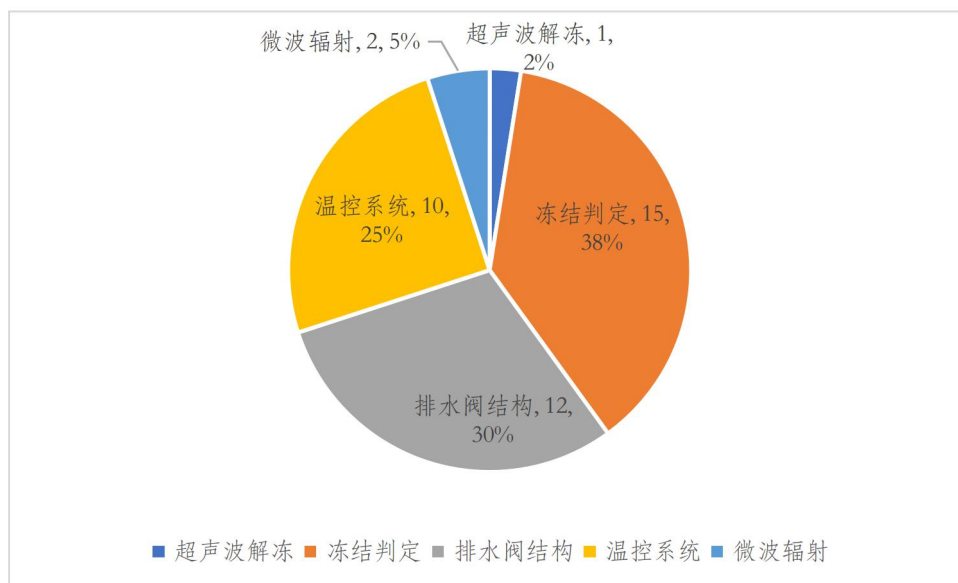


图 5-6 排水阀快速解冻技术分布图

5.1.6 技术功效分析

排水阀快速解冻技术功效分布如下图所示：冻结判定方面，重点围绕降低成本、提升判断精度、提升系统效率进行研发；此外还涉及少量降低检测难度、提升可靠性、装置简单等技术效果的研发。排水阀结构方面，重点围绕提升系统效率、结构紧凑进行研发，此外还涉及少量降低成本、提升可靠性、提升判断精度等技术效果的研发。温控系统方面，主要涉及装置简单的研发，此外还涉及少量降低成本、提升可靠性、提升判断精度、降低功耗、延长寿命的研发。超声波解冻技术涉及到提升可靠性性能的研发。微波辐射涉及到降低成本的研发。

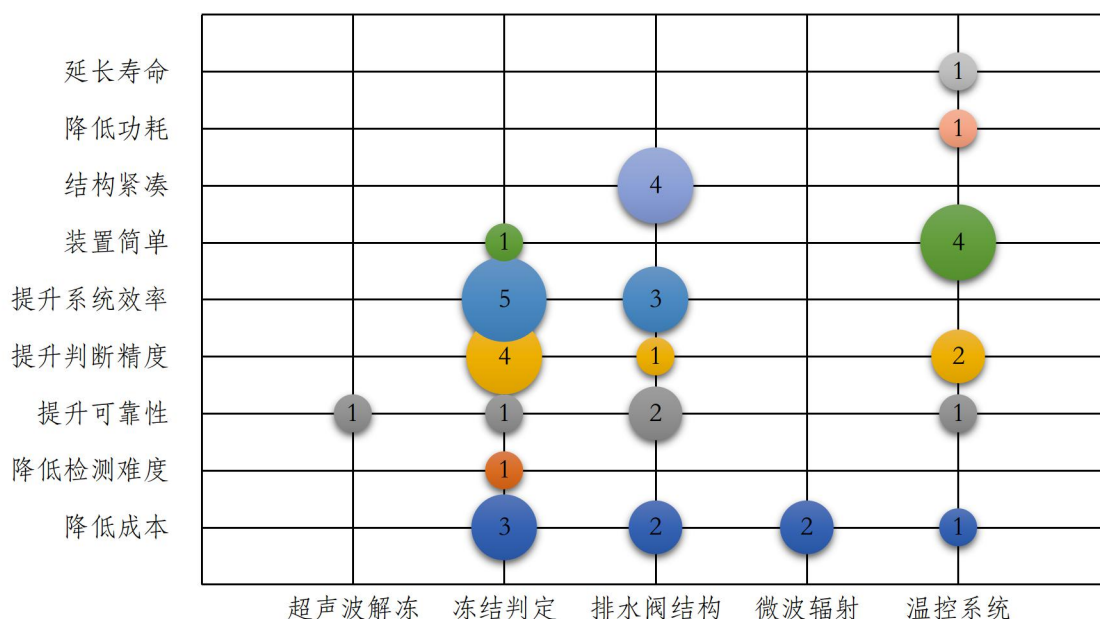


图 5-7 排水阀快速解冻技术功效图

5.1.7 专利技术路线分析

技术路线分析通过梳理每个时间段相关专利主要保护的技术点，全面了解该段时间出现的新的技术方向和已有技术方向在该段时间内是否有新的技术方案产生，从而判断不同技术点出现于技术发展周期的何种阶段以及该技术点是否随时间不断进行研发改进，是否属于研发持续投入的技术方向。代表该时间段某一技术点的专利的选择主要依据该专利同族数量、被引次数多、或重点申请人高关联专利。排水阀快速解冻技术发展路线如下图所示，从图中可以看到：

冻结判定技术分支在 20 世纪初已有涉及的相关技术出现，主要技术手段为结冰判定单元在判定为排水阀内的水结冰时，禁止打开排水阀；随后发展较慢，2010 年之后先后出现了排水阀打开/

关闭命令控制单元、第二阈值进行解冻判定、排气排水阀开度控制等技术方向。

排水阀温控系统方面，先后出现了燃料电池车用排水阀、通过控制单元进行低温控制、燃料电池背压阀的破冰控制方法及系统等技术。

排水阀结构中，陆续出现了防止冷却水残留在排水阀中的阀结构、通过排水阀排出气液分离器分离的水、燃料电池系统氢气循环气水分离装置等技术。

微波辐射技术在近年来才开始出现，主要技术手段是通过微波源使得存在的冷冻水被融化和/或液态水被蒸发。

对于超声波解冻技术，当前仅中国一汽一家企业进行相关研究，主要涉及的是利用超声波换能器向电堆排氢排水阀发射超声波，通过超声波换能器代替加热线圈，提高燃料电池发动机的安全性，根据环境温度来设定超声波频率，防止上下电过程中排氢排水阀或管路结冰，提高燃料电池发动机的可靠性。

年份	2010 前	2011-2015	2016-2020	2021-2022
排水阀快速解冻	JP4673605 B2-冻结判定-冻结判断装置	JP5610029 B2-冻结判定-排水阀打开/关闭命令控制单元	CN110783605 B-冻结判定-第二阈值进行解冻判定	JP20221132 10A-冻结判定-排气排水阀开度控制
	KR1020070 060891A-		US202100913 94A1-温控系	CN11374557 8A-温控系

年份	2010 前	2011-2015	2016-2020	2021-2022
	温控系统-燃料电池车用排水阀 KR1007472 65B1-排水阀结构-防止冷却水残留在排水阀中的阀结构		统-通过控制单元进行低温控制 JP202010750 9A-排水阀结构-通过排水阀排出气液分离器分离的水 EP3627602B1 -微波辐射-微波源使得存在的冷冻水被融化和/或液态水被蒸发	统-燃料电池背压阀的破冰控制方法及系统 CN11299333 1A-排水阀结构-燃料电池系统氢气循环气水分离装置 CN11497617 7A-超声波解冻-利用超声波换能器向电堆排氢排水阀发射超声波

图 5-8 排水阀快速解冻技术路线

5.2 重点技术分析——超低压自加热技术

5.2.1 专利申请趋势分析

超低压自加热技术专利申请趋势如下图所示：专利申请相对较少，近年来共 8 件专利申请，处于技术起步阶段。在燃料电池自启动过程中，电池阴极生成的水极易结冰，从而堵塞反应气体向反应活性位点扩散的通道，阻碍电化学反应。这不仅导致燃料电池零下启动失败，而且会对燃料电池膜电极组件造成较为严重的老化。采用电堆自产热升温的自加热方法技术是其中的一项策略，但当下研究并未取得重大突破。

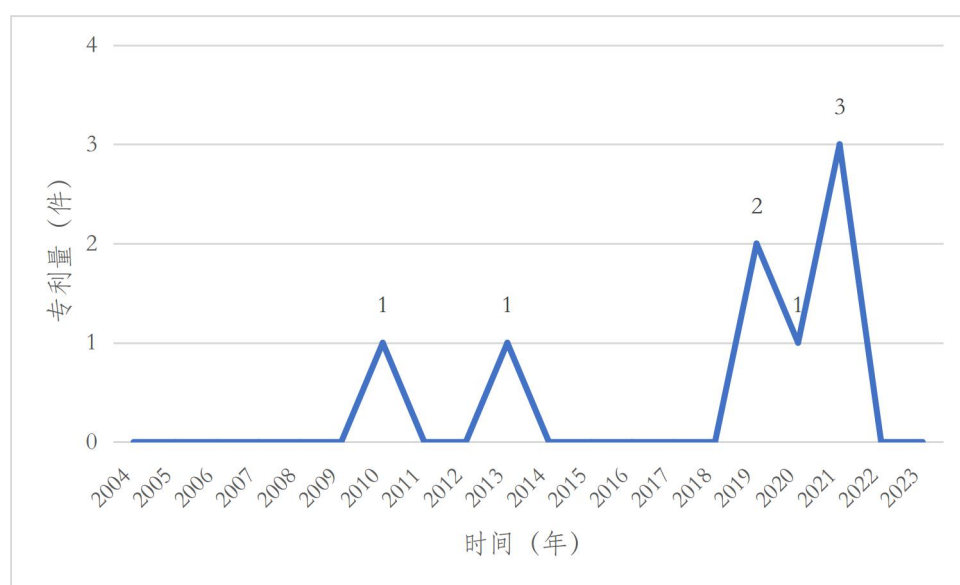


图 5-9 超低压自加热技术专利申请趋势

5.2.2 专利申请地域分析

从专利申请地域分布图中可以看出，本领域的专利受理局主要集

中在中国，专利数量为 6 件占比 75%，可见中国企业较为重视这一技术难题。此外，在德国和世界知识产权组织也有少量专利申请。

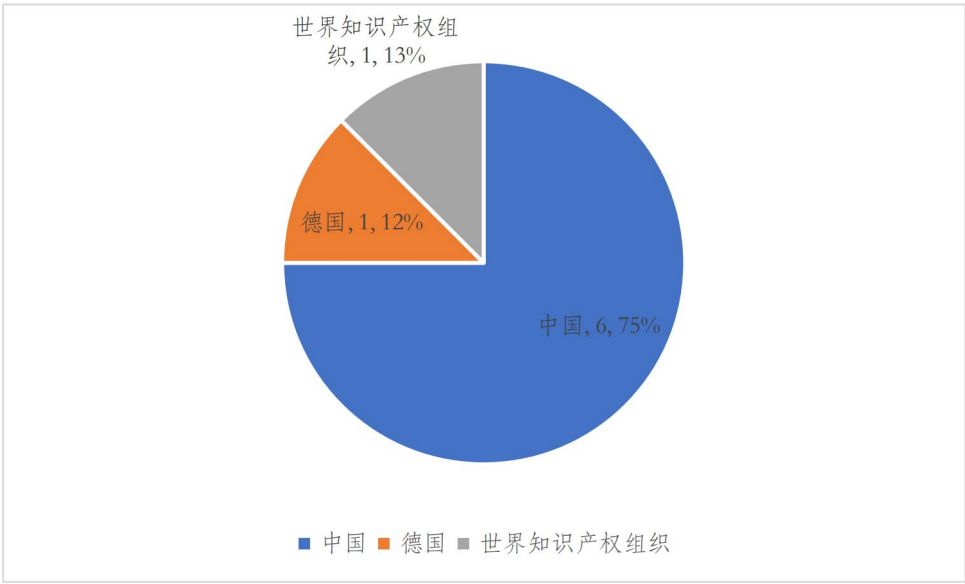


图 5-10 超低压自加热技术专利申请地域分布图

进一步追踪超低压自加热技术来源国分布，具体如下图所示：可以看到中国是主要技术研发核心，产出于中国申请人的专利有 6 件，此外有 2 专利技术产出于德国。



图 5-11 超低压自加热技术来源国地域分布图

5.2.3 专利申请人分析

对申请人进行剖析，可以得到如下超低压自加热技术全球申请人排名。从申请人类型来看，大部分为车企和燃料电池制造厂商，并未有高校进行相关研究。各申请人专利数量较少，超低压自加热技术尚未形成稳定的竞争格局。

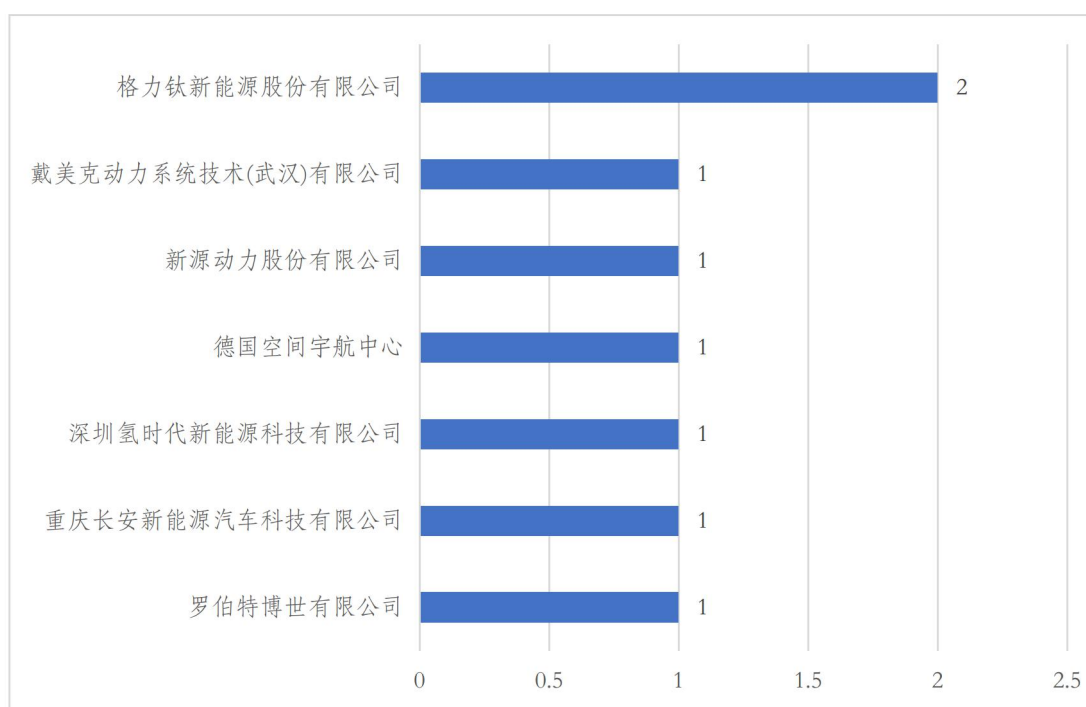


图 5-12 超低压自加热技术专利申请人分析

5.2.4 专利法律状态分析

超低压自加热技术专利法律状态分布如下图：整体看来该技术有效和审查中专利占比高，专利维持力度大，技术生命周期较长，可见该技术领域处于创新高度活跃期，技术先进性优异，属于研究的热点方向。

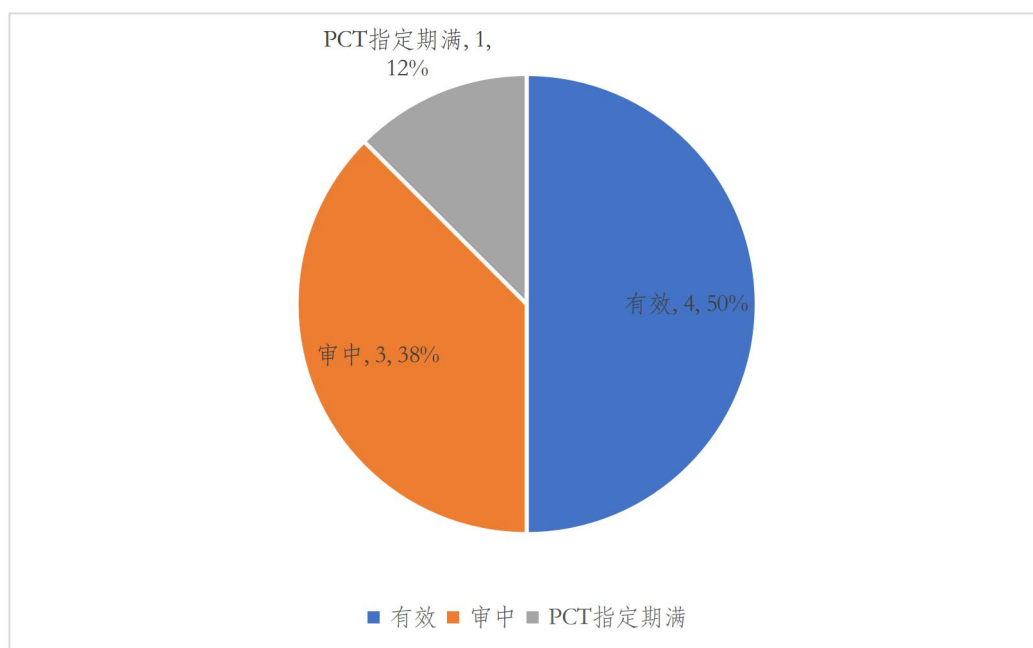


图 5-13 超低压自加热技术专利法律状态分布图

5.2.5 技术分类统计分析

超低压自加热技术分布如下图所示：从图中可以看出，ptc 加热相关专利数量最多，共 3 件，占比 38%，其次是吸附热电堆预热、电化学反应加热相关技术，专利数量分别为 2 件，占比 25%，专利数量排名第三位的是温控系统相关技术，共 11 件相关专利，占比 25%，此外，还有负载电阻相关专利 1 件。

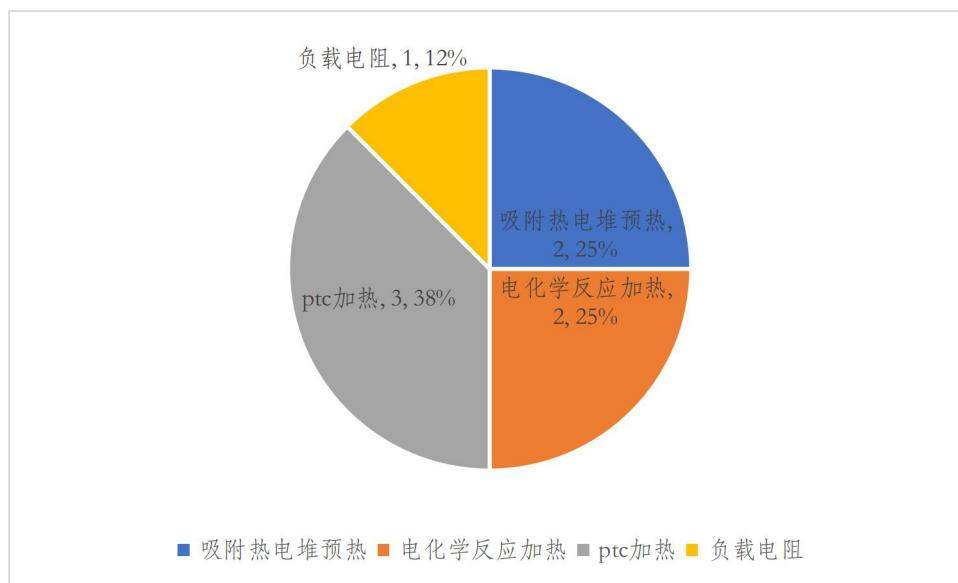


图 5-14 超低压自加热技术分布图

5.2.6 技术功效分析

超低压自加热技术功效分布如下图所示：吸附热电堆预热方面，重点围绕降低成本进行研发。电化学反应加热方面，重点围绕提升系统效率进行研发。Ptc 加热方面，主要围绕提升储能、提高寿命、提高安全性研发。负载电阻方面，涉及到提升系统效率的研发。

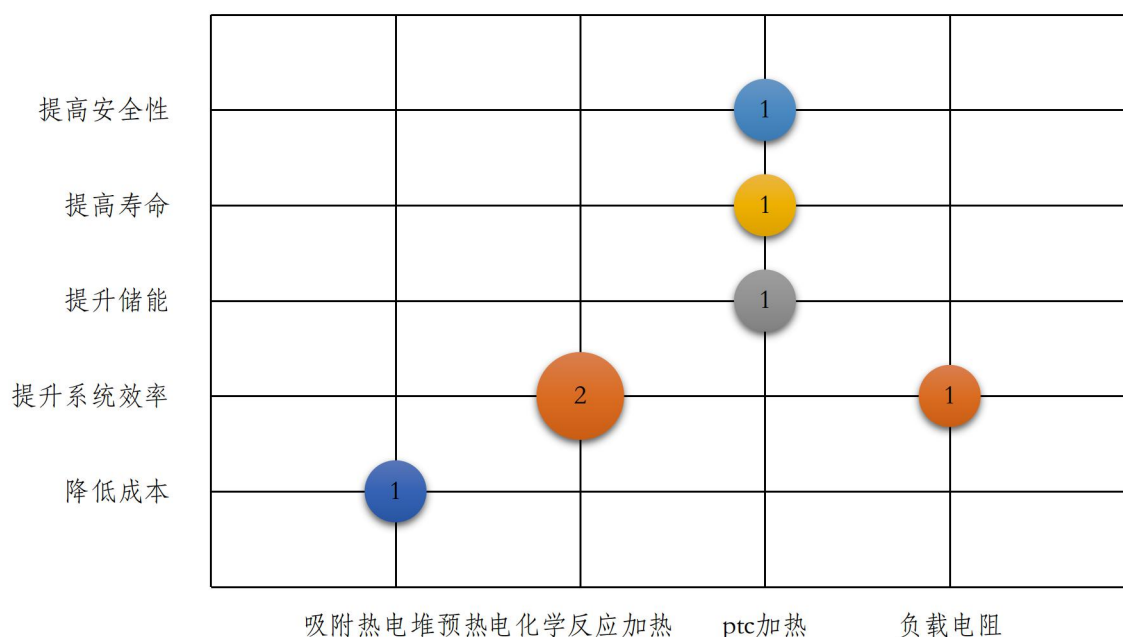


图 5-15 超低压自加热技术功效图

5.2.7 专利技术路线分析

技术路线分析通过梳理每个时间段相关专利主要保护的技术点，全面了解该段时间出现的新的技术方向和已有技术方向在该段时间内是否有新的技术方案产生，从而判断不同技术点出现于技术发展周期的何种阶段以及该技术点是否随时间不断进行研发改进，是否属于研发持续投入的技术方向。代表该时间段某一技术点的专利的选择主要依据该专利同族数量、被引次数多、或重点申请人高关联专利。超低压自加热技术发展路线如下图所示，从图中可以看到：

Ptc 加热方面，该技术出现较晚，在 2010 年开始有具备水热管理能力燃料电池模块的相关技术出现；2020 年之后再次出现车用燃料电池热管理系统等技术。

负载电阻方面，W02014056817A1 公开了一种使用负载电阻进行加

热的方法，从而缩短升温时间。

吸附热电堆预热方面，主要是利用固体吸附式储能的原理，通过吸附剂在吸附吸附质的过程中释放出大量的吸附热为燃料电池电堆进行预热，以实现燃料电池的冷启动。

电化学反应加热方面，主要在近年来开始有所研究，先后出现了燃料电池冷启动废热再利用循环系统、通过温度控制室的反应材料与能量载体形成热化学气固反应系统等相关技术。

年份	2010 前	2011-2015	2016-2020	2021-2022
	CN10203500 2A-ptc 加热-一种具有水热管理能力的燃料电池模块			CN114361514 A-ptc 加热-一种车用燃料电池热管理系统及其控制方法
超低压自加热		W020140568 17A1-负载电阻-燃料电池组冷启动程序	CN112701317A -吸附热电堆预热-固体吸附式储能	
			CN211743312U -电化学反应	DE102021111 077A1-电化

年份	2010 前	2011-2015	2016-2020	2021-2022
			加热-一种燃料电池冷启动废热再利用循环系统	学反应加热-温度控制模块

图 5-16 超低压自加热技术路线图

5.3 重点技术分析——电堆湿度控制技术

5.3.1 专利申请趋势分析

电堆湿度控制技术专利申请趋势如下图所示：由图可知，电堆湿度控制技术一直以来都是研究的热点，申请量呈现较大波动，说明该技术处于发展阶段，尚未进入成熟期。

在 2007 年达到第一次峰值，申请量为 7 件；2007 年之后发展遇到瓶颈，申请量下跌后逐年增长，在 2012 年达到第二次峰值 10 件；2012 年-2021 年，随着技术的革新，排水阀快速解冻技术领域的专利持续发展，经过一定的技术积累后，2021 年到达最大峰值。专利公开和专利申请相比有一定滞后，一般发明专利在申请后 3~18 个月公开，实用新型专利和外观设计专利在申请后 1~15 个月公开，因此 2021 年以后专利量回落是因为部分申请的专利还未公开的缘故。

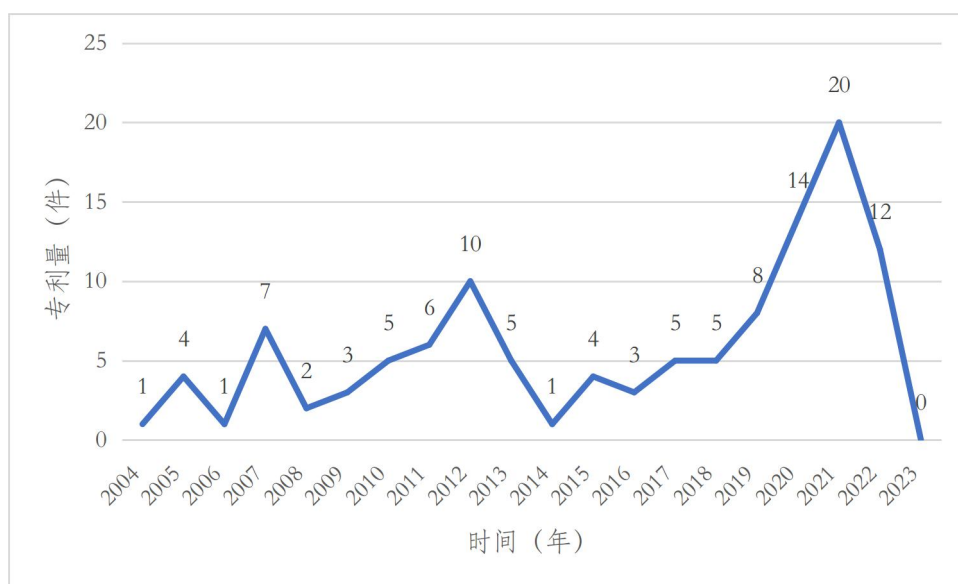


图 5-17 电堆湿度控制技术申请趋势

5.3.2 专利申请地域分析

从专利申请地域分布图中可以看出，本领域的专利受理局主要集中在中国，专利数量为 74 件占比 63%，得益于政策的大力支持，中国企业在燃料电池领域研发积极性较高，其次为德国和美国，德国专利数量 14 件，美国专利数量 12 件，可见欧美市场也是各创新主体主要的目标市场。

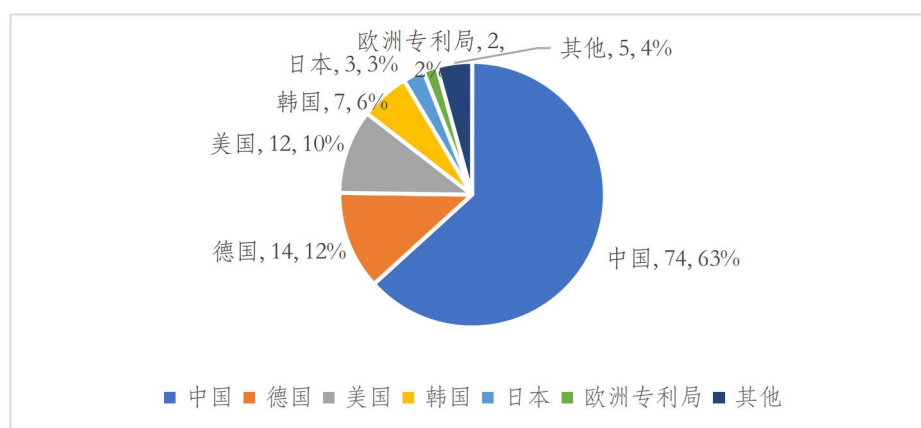


图 5-18 电堆湿度控制技术专利申请地域分布图

进一步追踪电堆湿度控制技术来源国分布，具体如下图所示：可以看到中国是主要技术研发核心，产出于中国申请人的专利有 72 件，占比 62%；其次有 18 件专利技术产出于美国；此外，韩国、日本、德国、哥伦比亚也有一定的研究基础。

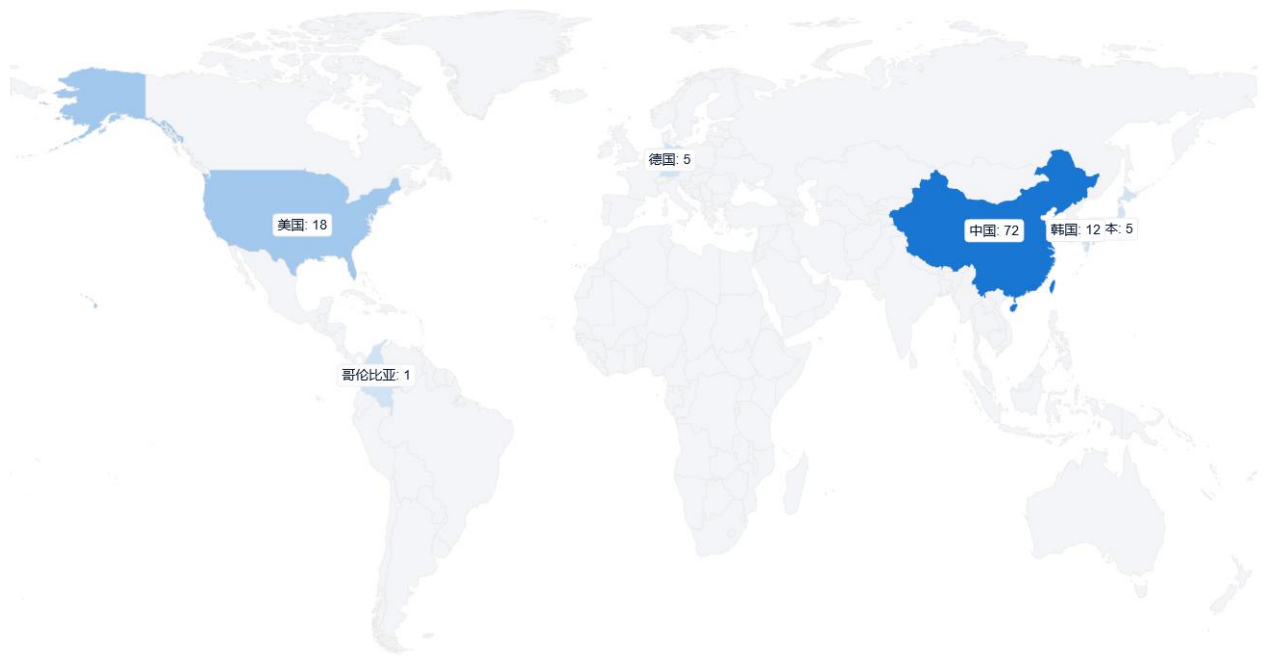


图 5-19 电堆湿度控制技术来源国地域分布图

5.3.3 专利申请人分析

对申请人进行剖析，可以得到如下电堆湿度控制技术全球申请人排名。从申请人类型来看，大部分为车企和燃料电池制造厂商，第一梯队的申请人为通用汽车公司，其在 2000 年开始研发“氢动一号燃料电池”概念车，技术不断突破创新。第二梯队的申请人为现代汽车，2022 年 4 月份，现代汽车氢燃料电池 SUV NEXO 中国版正式获得北京新能源汽车牌照，这意味着满足中国法规标准的首款氢燃料电池车已经

可以合法上路。其余申请人专利数量较为分散。申请人除企业外，同济大学、清华大学、武汉理工大学在电堆湿度控制技术领域也有一定的研究，企业可与高校积极开展产学研合作。

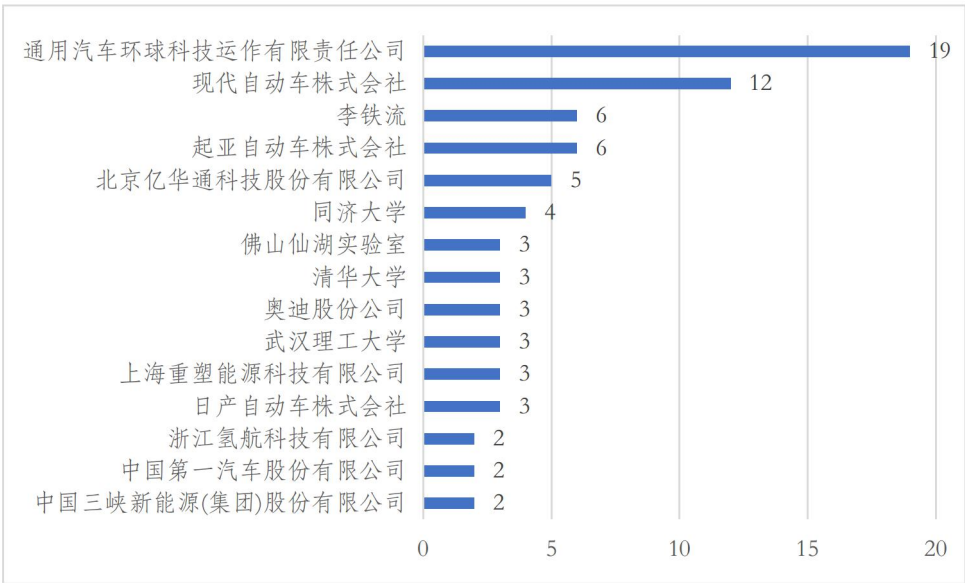


图 5-20 电堆湿度控制技术申请人分析

5.3.4 专利法律状态分析

电堆湿度控制技术专利法律状态分布如下图：整体看来该技术有效和审查中专利占比高，专利维持力度大，技术生命周期较长，有效专利占比高达 49%，可见该技术领域处于创新高度活跃期，技术先进性优异，属于研究的热点方向。失效专利较少，占比仅在 20%。仅 1 件 PCT 专利申请，技术输出和产品出口意愿相对较低。

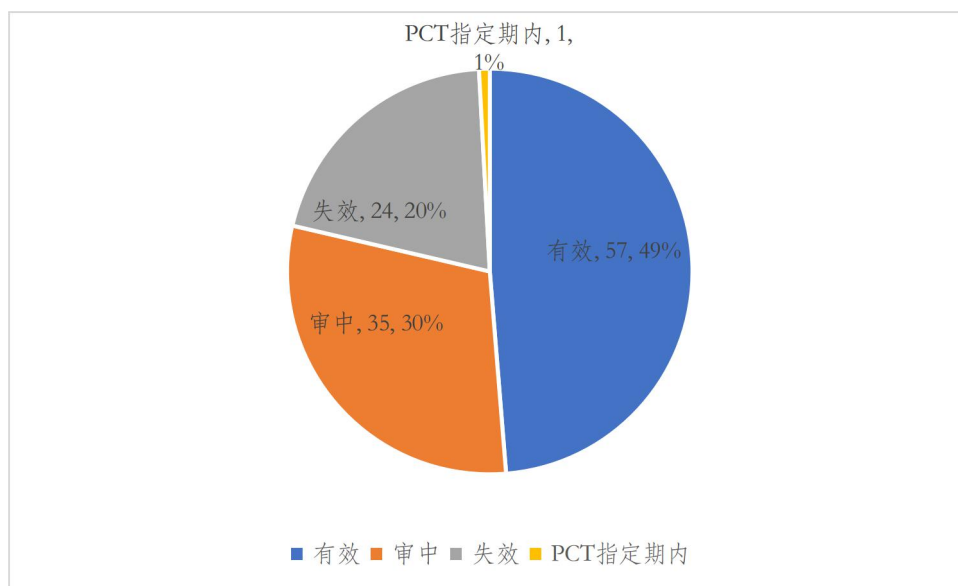


图 5-21 电堆湿度控制技术专利法律状态分布

5.3.5 技术分类统计分析

电堆湿度控制技术分布如下图所示：从图中可以看出，控制系统专利数量最多，共 106 件，占比高达 91%，此外是模拟及实验方法相关技术，专利数量 11 件，占比 9%。

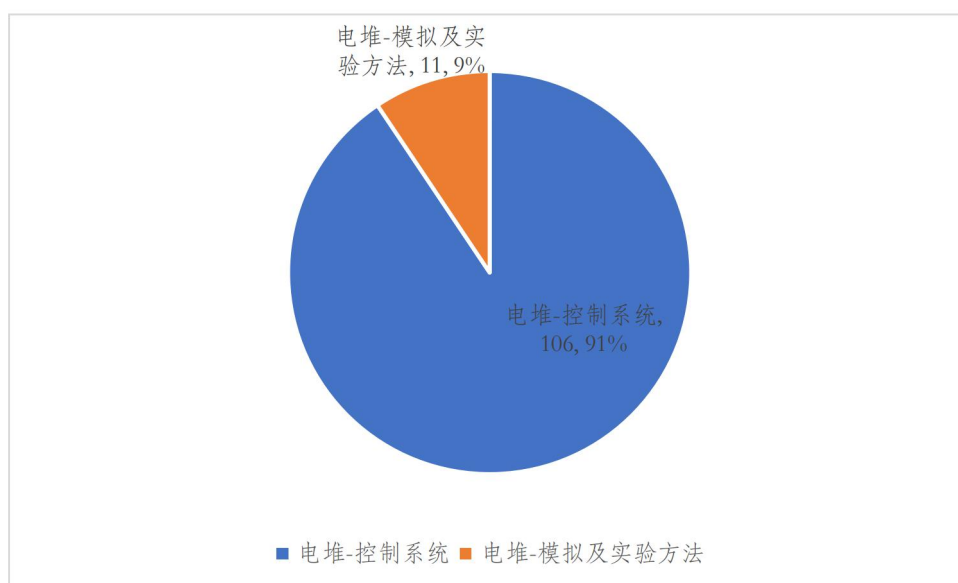


图 5-22 电堆湿度控制技术分布图

5.3.6 技术功效分析

电堆湿度控制技术功效分布如下图所示：控制系统方面，重点围绕提升效率、提高寿命进行研发；此外还涉及部分降低成本、结构简单、提升稳定性、提升可靠性等技术效果的研发；以及少量关于湿度可控、提升安全性、提升预测精度的研发。模拟及实验方法方面，涉及到提升预测精度、提高寿命、提升效率、降低成本、提升安全性和可靠性等技术效果的研发。

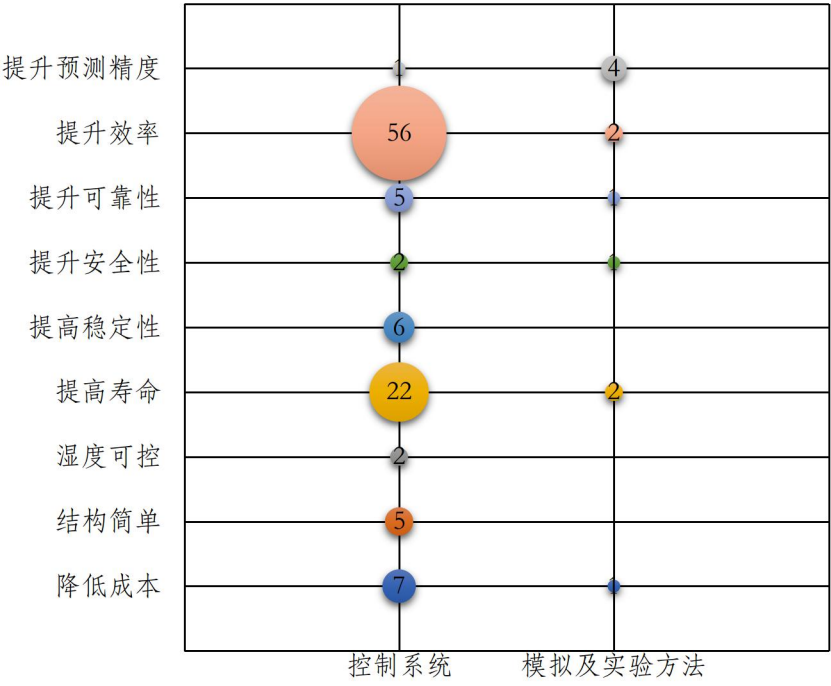


图 5-23 电堆湿度控制技术功效图

5.3.7 专利技术路线分析

技术路线分析通过梳理每个时间段相关专利主要保护的技术点，全面了解该段时间出现的新的技术方向和已有技术方向在该段时间内

是否有新的技术方案产生，从而判断不同技术点出现于技术发展周期的何种阶段以及该技术点是否随时间不断进行研发改进，是否属于研发持续投入的技术方向。代表该时间段某一技术点的专利的选择主要依据该专利同族数量、被引次数多、或重点申请人高关联专利。排水阀快速解冻技术发展路线如下图所示，从图中可以看到：

控制系统方面，在二十世纪初已有涉及燃料电池堆温湿度控制装置及方法的相关技术出现；随后持续发展，先后出现了给予燃料电池系统-25℃冰冻启动性能的控制、集成温控功能的引射器以及燃料电池氢气侧系统架构、兼顾冷启动与湿度调控的燃料电池热管理系统及控制方法等技术。

模拟及实验方法方面，对电堆湿度的监测和预测一直以来也是研究的热点方向，先后出现了水冷燃料电池堆中冷却循环系统参数采集的测试方法、用于基于 HFR 的 RH 控制的基本堆电阻的自学习、一种燃料电池输出性能的寻优方法、用于确定燃料电池系统的相对湿度的方法等技术，从而优化启动阶段的控制程序。

年份	2010 前	2011-2015	2016-2020	2021-2022
电堆 湿度 控制 技术	KR10052746 9B1-控制系 统-燃料电 池堆温湿度 控制装置及 方法	CN10223753 5B-控制系 统-给予燃 料电池系统 -25℃冰冻 启动性能的控制	CN113823814A -控制系统-集 成温控功能的 引射器以及燃 料电池氢气侧 系统架构	CN113903942 A-控制系统- 兼顾冷启动 与湿度调控 的燃料电池 热管理系统 及控制方法

年份	2010 前	2011-2015	2016-2020	2021-2022
	TWI281282B -模拟及实 验方法-水 冷燃料电池 堆中冷却循 环系统参数 采集的测试 方法	CN10219303 0B-模拟及 实验方法- 用于基于 HFR 的 RH 控 制的基本堆 电阻的自学 习	CN106784935B -模拟及实验 方法-一种燃 料电池输出性 能的寻优方法	CN115133074 A-模拟及实 验方法-用于 确定燃料电 池系统的相 对湿度的方 法

图 5-24 电堆湿度控制技术路线图

5.4 各重点申请人对比

5.4.1 重点申请人申请趋势对比分析

基于申请人排名，选择国外的通用汽车、现代自动车、丰田自动车、本田技研和国内的亿华通、中国一汽作为重要申请人分析其申请趋势，如下图所示：通用汽车在 2007-2013 年在快速低温启动领域进行了相关专利申请，近年来无相关专利申请；现代自动车、专利申请主要集中在 2016 年之前，近几年没有新的产出；丰田和本田技研专利申请呈现波动趋势，近年来仍有一定的专利申请，可持续跟进其研究及专利布局动态；亿华通和中国一汽近年来在该技术领域专利申请量增加，可以判断其研发投入开始增加。



图 5-25 重点申请人申请趋势对比

5.4.2 重点申请人专利类型对比分析

快速低温启动技术重要申请人专利类型分布如下图：仅北京亿华通有实用新型专利申请，其余申请人专利类型均为授权发明和发明申请。

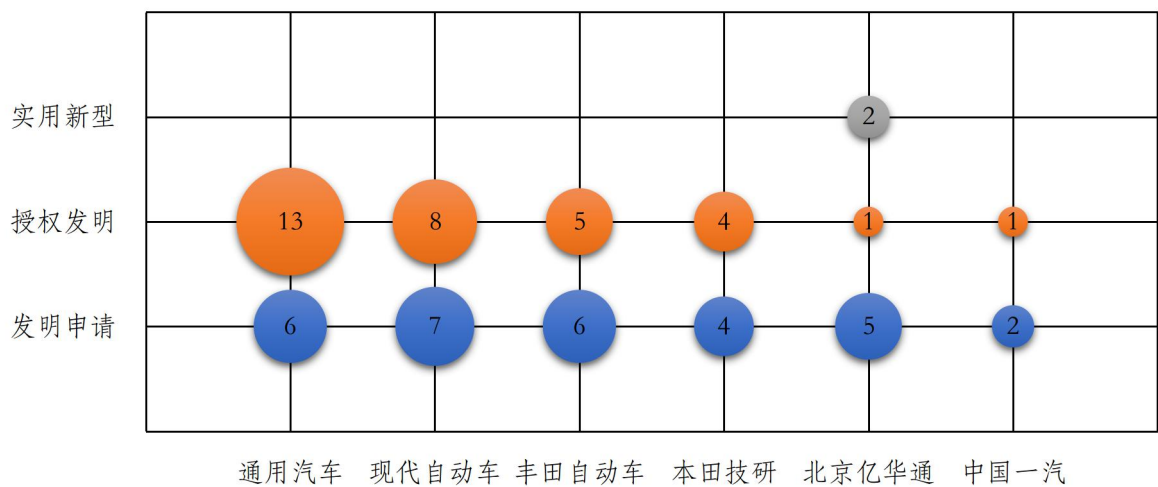


图 5-26 重点申请人专利类型对比

5.4.3 重点申请人专利法律状态对比分析

快速低温启动技术重要申请人法律状态分布如下图：通用汽车有效专利数量较多，可见其专利创新度和技术先进性较高；现代和丰田审中和有效专利占比高，有很强的专利市场影响力，竞争力较大；本田技研目前没有审中专利，技术研发尚无新进展；亿华通和中国一汽目前有一定数量的审中专利和有效专利，技术研发后劲强。

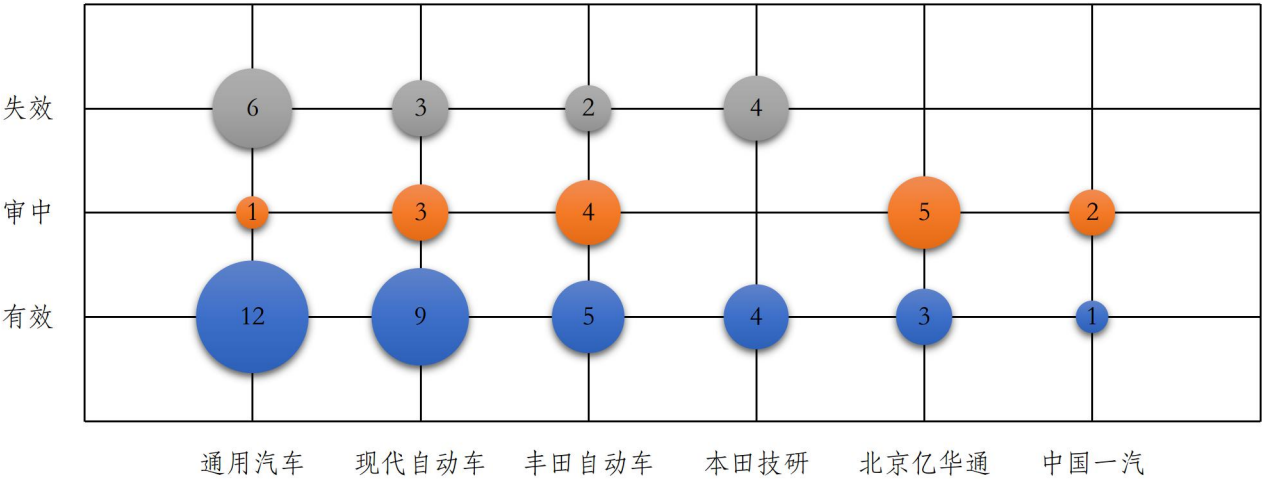


图 5-27 重点申请人专利法律状态对比

5.4.4 重点申请人申请地域对比分析

快速低温启动技术重要申请人申请国家分布如下图所示：亿华通和中国一汽专利主要布局于中国，海外布局较为薄弱；通用汽车、现代汽车、丰田汽车布局广泛，在美国、德国、中国等多个国家均有布局，海外布局完善，且通用汽车在中国布局较多，对中国地区技术实施有一定影响力。本田技研主要在日本本土和美国进行布局。

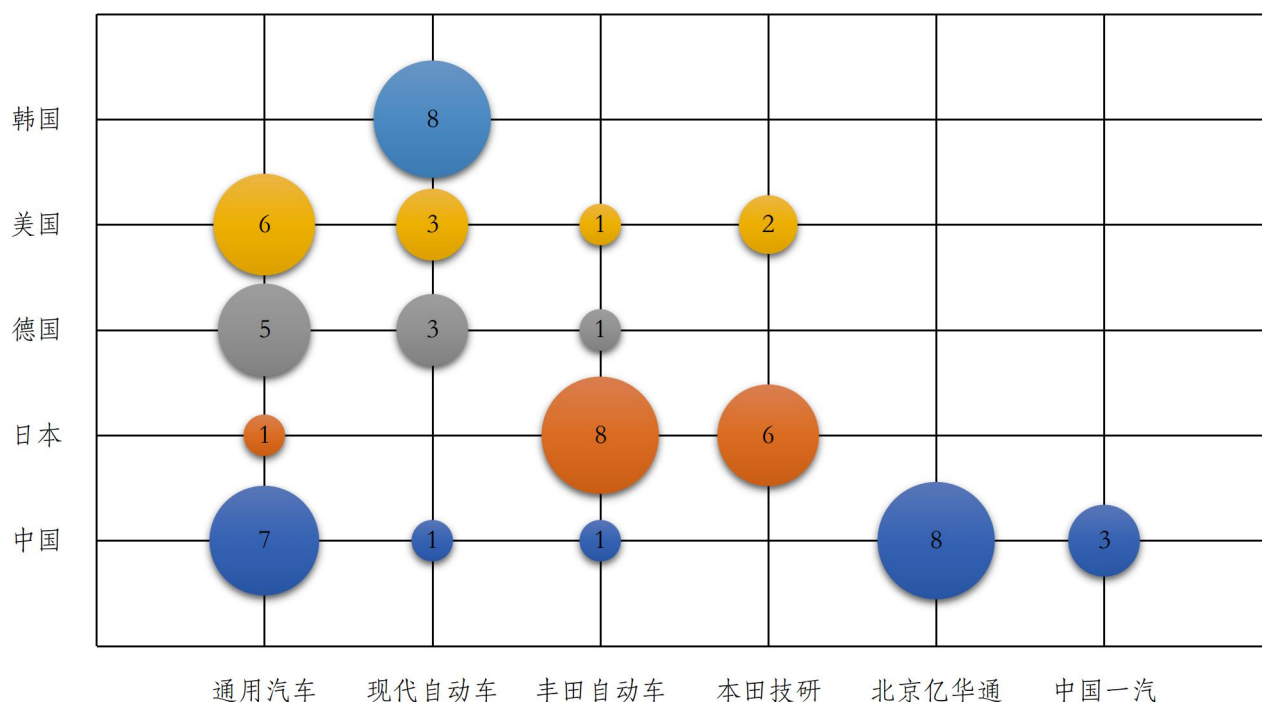


图 5-28 重点申请人申请地域对比

5.4.5 重点申请人技术分支对比分析

快速低温启动技术重要申请人技术分布如下图：丰田自动车技术发展全面且丰富，主要包括排水阀结构、温控系统、电堆控制系统、电堆模拟及实验方法均为其研究方向，主要侧重于电堆控制系统方向。通用汽车核心研究方向为电堆控制系统，拥有明显技术储备优势，其他方面的研究存在空白。丰田和本田在冻结判定领域具有明显优势，在其他领域具有少量布局。北京亿华通在电堆控制系统领域具有一定数量的专利布局，在排水阀结构有少量布局。中国一汽在电堆模拟及实验方法、电堆控制系统、超声波解冻领域各有一件专利布局，可见中国一汽在快速低温启动的关键技术领域都有一定突破，但尚未形成

自己的专利壁垒。此外，各大申请人在超低压自加热领域均未有布局。

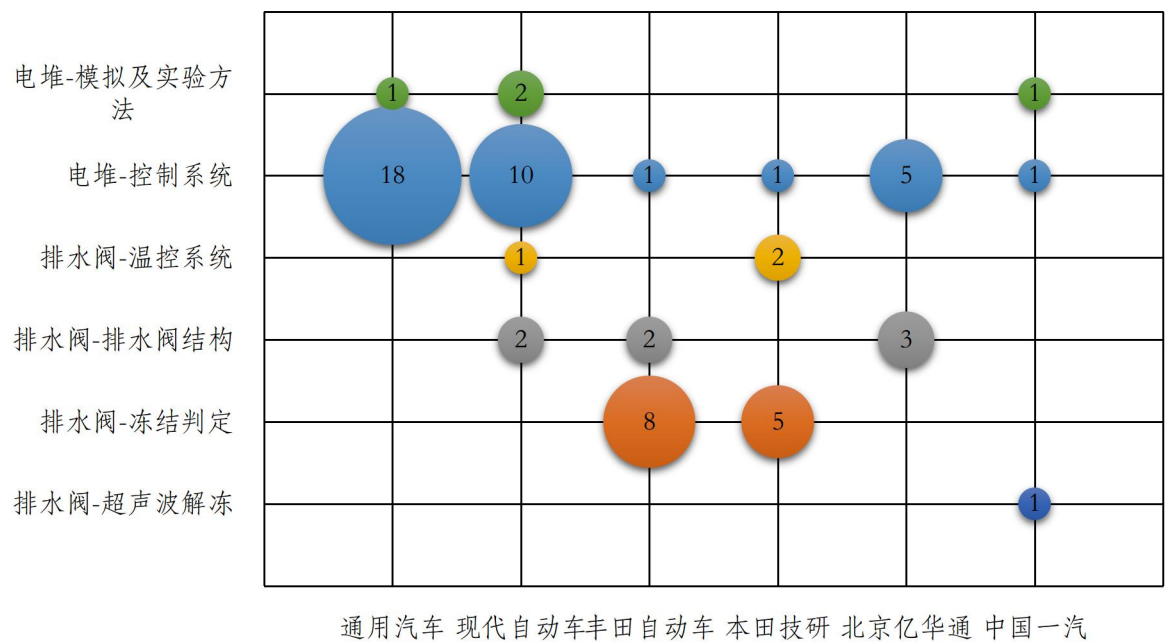


图 5-29 重点申请人技术分支对比

第六章 燃料电池关键技术专利分析——长寿命技术

6.1 重点技术分析——故障诊断技术

6.1.1 专利申请趋势分析

燃料电池故障诊断技术专利申请趋势如下图所示：可以看到相关技术最早出现于1986年,2001年之前整体处于技术发展萌芽阶段。2002年之后年度专利申请整体呈增长趋势，近年来仍未出现明显回落，表明该技术分支仍处于发展阶段，尚未进入成熟期。从国内外专利申请趋势来看，2017年之后国内专利申请量明显增加，并且在2020年反超国外专利申请量，说明中国逐渐成为主要目标市场。近两年专利申请趋势有所下降，但专利公开和专利申请相比有一定滞后，一般发明专利在申请后3~18个月公开，实用新型专利和外观设计专利在申请后1~15个月公开，因此2021年以后专利量回落是因为部分申请的专利还未公开的缘故。

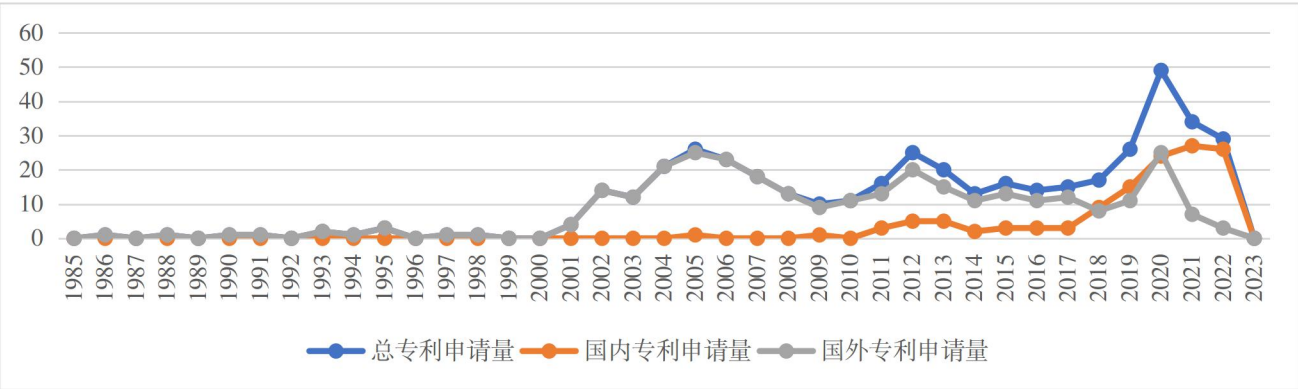


图 6-1 燃料电池故障诊断技术专利申请趋势

6.1.2 专利申请地域分析

燃料电池故障诊断技术专利申请国家分布如下图所示：可以看到日本是主要专利申请目标国家，其中主要为国内申请人在本国进行的布局，国外申请人在日申请专利很少。中国也是重要的专利布局目标国家，同样以本国申请人为主。其他各国家和地区专利申请均主要为国外申请人的该国家和地区的布局。综合来看，燃料电池故障诊断技术主要目标市场日本和中国均已本国专利布局为主，相关技术在海外的实施情形较少，不适合进行海外布局。

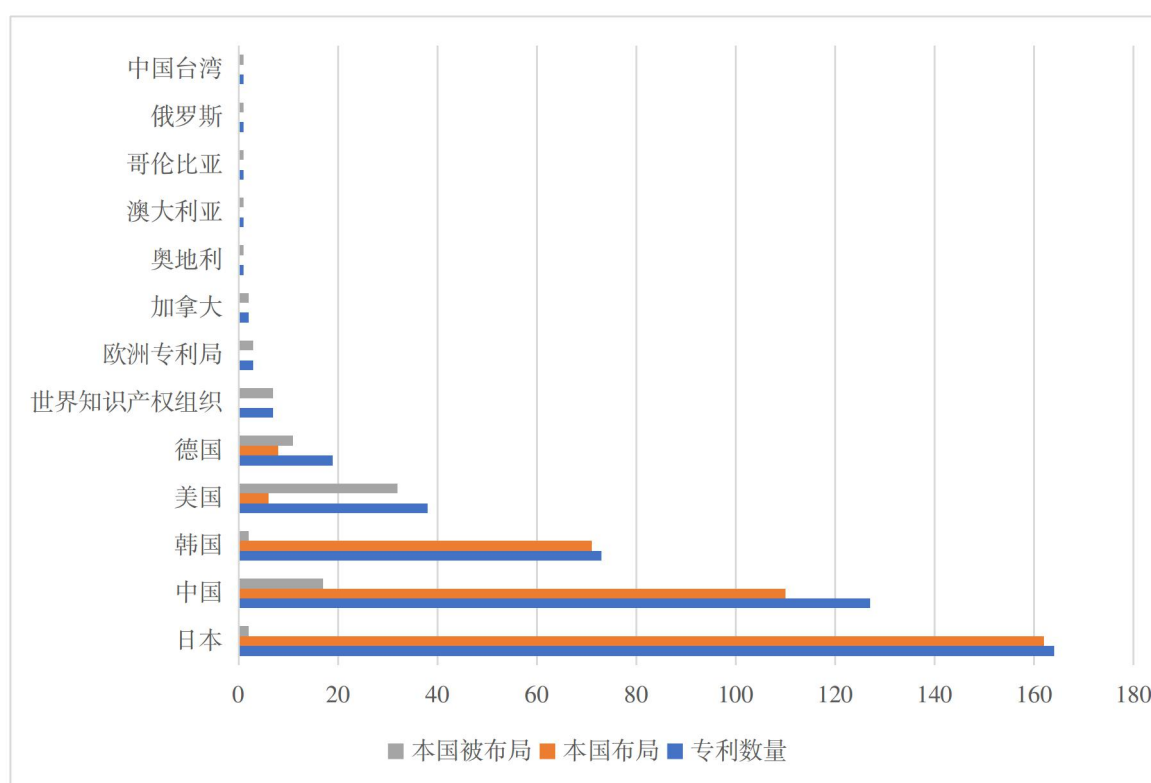


图 6-2 燃料电池故障诊断技术专利申请地域分布

进一步追踪燃料电池故障诊断技术专利技术来源国分布，具体如下图所示：可以看到日本是主要技术研发核心，产出于日本申请人的

专利占比达 43.16%；其次 27.17%的专利技术产出于中国。

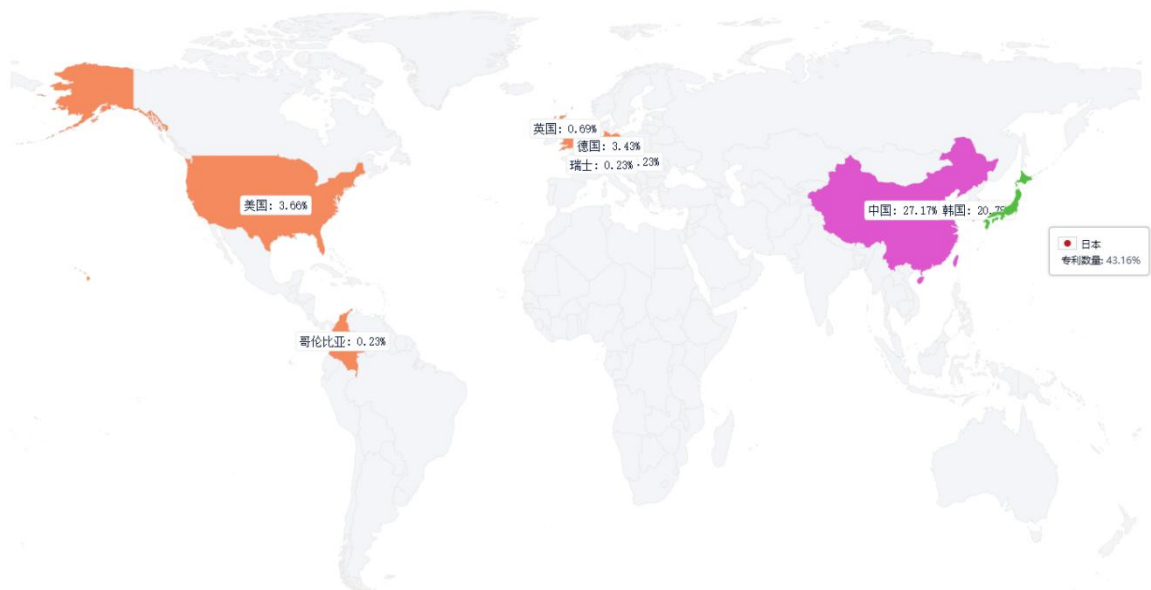


图 6-3 燃料电池故障诊断技术专利申请来源国分布

对中国申请人竞争力、申请人类型以及技术研发中心进行剖析，可以得到如下燃料电池故障诊断技术中国申请人排名及类型分布。从申请人类型来看，专利申请数量前四位均为企业性质市场主体，其中北京亿华通、现代两家企业申请相关专利数量最多；其次是大学院校，中国计量大学和西南交通大学对该领域研究较多。

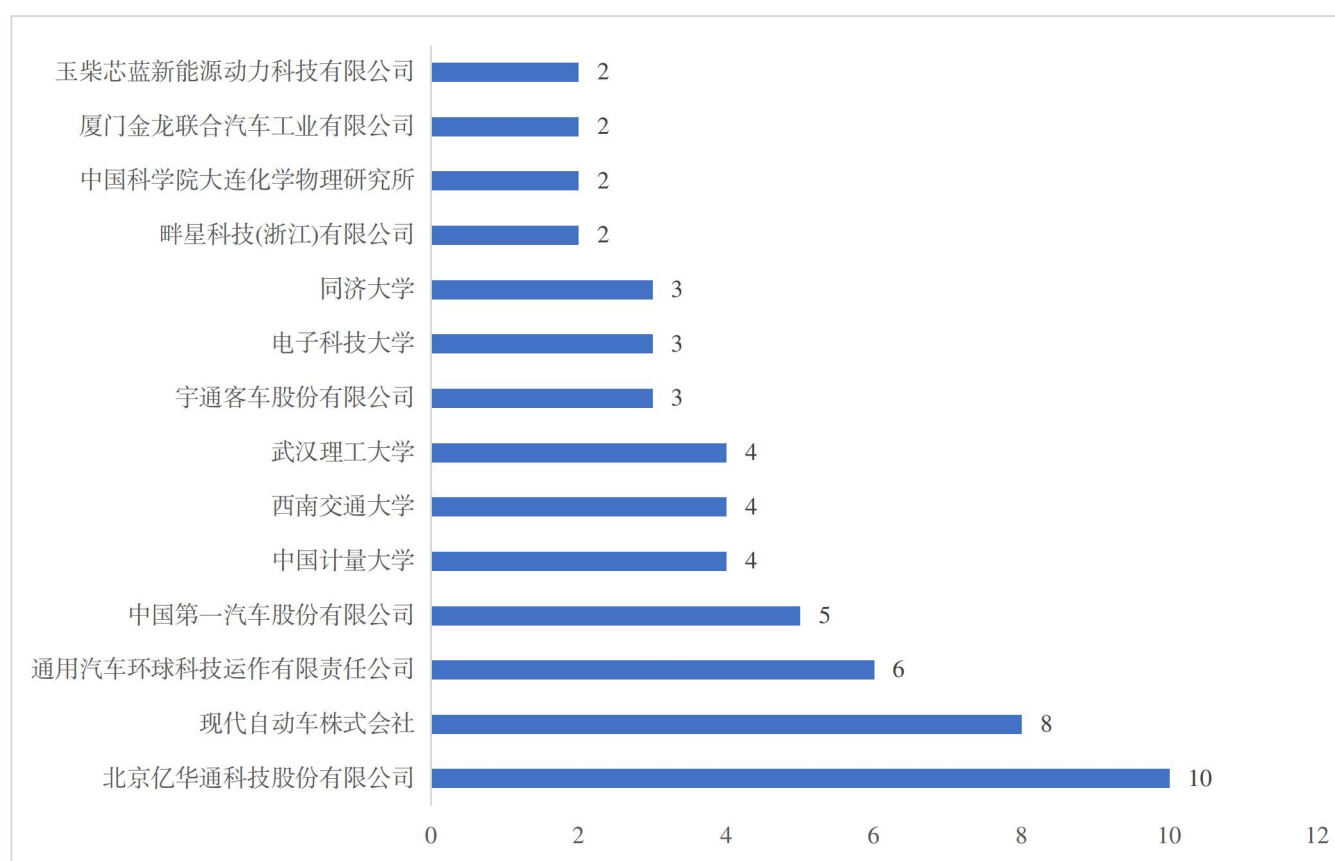


图 6-4 燃料电池故障诊断技术专利国内申请人分布

燃料电池故障诊断技术中国申请人来源分布从中国申请人省市分布来看，北京为主要技术和专利产出地，主要来自于核心申请人北京亿华通科技股份有限公司、清华大学；江苏和上海专利申请数量位居第二，江苏核心申请人有昆山弗尔赛能源有限公司；上海核心申请人有同济大学和上海机动车检测认证技术研究中心有限公司；其他重要申请地区有湖北、浙江等。总体来看，国内燃料电池故障诊断技术的研究仍处于发展阶段，产品化和技术应用度相对较低，应该加强企业与院校/研究所的产学研合作，推动技术发展和专利成果运用。

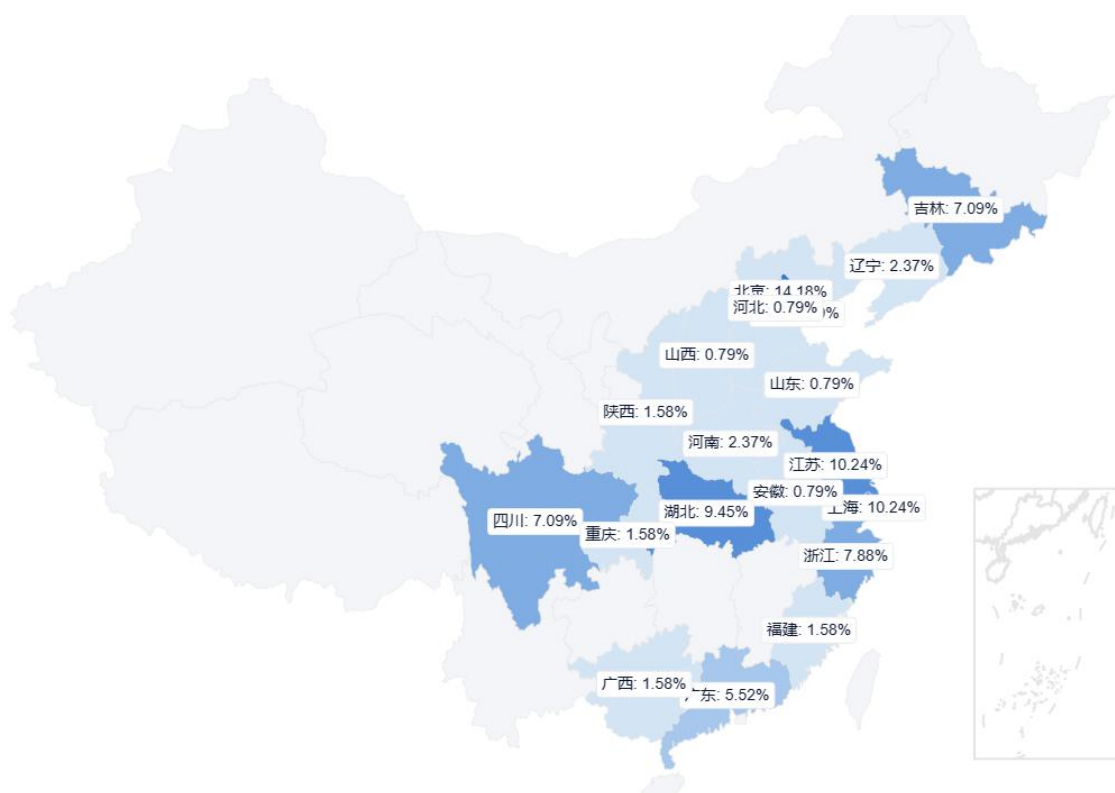


图 6-5 燃料电池故障诊断技术专利国内申请人地域分布

6.1.3 专利申请人分析

(1) 主要专利权人排名

燃料电池故障诊断技术申请人排名如下图：丰田自动车株式会社专利申请量居于首位，共计有 53 件相关专利申请；现代自动车株式会社、本田技研工业株式会社、日产自动车株式会社分别位于二、三、四位，与首位差距较小，属于第一梯队；现代凯菲克株式会社、起亚自动车株式会社、通用汽车环球科技运作有限责任公司、东京瓦斯株式会社、松下电器产业株式会社、北京亿华通科技股份有限公司位于第二梯队，与前列申请人之间有一定的专利积累差距；整体看来，前

十申请人以企业为主，尤其在国外，更加重视专利技术运用和实施。

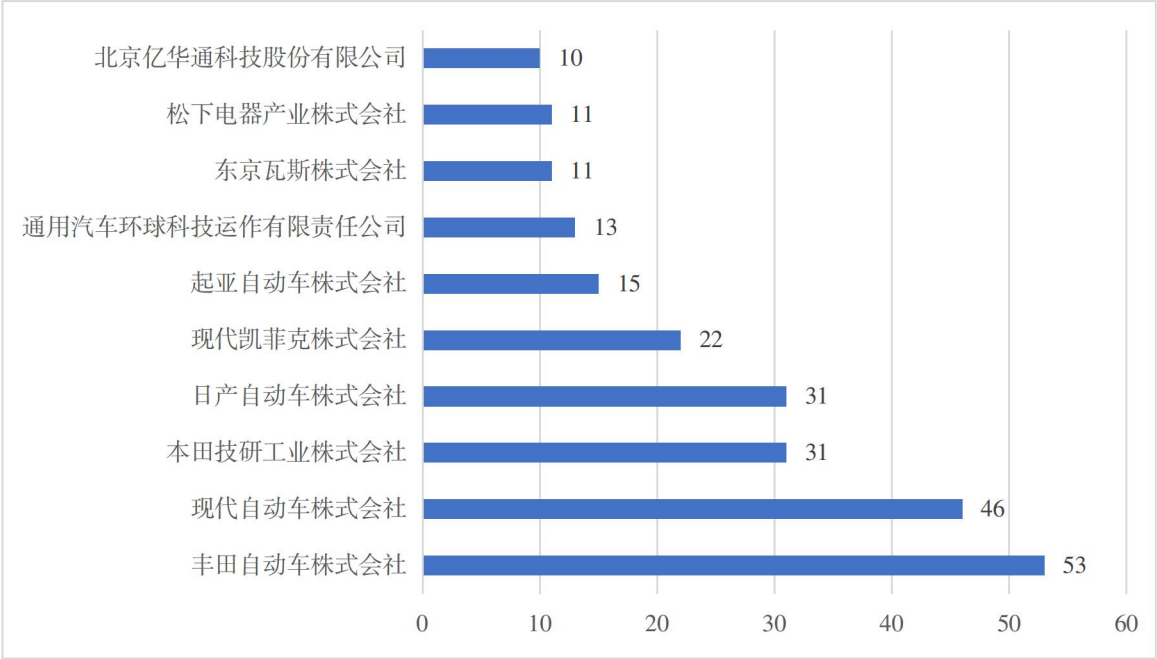


图 6-6 燃料电池故障诊断技术专利主要申请人排名

(2) 重要申请人申请趋势

基于上述申请人排名，选择丰田汽车株式会社、现代汽车株式会社、本田技研工业株式会社、日产汽车株式会社作为重要申请人分析其申请趋势，如下图所示：

日产和丰田技术发展起步早，在 2003-2008 年期间便有一定数量的专利申请，丰田近年来专利申请数量明显下降，但仍有一定的研发投入，可持续跟进其研究及专利布局动态；日产近年来在该技术领域专利申请量降低，近几年没有相关技术的专利申请，可以判断其研发投入开始减小，可不做关注；现代在早期专利申请数量较少，起步较晚，但 2013 年之后明显对该领域研发投入增加，产出多件专利。

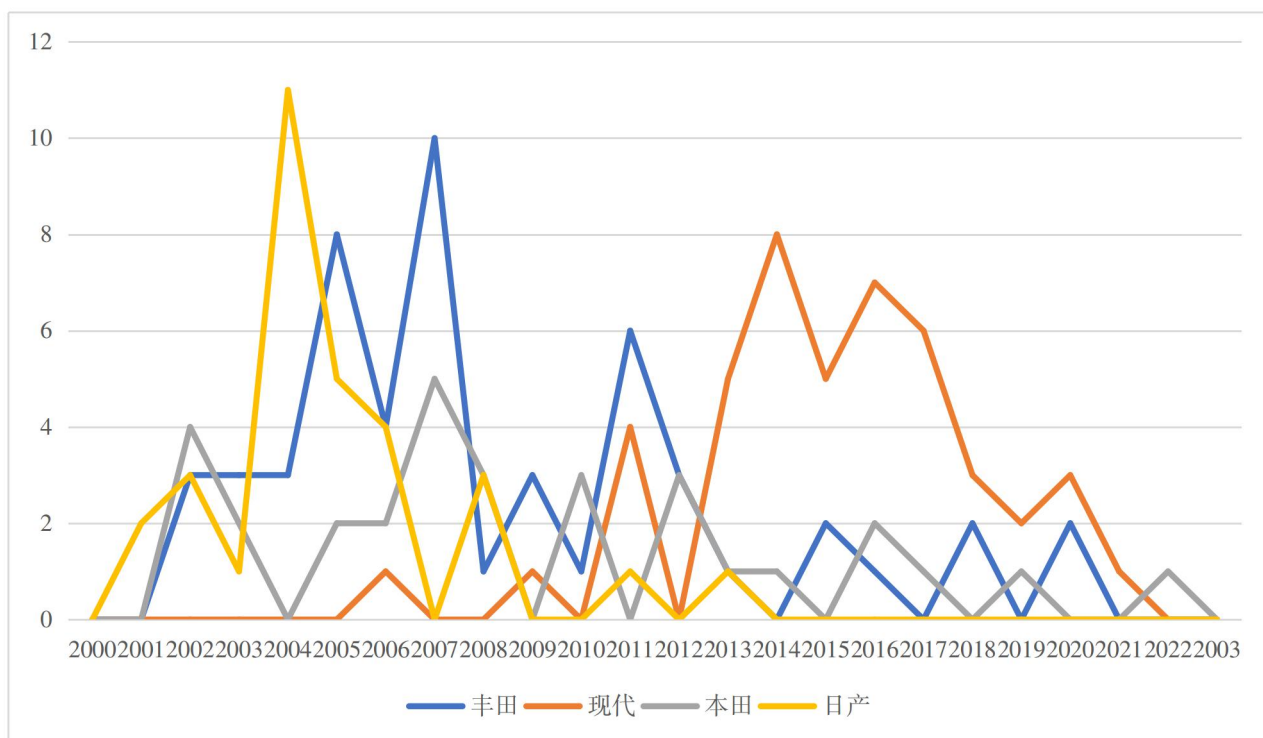


图 6-7 燃料电池故障诊断技术专利主要申请人申请趋势

(3) 重要申请人法律状态

燃料电池故障诊断技术重要申请人法律状态分布如下图：现代和丰田有效专利占比高，可见其专利创新度和技术先进性较高；本田和日产失效专利占比高，多为已超过保护期限早期申请专利，储备有效专利较少，专利市场影响力有限，竞争力较弱。

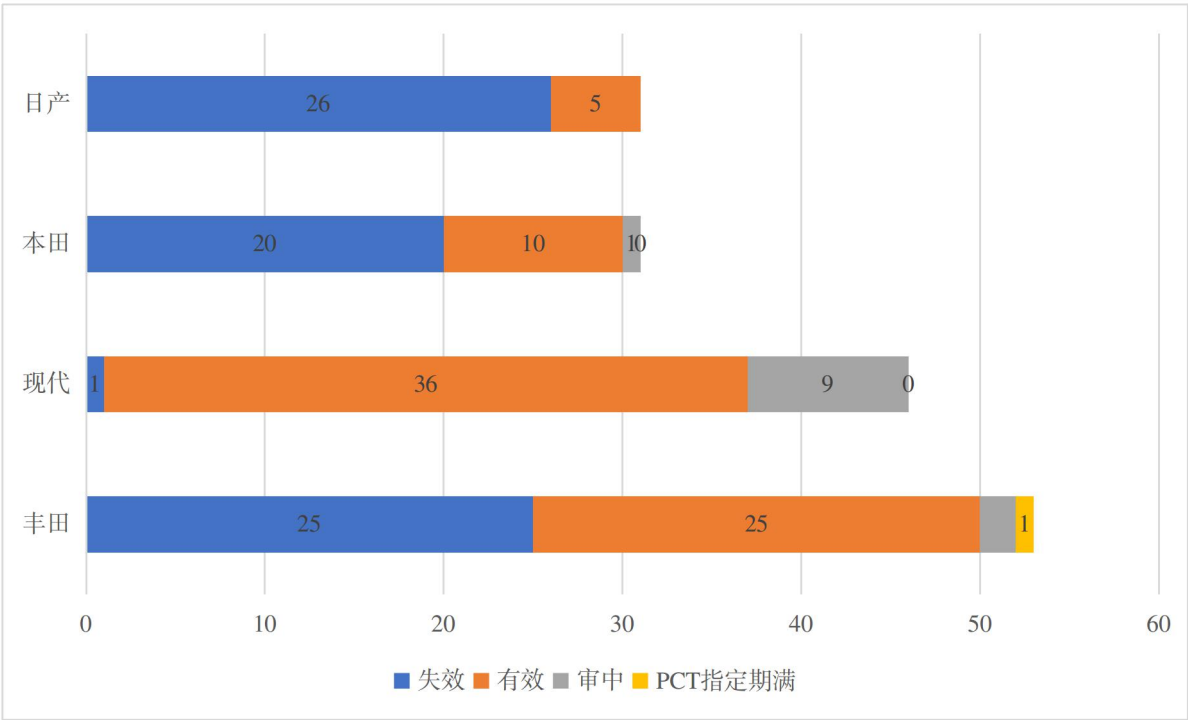


图 6-8 燃料电池故障诊断技术专利主要申请人法律状态

（4）重要申请人申请国家地区

燃料电池故障诊断技术重要申请人申请国家分布如下图所示：日产专利主要布局于日本，海外布局薄弱；丰田和现代布局重点分布在日本和韩国，在多个海外区域也都有一定专利布局，海外布局完善，并且在中国也有数件专利，本田的相关技术仅在日本和美国进行了布局，对中国市场影响不大。

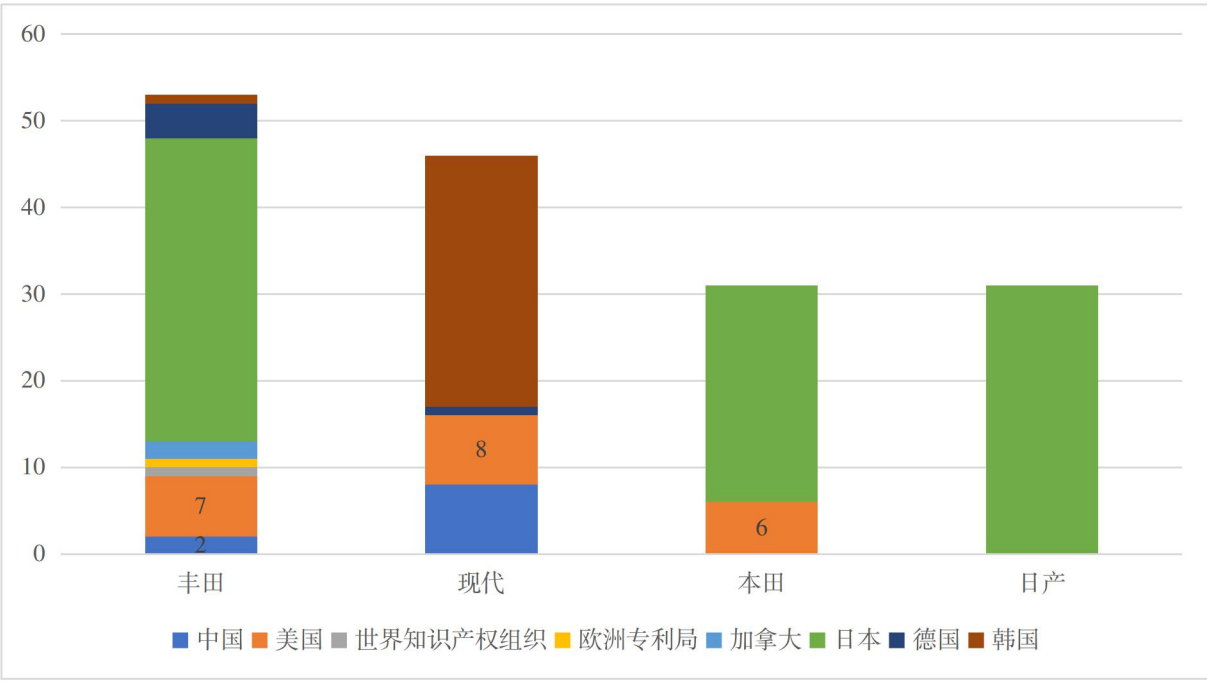


图 6-9 燃料电池故障诊断技术专利主要申请人申请地域

(5) 重要申请人技术分布

燃料电池故障诊断技术重要申请人技术分布如下图：

可以看出四家企业发展都比较全面且丰富，丰田主要涉及的方向包括电池系统和进气排气的故障检测；现代则更关注电堆和器件损坏的故障检测；本田在多个领域都有一定关注，涉及领域较多，电池系统和进气排气的故障检测是其关注重点；日产则关注电池系统和进气排气的故障检测。

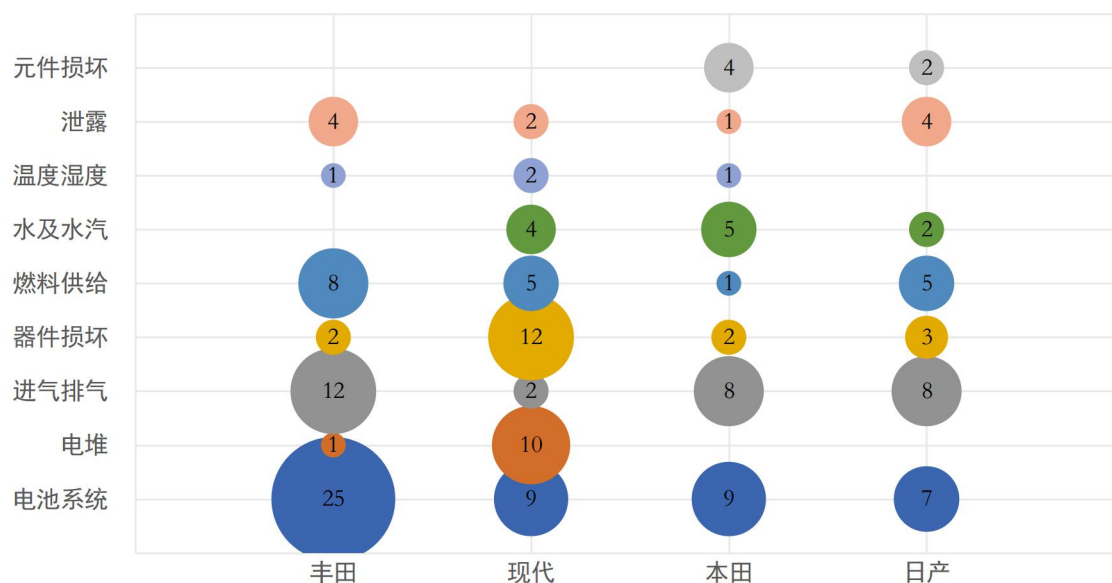


图 6-10 燃料电池故障诊断技术专利主要申请人技术分支

6.1.4 专利法律状态分析

燃料电池故障诊断技术专利法律状态分布如下图：整体看来该技术有效和审查中专利占比高，专利维持力度大，技术生命周期较长，尤其近年来审中专利较多，可见该技术领域处于创新高度活跃期，属于研究的热点方向。PCT 专利申请较少，技术输出和产品出口意愿相对较低。

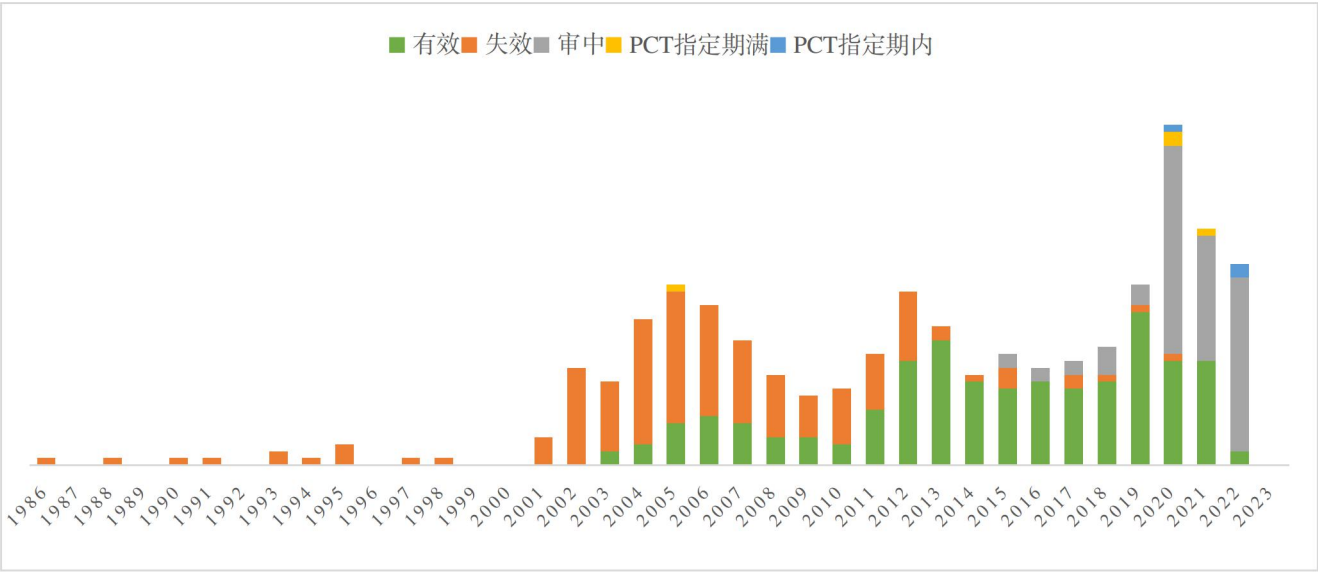


图 6-11 燃料电池故障诊断技术专利法律状态

6.1.5 技术分类统计分析

燃料电池故障诊断技术分布如下图所示：目前，针对电池系统整体的故障检测是研发的重点，除此之外，对于器件损坏、燃料供给、进气排气三个技术分支的检测也有较多研究；而对于腐蚀、温度湿度两个领域的故障检测则存在较大空白。

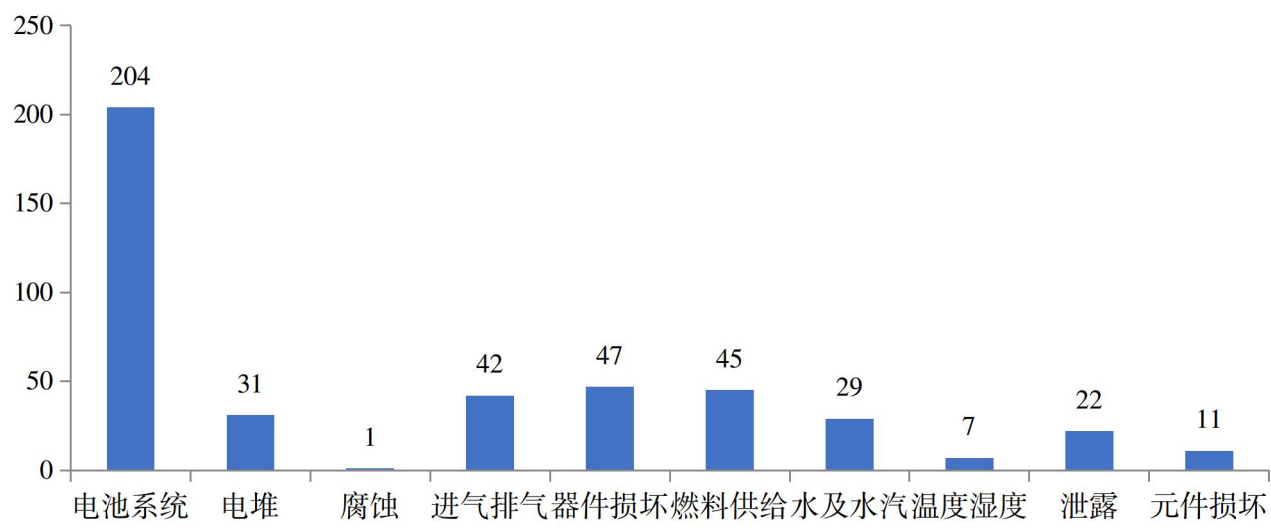


图 6-12 燃料电池故障诊断技术专利技术分支

6.1.6 技术功效分析

故障诊断技术的技术功效分布如下图所示：除了对腐蚀问题的故障诊断专利数量较少外，几乎所有技术都比较关注诊断的准确性和速度，对电池系统故障的诊断也对成本和安全性有较多研究；进气排气、燃料供给、泄露三个分支的故障诊断对安全性的关注较多，而器件损坏、水及水汽的故障诊断则关注成本，对于其他功效虽然都有一部分分支涉及，但数量相对较少。

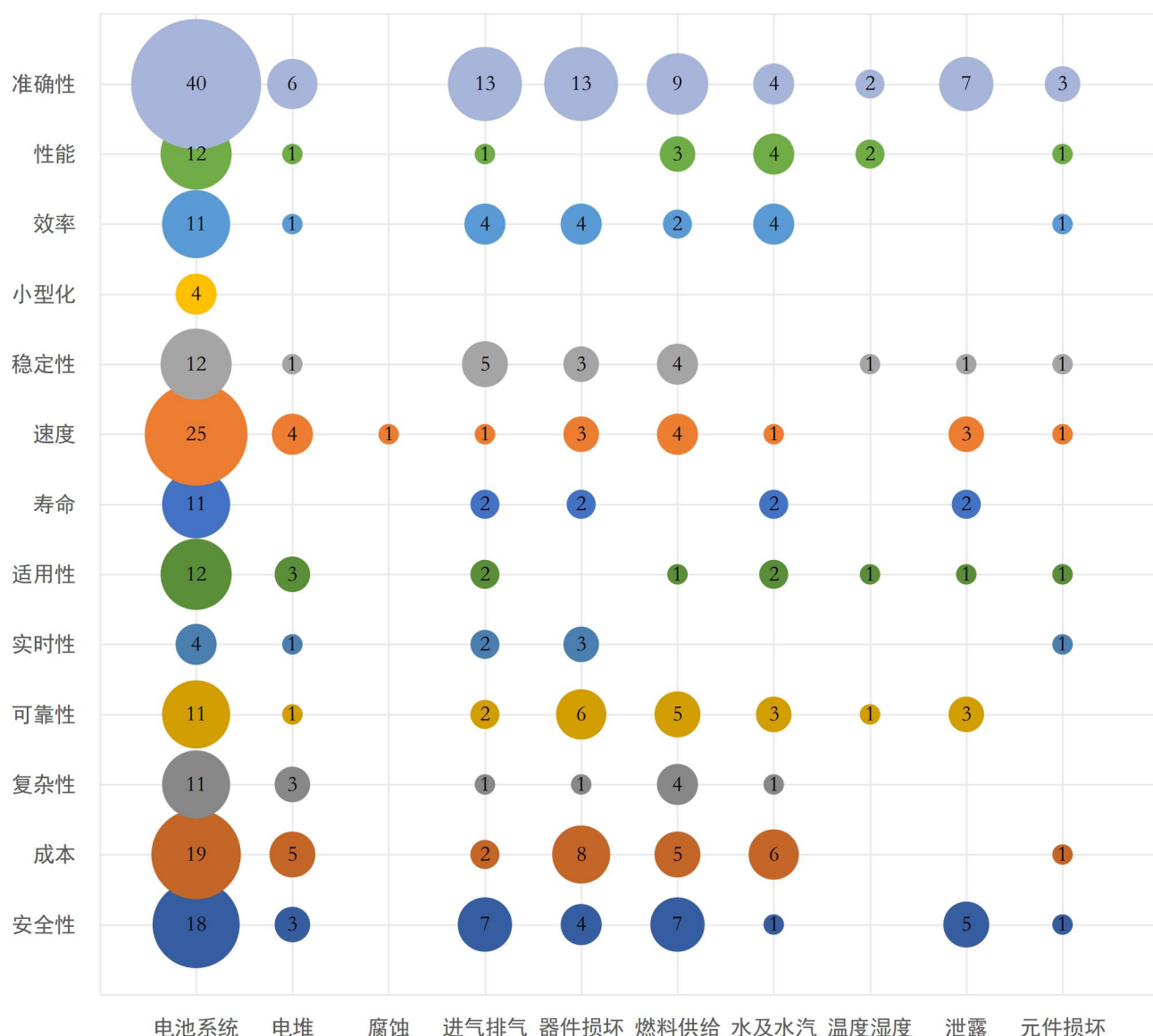


图 6-13 故障诊断技术技术功效分布

6.1.7 专利技术路线分析

技术路线分析通过梳理每个时间段相关专利主要保护的技术点，全面了解该段时间出现的新的技术方向和已有技术方向在该段时间内是否有新的技术方案产生，从而判断不同技术点出现于技术发展周期的何种阶段以及该技术点是否随时间不断进行研发改进，是否属于研

发持续投入的技术方向。代表该时间段某一技术点的专利的选择主要依据该专利同族数量、被引次数多、或重点申请人高关联专利。燃料电池故障诊断技术发展路线如下图所示，从图中可以看到：

电池系统整体的故障检测在 2000 年前便已经有专利申请，并且直接也在不断的产生新的技术方案，2016 年前的重点技术都是在日本申请的，可见日本在早年便已经对相关技术有较多的研究，而 2016 年后的重点专利是在中国申请的，可见我国在近几年对相关技术有较多的研究。

针对电堆的检测在 2001 年才出现相关技术，是低成本聚合物电解质燃料电池的异常检测来快速对电堆进行诊断，而在 2006-2011 年间，出现了通过电流-电压的曲线来判断电堆的问题之后也出现了通过环境检测，判断电堆是否出现故障，并在有故障的时候采用辅助供电，近年来的技术则进一步提高了判断的准确性和效率。

进气排气相关的检测在早年也是日本研发投入较多，近几年美国和中国也不断出现了相关技术的研究，判断的准确性和安全性也随之不断提升。

对燃料电池器件损坏的检测技术出现较早，在 1988 年便已经有了针对燃料电池接地装置的故障检测，之后随着技术的发展，针对燃料电池供电系统、电堆、传感器、交换膜等多种器件的检测也随之产生，进一步保障了燃料电池的安全。

针对燃料电池燃料供给的故障检测技术则自 1995 年开始出现专利

申请，最初只是通过检测阀门来检测燃料供给系统是否出现故障，在之后则逐渐出现了检测压力、浓度等方式判断燃料供给是否出现问题。

对燃料电池温度和湿度的故障检测出现的时间较晚，在 2005 年之后才出现相关专利的申请，主要的检测方式为通过传感器检测。

对燃料电池腐蚀的故障检测目前研究较少，仅近年有一件专利。

针对燃料电池泄露故障的检测的专利申请最早在 2000 年以后，但在 2005-2010 年间出现了一段时间的空白期，在 2010 年后出现了新的专利。

年份	2000 前	2000-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020	2021-2025
电池系统	JP2000036312A 直流输出燃料电池发电机	JP2003282115A 燃料电池故障判定装置及方法	JP2009301791A 燃料电池故障判定装置及方法	JP2016033863A 燃料电池系统及其运行方法	CN109830714A 燃料电池故障诊断方法、装置和存储介质	CN113561111A 燃料电池在线故障方法及装置
电堆		JP2002367650A 高分子电解质燃料电池的异常检测方法	JP2010257859A 燃料电池系统	KR101362740B1 如何诊断燃料电池堆故障	CN110752393A 一种车用燃料电池电堆状态监控系统	CN115188111A 一种燃料电池堆的故障诊断方法
进气排气	JP1996096825A 燃料电池发电机	JP2006164736A 燃料电池系统	JP2011008993A 固体电解质燃料电池	JP2013246935A 燃料电池系统	US10756367B2 燃料电池故障诊断装置及其方法	CN115275111A 燃料电池空滤故障断方法
器件损坏	JP1990015569A 燃料电池接地故障检测电路	JP2004327404A 燃料电池供电系统及其配套业务系统	JP2007329045A 继电器故障诊断装置	DE102015210836A1 用于确定燃料电池堆状况的诊断方法	US10700369B2 燃料电池分水器中液位传感器故障的诊断方法及使用该方法的控制单元	CN113611111A 一种质子膜燃料电池膜干故障方法

年份	2000 前	2000-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020	2021-2025
燃料供给	JP1997022711A 燃料电池和燃料电池故障诊断方法	JP2006141122A 供油装置、供油装置的控制方法	DE102007060712A1 燃料电池系统中的泄漏检测	US9859579B2 燃料电池系统供气系统故障诊断装置及方法	US11258081B2 燃料电池供氢故障诊断系统及方法	CN1148431A 一种氢气泄漏检测装置及存储方法
温度湿度			JP5108344B2 燃料电池系统	JP2013069618A 温度检测器故障判定装置和燃料电池系统	CN108736049B 一种燃料电池内部温度和湿度在线测量系统	CN1122551A 燃料电池温度采集装置和故障诊断方法
腐蚀						CN1137821A 一种基于电容分析的燃料电池碳腐蚀线诊断方法
泄露		JP2004139842A 燃料电池汽车氢气泄漏检测		JP2015065784A 燃料电池汽车	CN108899565A 一种氢燃料电池电堆内部破	CN1133631A 增湿器泄漏检测方法

年份	2000 前	2000-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020	2021-2025
元件损坏	JP1987222573A 燃料电池诊断方法	JP2006331862A 燃料电池系统	US8435687B2 燃料电池系统接触器故障检测装置	KR101492431B1 用于燃料电池的阳极催化剂、其制造方法、包括其的燃料电池用阳极电极、包括其的燃料电池用膜电极组件以及包括其的燃料电池系统	损泄漏的检测方法及装置 JP6920712B2 燃料电池诊断装置、燃料电池系统及诊断方法	电池系统 CN113839 一种车载电池装置控制方法

图 6-14 故障诊断技术技术路线图

6.2 重点技术分析——寿命与故障预测技术

6.2.1 专利申请趋势分析

燃料电池寿命与故障预测技术专利申请趋势如下图所示：可以看到相关技术最早出现于 1987 年，2001 年之前整体处于技术发展萌芽阶段。2002 年之后年度专利申请整体呈增长趋势，近年来仍未出现明显回落，表明该技术分支仍处于发展阶段，尚未进入成熟期。从国内外专利申请趋势来看，2018 年之后国内专利申请量明显增加，并且反超国外专利申请量，说明中国逐渐成为主要目标市场。近两年专利申请趋势有所下降，但专利公开和专利申请相比有一定滞后，一般发明专利在申请后 3~18 个月公开，实用新型专利和外观设计专利在申请后 1~15 个月公开，因此 2021 年以后专利量回落是因为部分申请的专利还未公开的缘故。

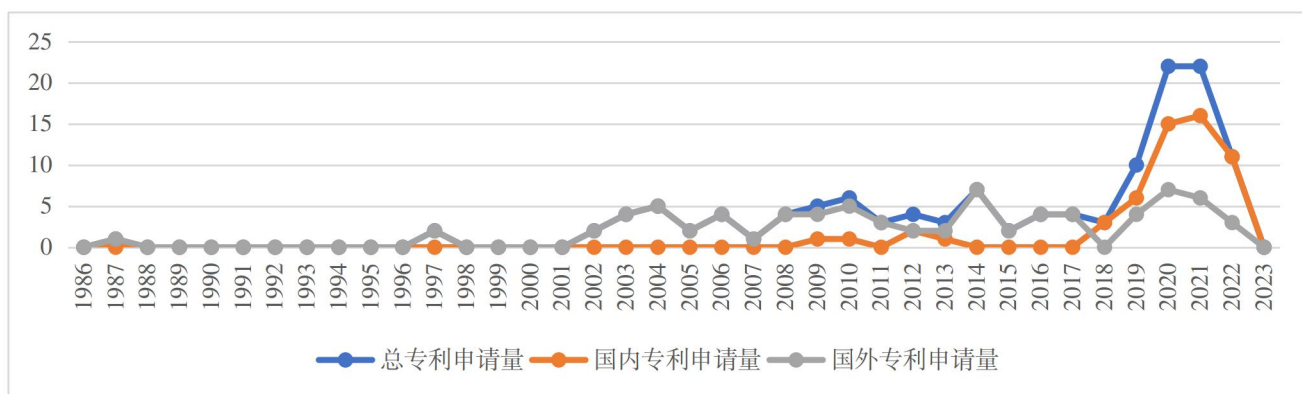


图 6-15 燃料电池寿命与故障预测技术专利申请趋势

6.2.2 专利申请地域分析

燃料电池寿命与故障预测技术专利申请国家分布如下图所示：可以看到中国是主要专利申请目标国家，其中主要为国内申请人在本国进行的布局，国外申请人在日申请专利很少。日本也是重要的专利布局目标国家，同样以本国申请人为主。其他各国家和地区专利申请均主要为国外申请人的该国家和地区的布局。综合来看，燃料电池寿命与故障预测技术主要目标市场中国和日本均已本国专利布局为主，相关技术在国外的实施情形较少，不适合进行海外布局。

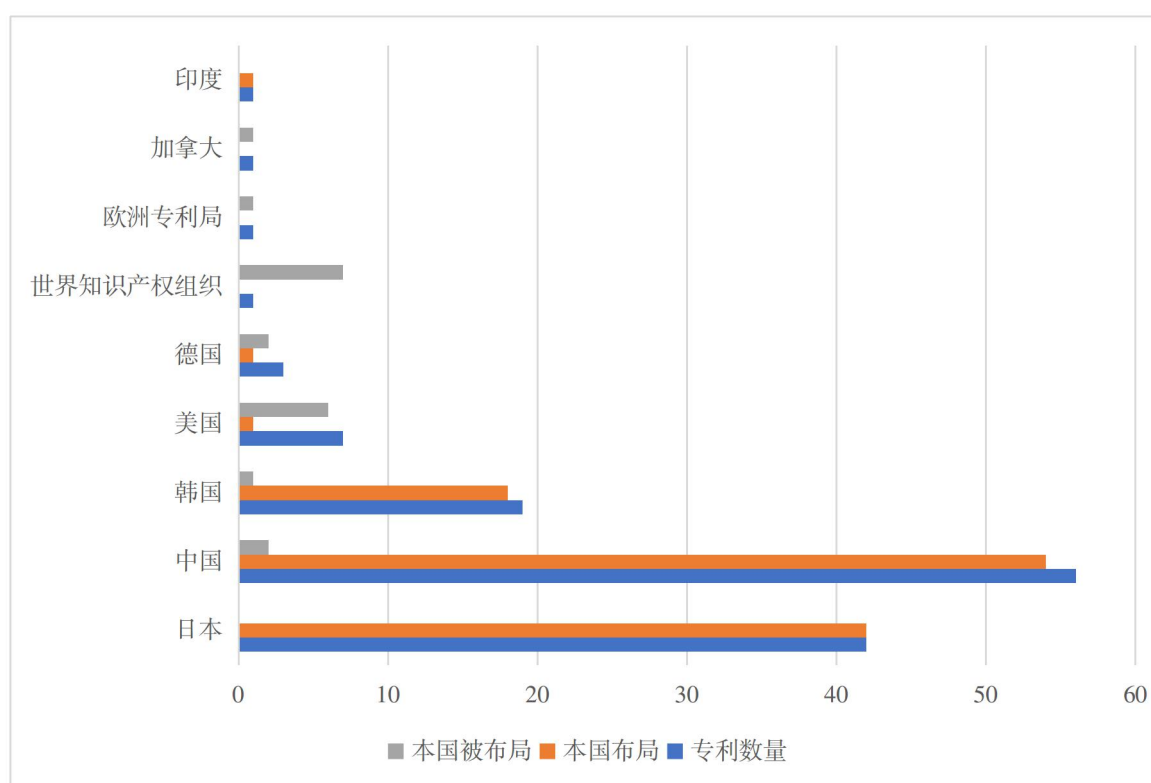


图 6-16 燃料电池寿命与故障预测技术专利地域分布

进一步追踪燃料电池寿命与故障预测技术专利技术来源国分布，具体如下图所示：可以看到中国是主要技术研发核心，产出于中国申

请人的专利占比达 44.28%；其次 32.83%的专利技术产出于日本。

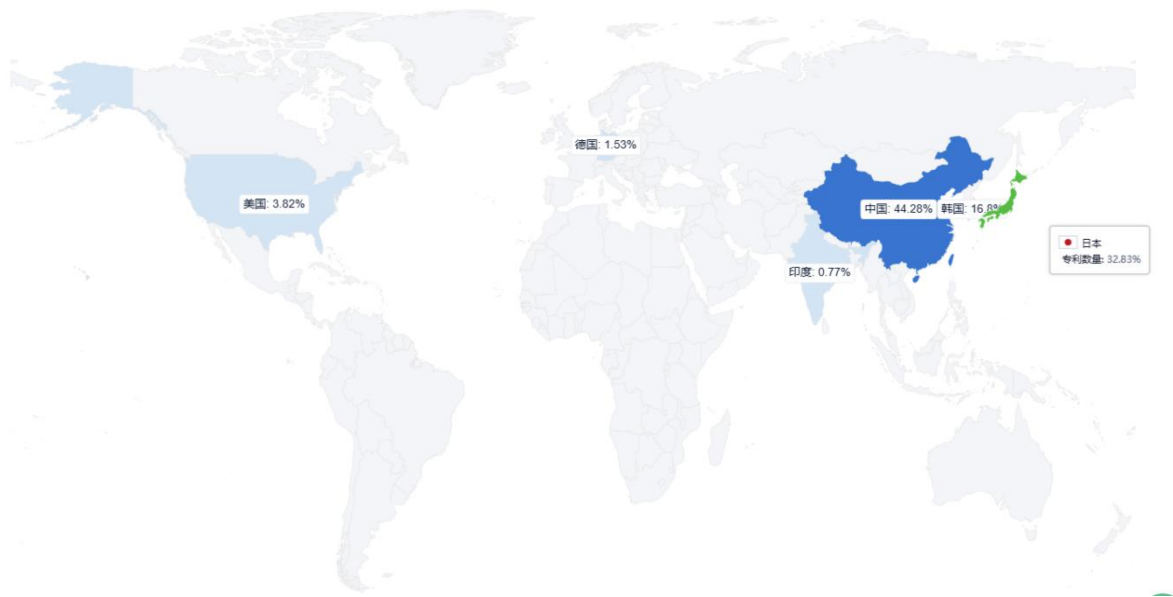


图 6-17 燃料电池寿命与故障预测技术专利来源国分布

对中国申请人竞争力、申请人类型以及技术研发中心进行剖析，可以得到如下燃料电池寿命与故障预测技术中国申请人排名及类型分布。从申请人类型来看，专利申请数量前两位均为企业性质市场主体，其中北京亿华通、上海捷氢气两家企业申请相关专利数量最多；其次是院校/研究所，中科院大连物理所和同济大学对该领域研究较多。

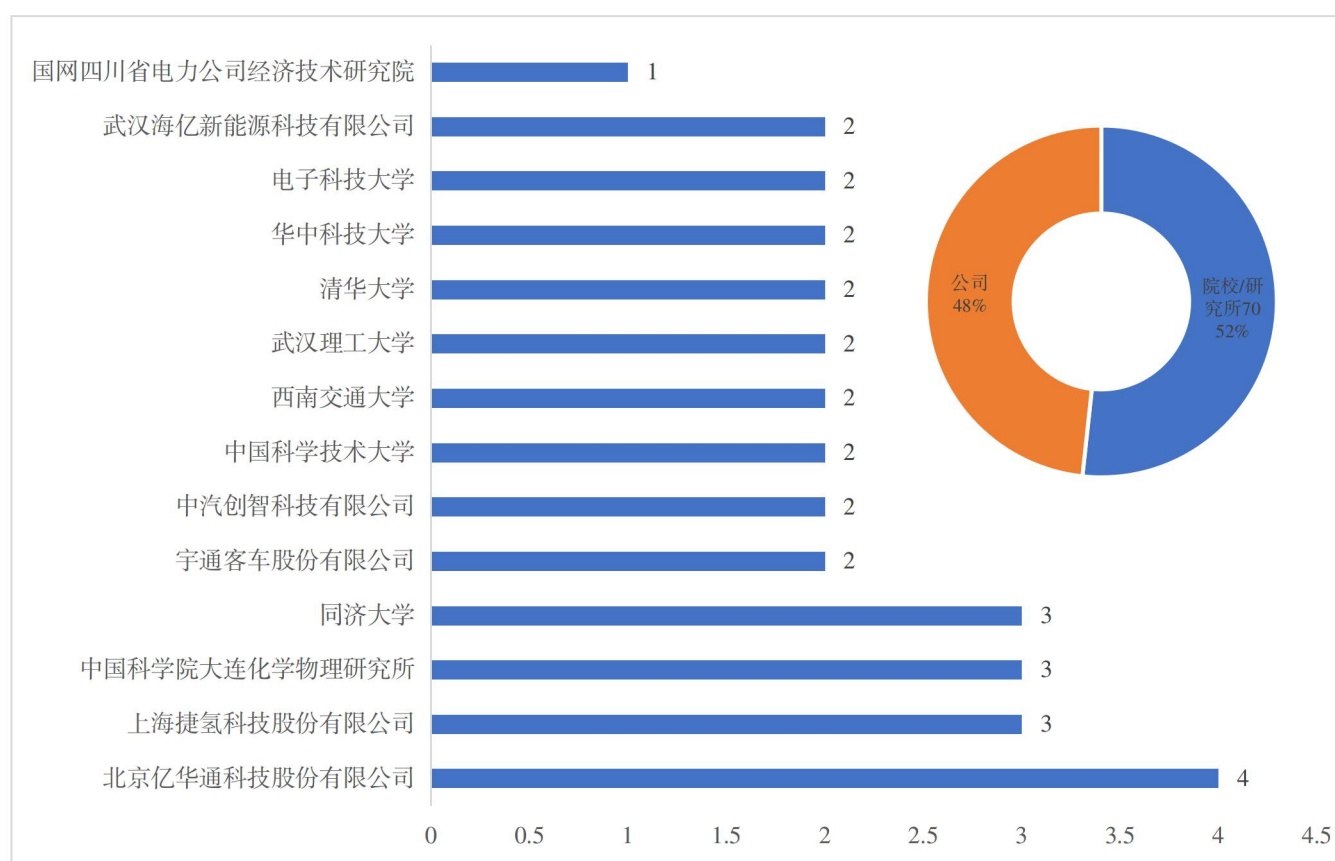


图 6-18 燃料电池寿命与故障预测技术专利国内主要申请人排名

燃料电池寿命与故障预测技术中国申请人来源分布从中国申请人省市分布来看，北京和湖北为主要技术和专利产出地，北京的核心申请人主要有北京亿华通科技股份有限公司；湖北的核心申请人主要有武汉理工大学、华中科技大学、武汉海亿新能源科技有限公司；四川专利申请数量位居第二，核心申请人有西南交通大学和电子科技大学；其他重要申请地区有广东、辽宁等。总体来看，国内燃料电池寿命与故障预测技术的研究仍处于发展阶段，产品化和技术应用度相对较低，应该加强企业与院校/研究所的产学研合作，推动技术发展和专利成果运用。

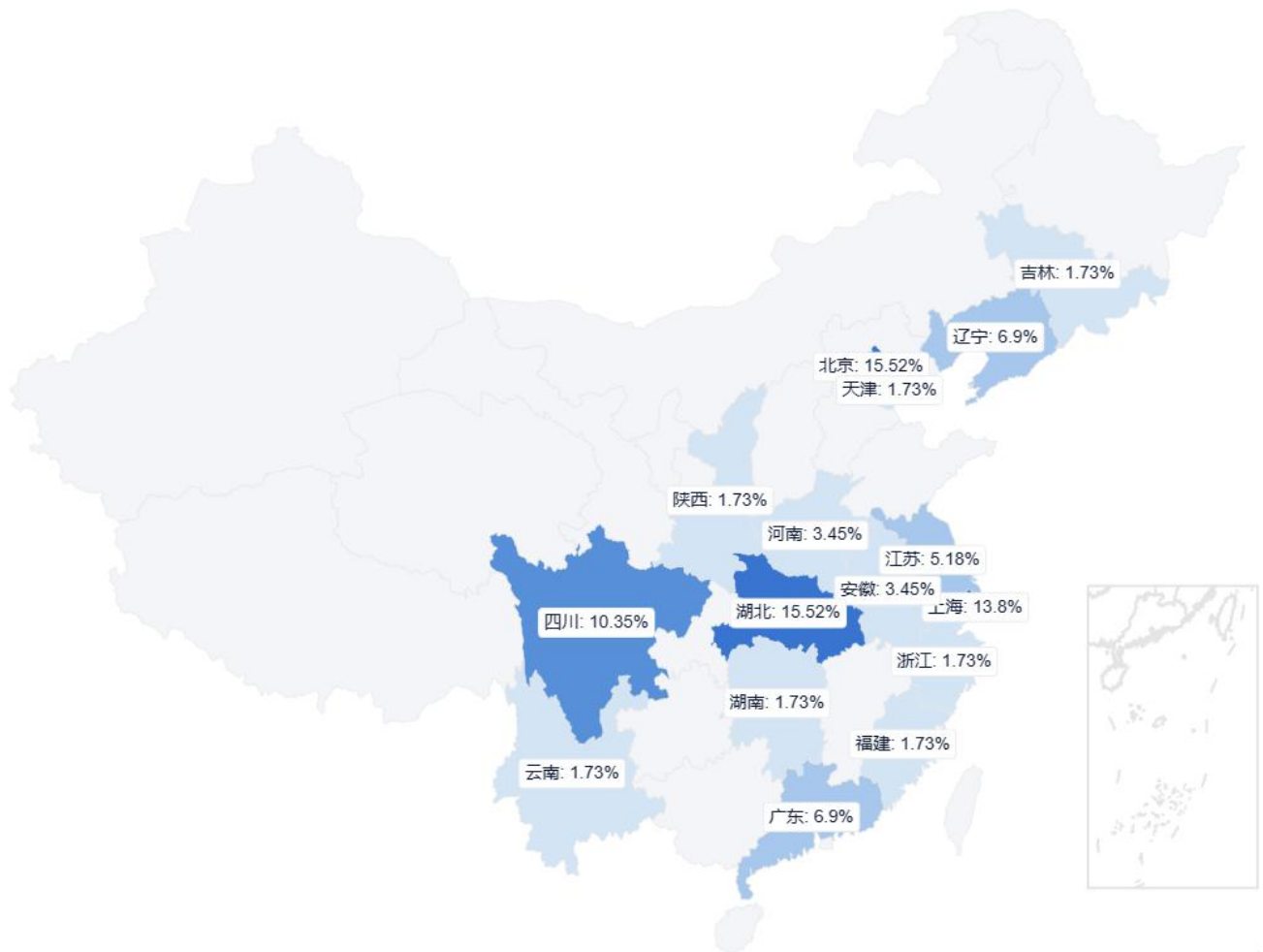


图 6-19 燃料电池寿命与故障预测技术专利国内主要申请人地域分布

6.2.3 专利申请人分析

(1) 主要专利权人排名

燃料电池寿命与故障预测技术申请人排名如下图：松下电器产业株式会社专利申请量居于首位，共计有 10 件相关专利申请；现代自动车株式会社位于二位，与首位差距较小，属于第一梯队；丰田自动车株式会社、通用汽车环球科技运作有限责任公司、北京亿华通科技股

份有限公司、지엘홀딩스주식회사位于第二梯队，与前列申请人之间有一定的专利积累差距；整体看来，前十申请人以企业为主，尤其在外国，更加重视专利技术运用和实施。

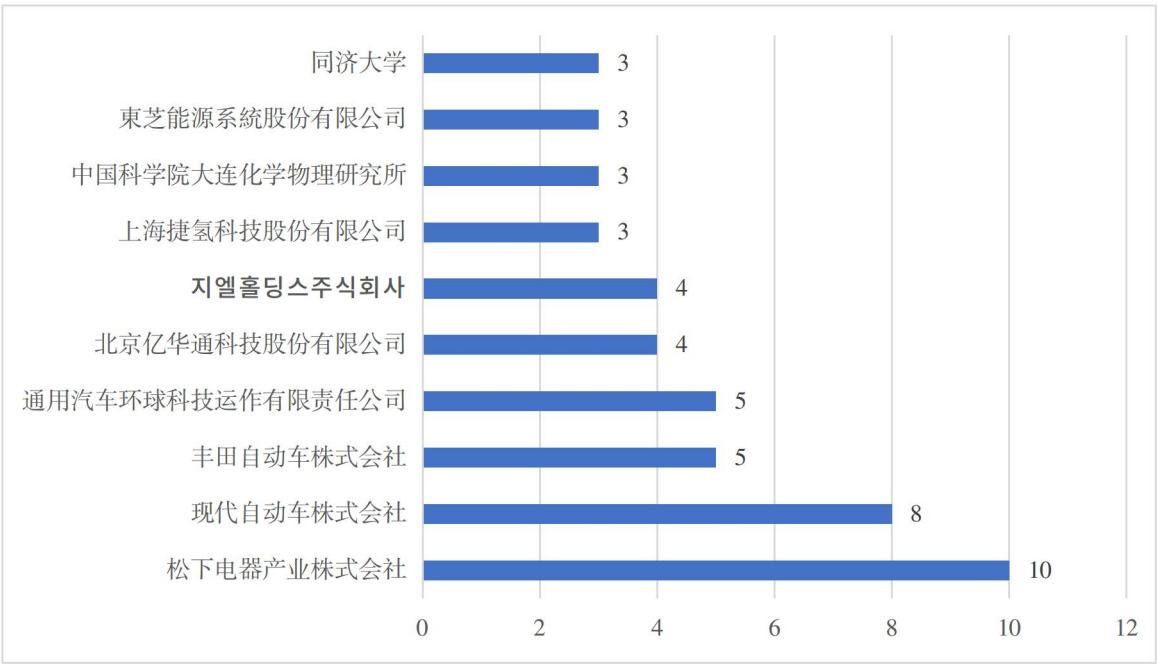


图 6-20 燃料电池寿命与故障预测技术主要申请人排名

(2) 重要申请人申请趋势

基于上述申请人排名，选择松下电器产业株式会社、现代汽车株式会社、丰田汽车株式会社、通用汽车环球科技运作有限责任公司作为重要申请人分析其申请趋势，如下图所示：

松下电器技术发展起步早，在 2002 年便有一定数量的专利申请，但近年来没有申请相关专利，可以判断其研发投入开始减小，可不做关注；现代和丰田近年来都有相关领域的专利产出，说明其对该技术有一定的研发投入，可持续跟进其研究及专利布局动态。

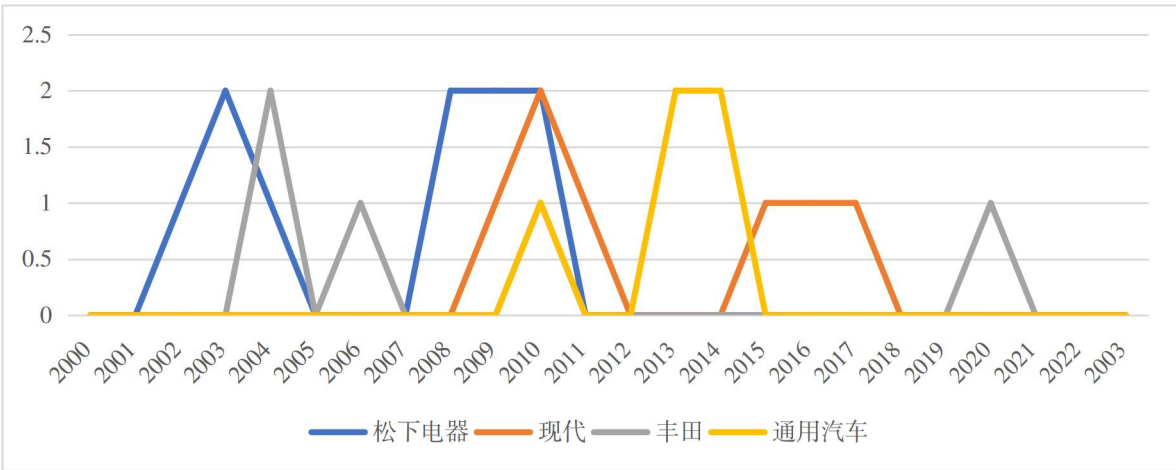


图 6-21 燃料电池寿命与故障预测技术专利主要申请人申请趋势

(3) 重要申请人法律状态

燃料电池寿命与故障预测技术重要申请人法律状态分布如下图：

现代和丰田有效专利和审中专利占比高，可见其专利创新度和技术先进性较高；松下和通用汽车失效专利占比高，多为已超过保护期限早期申请专利，储备有效专利较少，专利市场影响力有限，竞争力较弱。

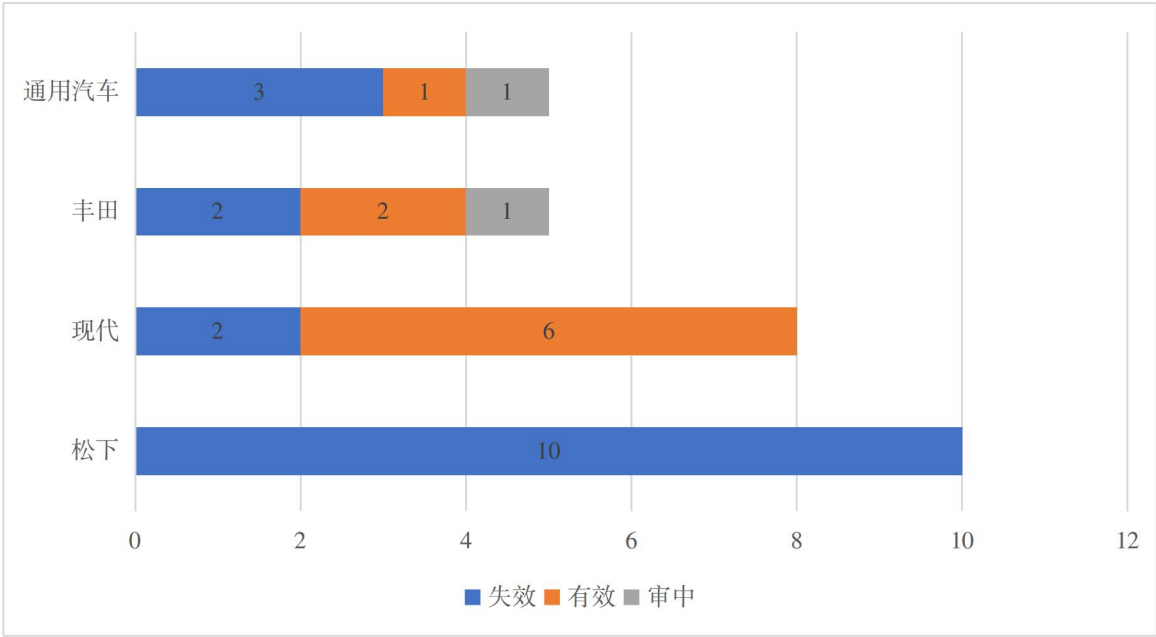


图 6-22 燃料电池寿命与故障预测技术专利主要申请人法律状态

（4）重要申请人申请国家地区

燃料电池寿命与故障预测技术重要申请人申请国家分布如下图所示：松下和丰田专利布局于日本，海外布局薄弱；现代和通用汽车则在海外区域有一定专利布局，但数量较少。

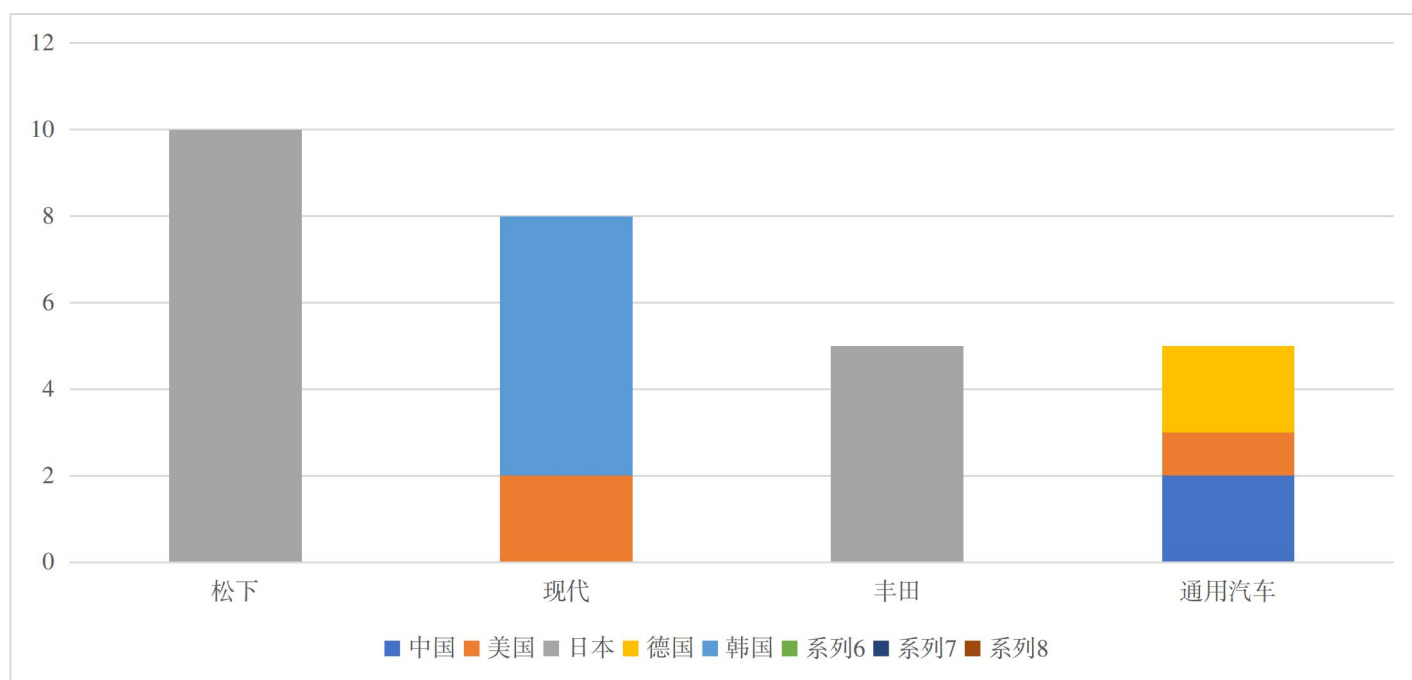


图 6-23 燃料电池寿命与故障预测技术专利主要申请人申请地域

（5）重要申请人技术分布

可以看出四家企业技术发展都涉及到多个领域，松下、丰田、现代都对寿命的预测有较多的研究；除此之外，松下对水及水汽的故障预测有一定研究，而现代则对温度的故障预测有更多的研究，通用汽车的研究虽然涉及多个领域，但是每个领域的技术产出都较少。



图 6-24 燃料电池寿命与故障预测技术专利主要申请人技术分支

6.2.4 专利法律状态分析

燃料电池寿命与故障预测技术专利法律状态分布如下图：整体看来该技术有效和审查中专利占比高，专利维持力度大，技术生命周期较长，尤其近年来审中专利较多，可见该技术领域处于创新高度活跃期，属于研究的热点方向。PCT 专利申请较少，技术输出和产品出口意愿相对较低。

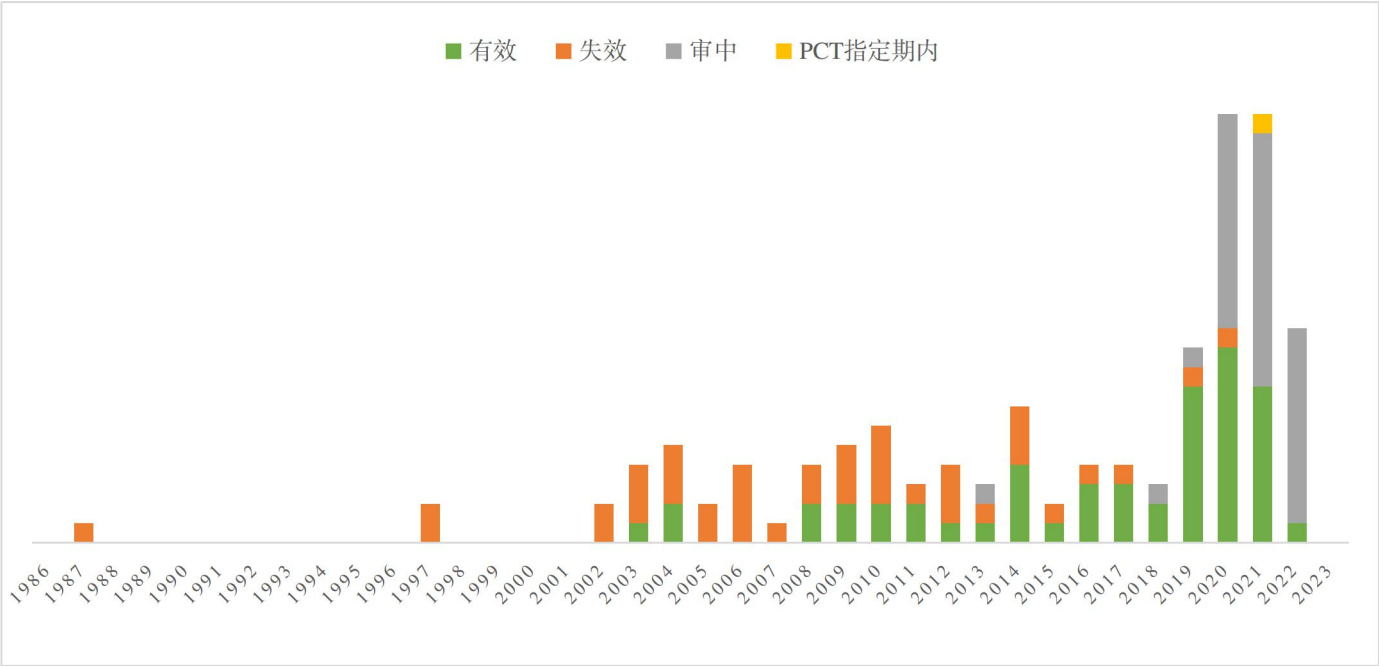


图 6-25 燃料电池寿命与故障预测技术专利法律状态

6.2.5 技术分类统计分析

燃料电池寿命与故障预测技术分布如下图所示：目前，针对寿命的预测是研发的重点，除此之外，对于电池系统整体和电压输入输出的故障预测也有较多研究；而对于吹扫设备的故障预测、模型建立预测故障等几个领域则存在较大空白。

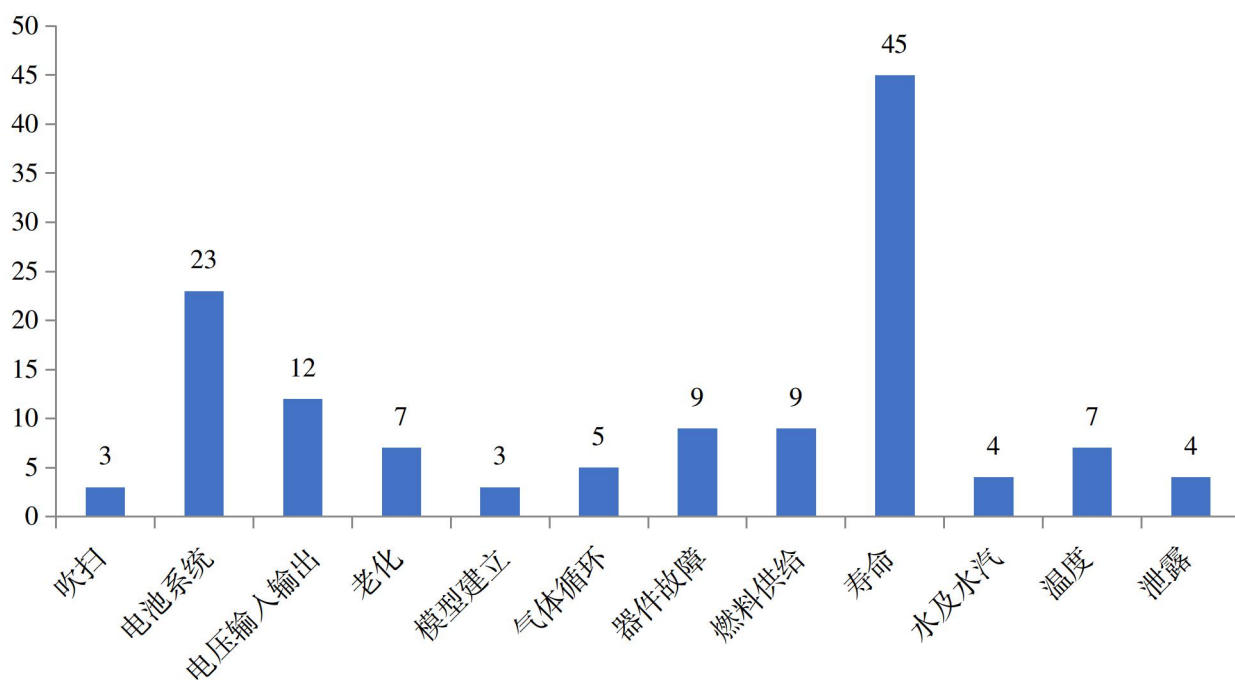


图 6-26 燃料电池寿命与故障预测技术专利技术分支

6.2.6 技术功效分析

寿命与故障预测的技术功效分布如下图所示：所有技术分支都比较关注预测的准确性；其中，寿命的预测也比较关注预测的复杂性降低和成本问题，电池系统则对预测的性能和效率有一定关注；器件故障的预测对安全性有较多研究；气体循环故障的预测也对效率有所研究；其余各分支虽对其他功效有所研究，但专利数量目前较少。

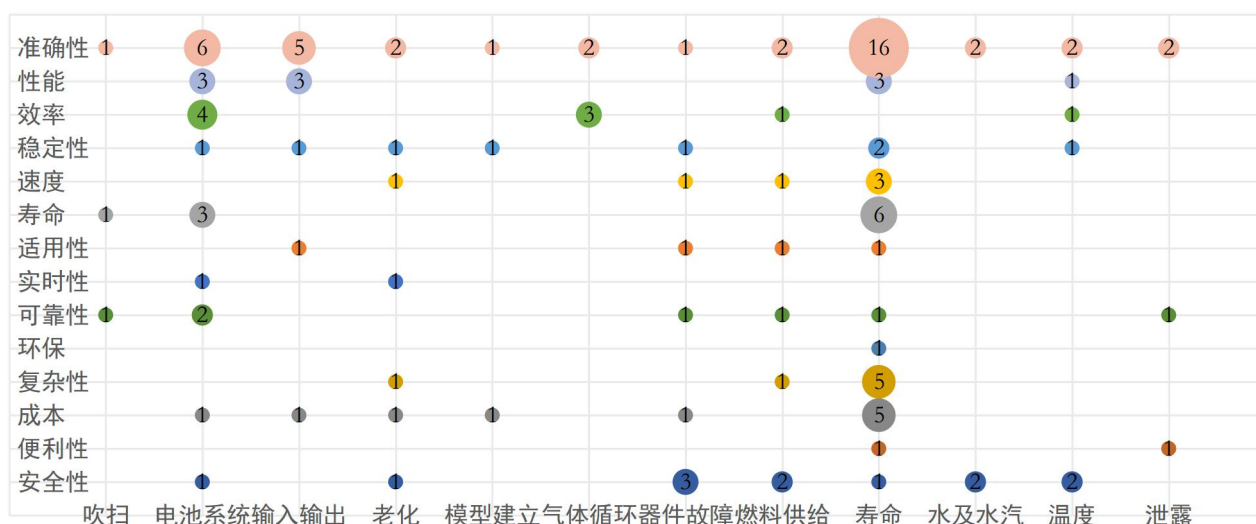


图 6-27 寿命与故障预测技术技术功效分布

6.2.7 专利技术路线分析

技术路线分析通过梳理每个时间段相关专利主要保护的技术点，全面了解该段时间出现的新的技术方向和已有技术方向在该段时间内是否有新的技术方案产生，从而判断不同技术点出现于技术发展周期的何种阶段以及该技术点是否随时间不断进行研发改进，是否属于研发持续投入的技术方向。代表该时间段某一技术点的专利的选择主要依据该专利同族数量、被引次数多、或重点申请人高关联专利寿命与故障预测技术发展路线如下图所示，从图中可以看到：

对于吹扫系统的故障预测和通过建立模型进行故障预测的技术出现较晚，近几年才有少量专利的产生。

针对电压输入输出的故障预测则在 2003 年出现了相关专利申请，可以预测设备性能的恶化程度，在 2014 年出现了预测燃料电池极化曲线的方法，随着深度学习的发展，在近年来也出现了将深度学习应用

于燃料电池故障预测中。

对燃料电池老化的故障预测最早有通过固体高分子电解质膜的应力-应变曲线预测交换膜的使用期限，近年来则出现了建立模型来预测电池的老化程度。

气体循环、燃料供给的故障预测早年是通过传感器采集数据分析预测其故障，而近年来则引入了深度学习、神经网络等技术，进一步提高了预测的准确性和效率。

对于温度的故障预测，早年也是通过采集数据分析进行预测，而在之后出现了使用混合模型的方式来预测故障，其分析考虑的影响因素更多，结果更准确。

对于泄露的故障检测则主要采用传感器数据采集并分析的方式，但随着技术的发展，近年来的相关技术准确性更高，并且可以精准判断微小的泄露问题。

年份	2000 前	2000-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020	2021-至今
吹扫						CN101010101A 一种燃料电池系统的吹扫方法
电池系统		JP4830252B2 燃料电池维修作业处理系统	CN201374016Y 质子交换膜燃料电池的智能综合优化监测与控制器	DE102014102814B4 用于预测燃料电池系统中的极化曲线的系统和方法	CN110112442B 一种燃料电池系统控制方法及装置	KR1020150012351A 燃料电池系统
电压输入输出		JP2006194458A 异常判定装置及燃料电池系统	CN102034995B 利用燃料电池堆的电池电压预测来改进燃料电池系统性能的方法		JP7026069B2 船用燃料电池系统和船舶	KR1020150012351A 燃料电池系统
老化			JP5504932B2 燃料电池用固体高分子电解质膜的机械劣化抑制方法		KR101827156B1 燃料电池系统劣化预测方法	CN101010101A 一种燃料电池系统的吹扫方法

年份	2000 前	2000-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020	2021-至今
模型建立			化预测方法及劣化预测装置			CN101016524B 一种膜燃料电池的系统方法
气体循环		JP4432312B2 燃料电池装置		CN202930480U 一种车用燃料电池空气供给装置	CN110165248B 燃料电池发动机空气供给系统容错控制方法	
器件故障		JP2007173158A 燃料电池系统		DE102013221400A1 燃料电池供电系统中的预测性阴极压缩机速度控制		CN101016524B 一种燃料电池发动机的度作信号测力
燃料供给		JP2004362856A 燃料电池与脱硫剂交换系统	JP2008041301A 燃料电池系统液体原燃料供给系统	KR101315764B1 燃料电池供氢系统故障诊断方法	CN110335646B 基于深度学习-预测控制的车用燃料电池过氢比控制	CN101016524B 一种燃料电池自里利

年份	2000 前	2000-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020	2021-2025
寿命	JP1989122570A 燃料电池寿命 预测方法	JP2006024437A 估计燃料电池 系统使用寿命 的方法和操作 燃料电池系统 的方法	JP2010033934A 燃料电池控制 器	US20160068077A1 用于燃料电池空气 过滤器寿命预测的 系统和方法	US20180375130A1 用于预测燃料电 池寿命的装置和 方法以及具有该 装置和车辆系统	CN110000000A 一种燃料电池寿 命预测方法
温度		JP2006147452A 燃料电池系统	KR101619531B1 用于预测燃料 电池系统冷却 剂温度的装置 和方法	US10108759B2 使 用混合模型优化燃 料电池运行条件 的方法		CN109000000A 一种燃料电池 燃料系统温度 控制方法
泄露		JP4404584B2 燃料电池系统		JP2012174397A 聚 合物电解质燃料电 池寿命预测方法及 使用其的聚合物电 解质燃料电池发电 系统		CN108000000A 一种汽车燃料 系统泄露检测 方法及装置

图 6-28 寿命与故障预测技术技术路线图

6.3 重点技术分析——可逆衰减恢复技术

6.3.1 专利申请趋势分析

燃料电池可逆衰减恢复技术专利申请趋势如下图所示：可以看到相关技术最早出现于2003年，2015年之前整体处于技术发展萌芽阶段。2015年之后年度专利申请整体呈增长趋势，近年来仍未出现明显回落，表明该技术分支仍处于发展阶段，尚未进入成熟期。从国内外专利申请趋势来看，2015年之后国内专利申请量明显增加，说明中国是该技术的主要目标市场。近两年专利申请趋势有所下降，但专利公开和专利申请相比有一定滞后，一般发明专利在申请后3~18个月公开，实用新型专利和外观设计专利在申请后1~15个月公开，因此2021年以后专利量回落是因为部分申请的专利还未公开的缘故。

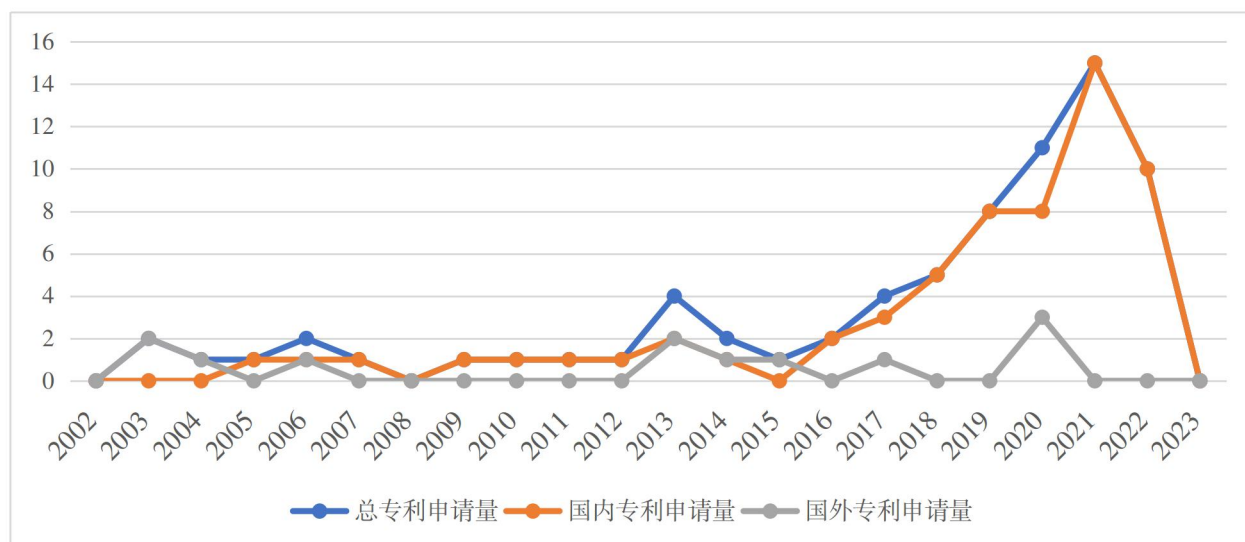


图 6-29 燃料电池可逆衰减恢复技术专利申请趋势

6.3.2 专利申请地域分析

燃料电池可逆衰减恢复技术专利申请国家分布如下图所示：可以看到中国是主要专利申请目标国家，其中主要为国内申请人在本国进行的布局，国外申请人在日申请专利很少。其他国家相关专利布局较少。综合来看，燃料电池可逆衰减恢复技术主要目标市场中国以本国专利布局为主，相关技术在国外的实施情形较少，不适合进行海外布局。

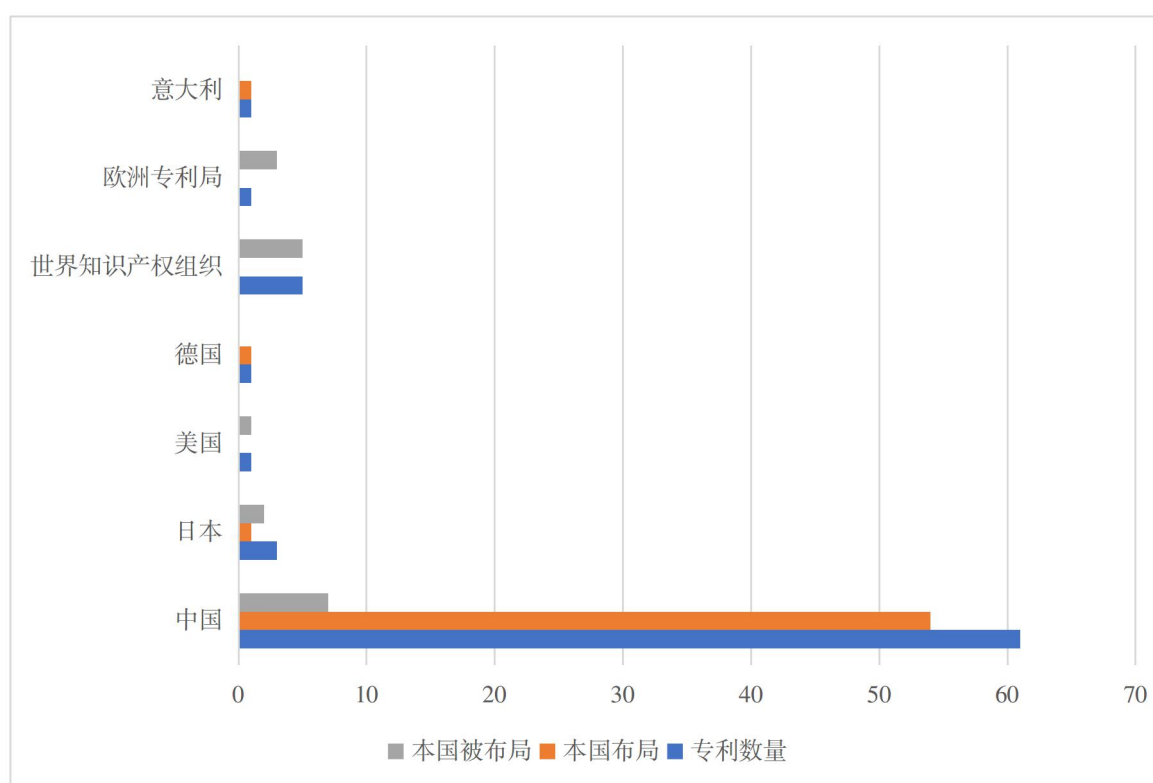


图 6-30 燃料电池可逆衰减恢复技术专利申请地域分布

进一步追踪燃料电池可逆衰减恢复技术专利技术来源国分布，具体如下图所示：可以看到中国是主要技术研发核心，产出于中国申请人的专利占比达 76.72%；其次 6.85%的专利技术产出于美国。

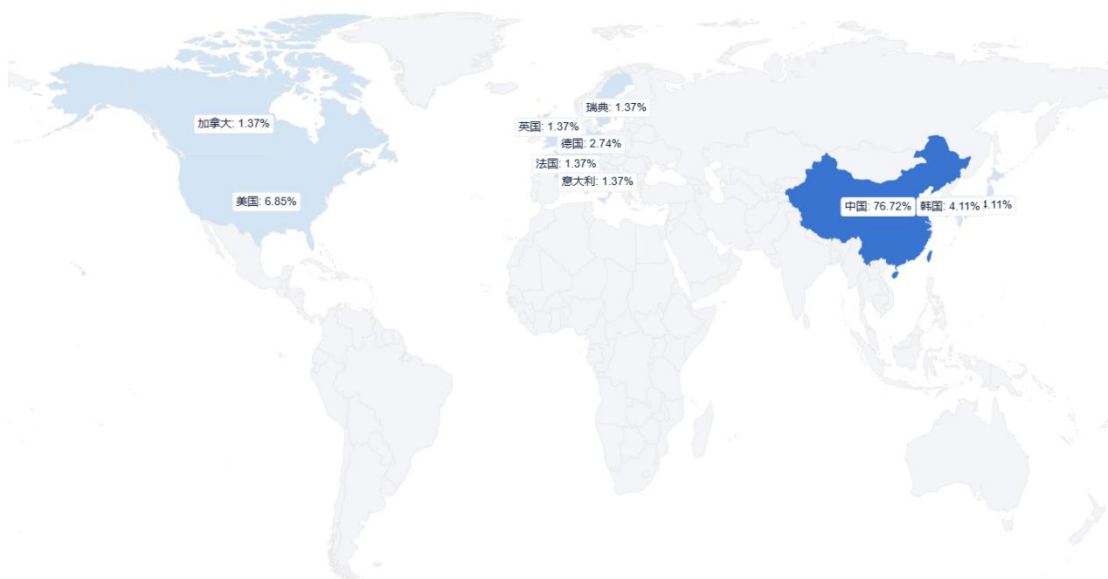


图 6-31 燃料电池可逆衰减恢复技术专利来源国分布

对中国申请人竞争力、申请人类型以及技术研发中心进行剖析，可以得到如下燃料电池可逆衰减恢复技术中国申请人排名及类型分布。从申请人类型来看，专利申请数量前几位包括高校、企业、研究所等，说明各个主体对该领域均有一定研究，企业性质市场主体中，北京亿华通、新源动力、中国一汽三家企业申请相关专利数量最多；高校院所中，中科院大连化学物理所、武汉理工大学、清华大学、同济大学对该领域研究较多。

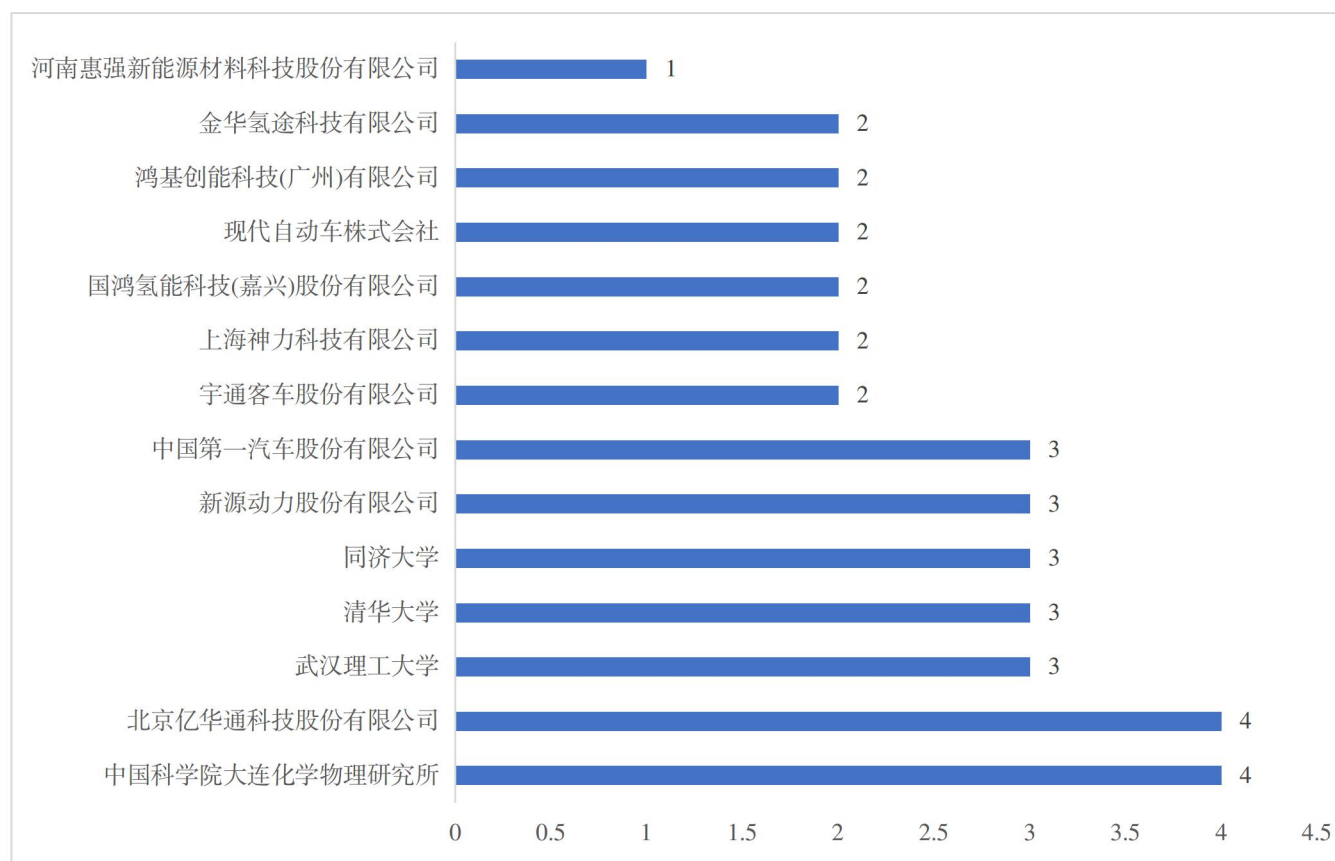


图 6-32 燃料电池可逆衰减恢复技术专利国内主要申请人排名

燃料电池可逆衰减恢复技术中国申请人来源分布从中国申请人省市分布来看，北京为主要技术和专利产出地，主要来自于核心申请人为清华大学；上海专利申请数量位居第二，核心申请人有同济大学和上海神力科技有限公司；其他重要申请地区有辽宁、湖北、浙江等。总体来看，国内燃料电池可逆衰减恢复技术的研究仍处于发展阶段，产品化和技术应用度相对较低，应该加强企业与院校/研究所的产学研合作，推动技术发展和专利成果运用。

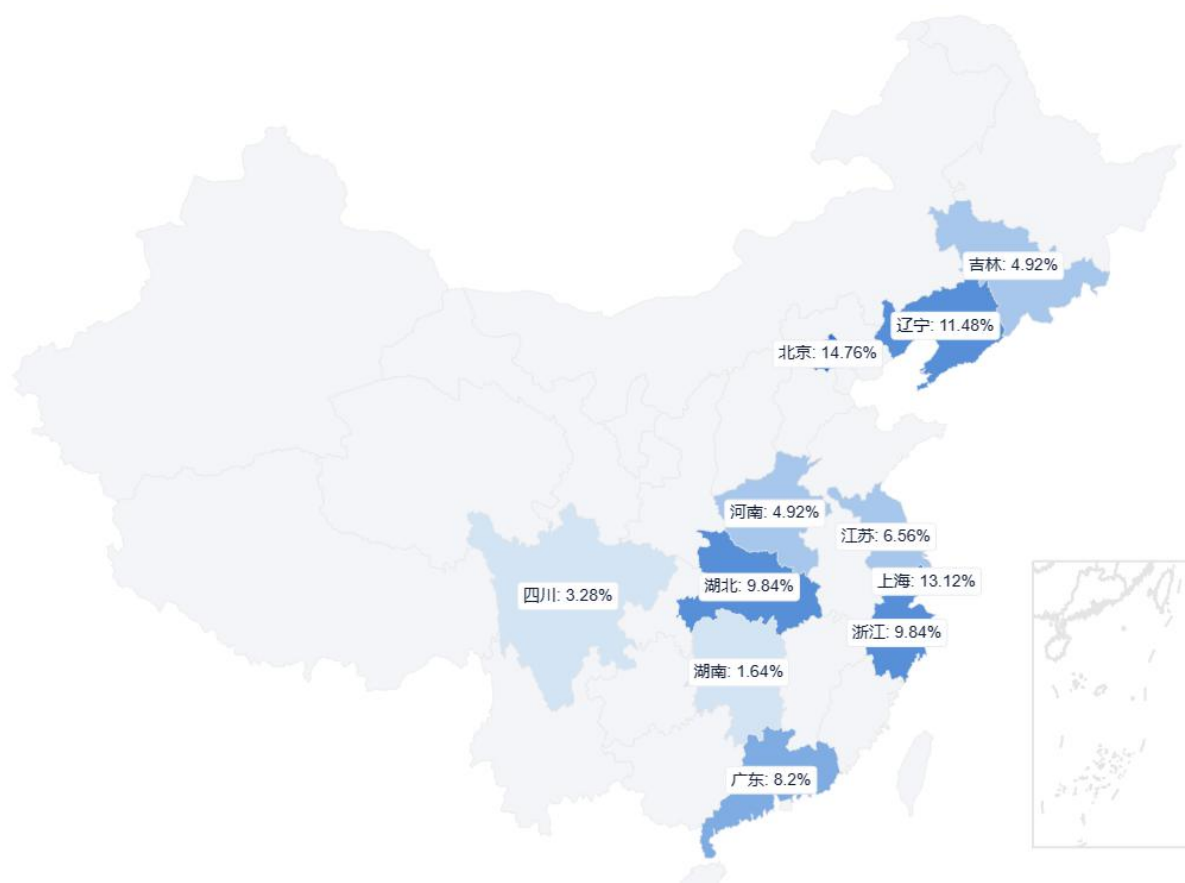


图 6-33 燃料电池可逆衰减恢复技术专利国内主要申请人地域分布

6.3.3 专利申请人分析

(1) 主要专利权人排名

燃料电池可逆衰减恢复技术申请人排名如下图：中国科学院大连化学物理研究所和北京亿华通科技股份有限公司专利申请量居于首位，均有 4 件相关专利申请；武汉理工大学、清华大学、同济大学、新源动力股份有限公司、中国第一汽车股份有限公司位于二位，与首位差距较小，属于第一梯队；整体看来，前十申请人以企业为主，说明

比较重视专利技术运用和实施。

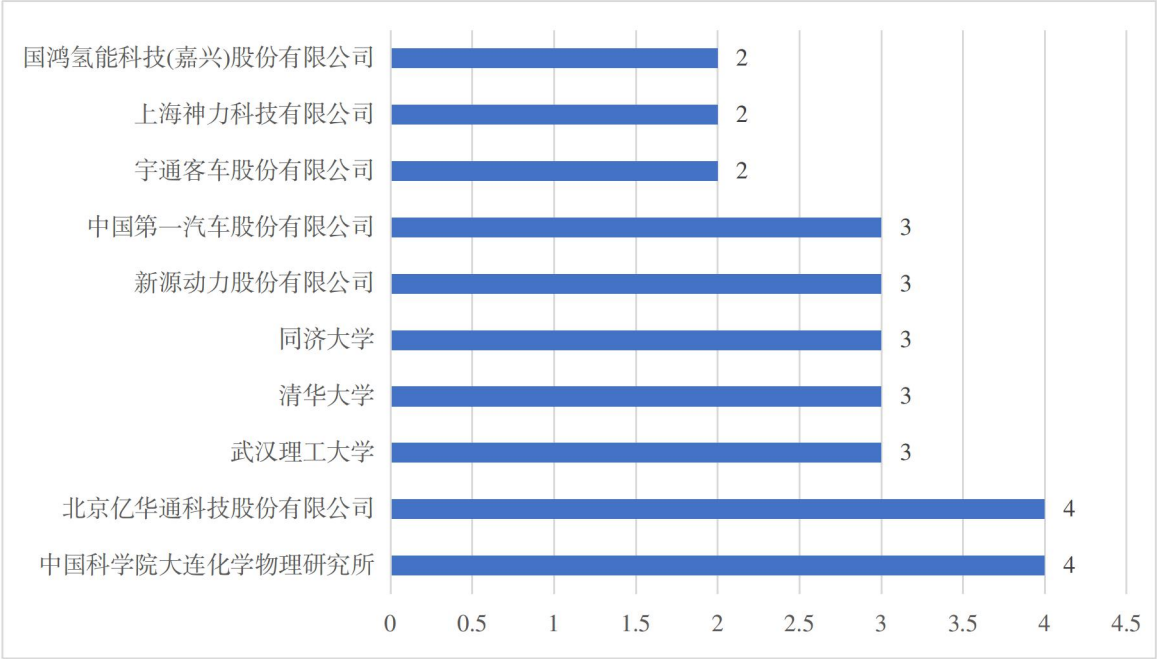


图 6-34 燃料电池可逆衰减恢复技术专利主要申请人排名

(2) 重要申请人申请趋势

基于上述申请人排名，选择中国科学院大连化学物理研究所和北京亿华通科技股份有限公司作为重要申请人分析其申请趋势，如下图所示：

中科院和北京亿华通技术发展起步都较晚，专利大多为近年申请，并且近年来有一定数量的专利申请，可见其在近年来对该技术有一定关注和研发投入，并且相关技术较为先进。

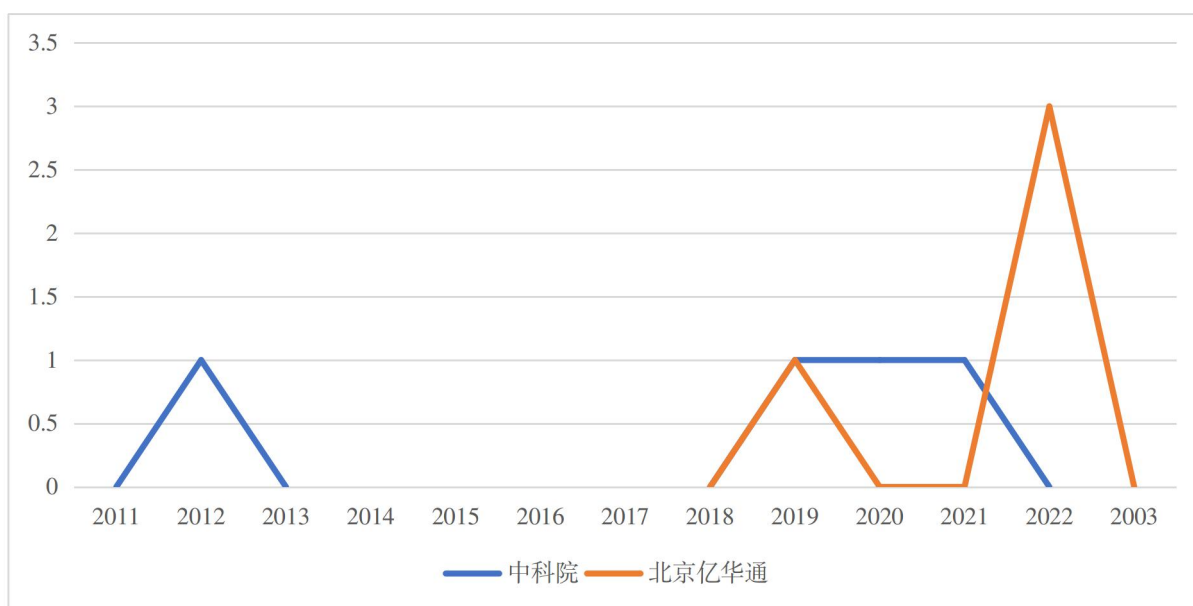


图 6-35 燃料电池可逆衰减恢复技术专利主要申请人申请趋势

(3) 重要申请人法律状态

燃料电池可逆衰减恢复技术重要申请人法律状态分布如下图：由于该技术较为先进，专利多数为审中状态。

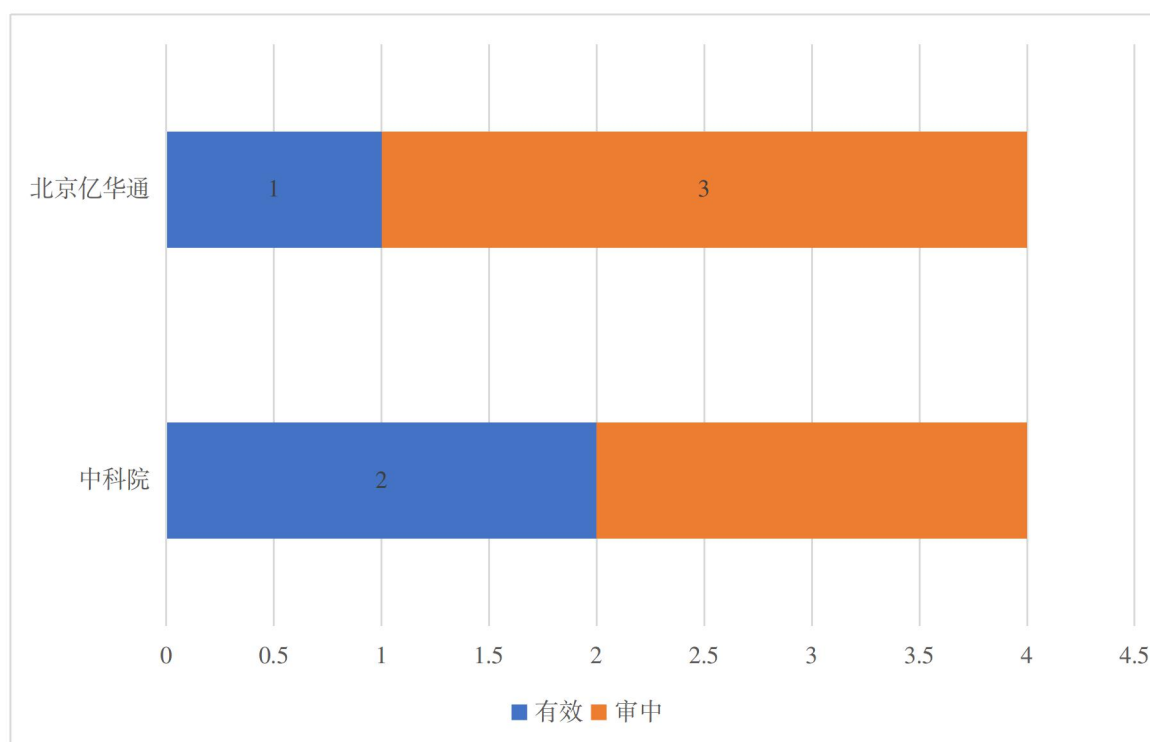


图 6-36 燃料电池可逆衰减恢复技术专利主要申请人法律状态

（4）重要申请人申请国家地区

燃料电池可逆衰减恢复技术重要申请人申请的 8 件专利申请国家均为中国，说明目前中国为该项技术的主要市场。

（5）重要申请人技术分布

可以看出北京亿华通技术发展都主要涉及性能恢复，但是有多种性能恢复的方式，中科院除了涉及性能恢复外，在减少损伤和寿命评价两个领域也都有专利申请。

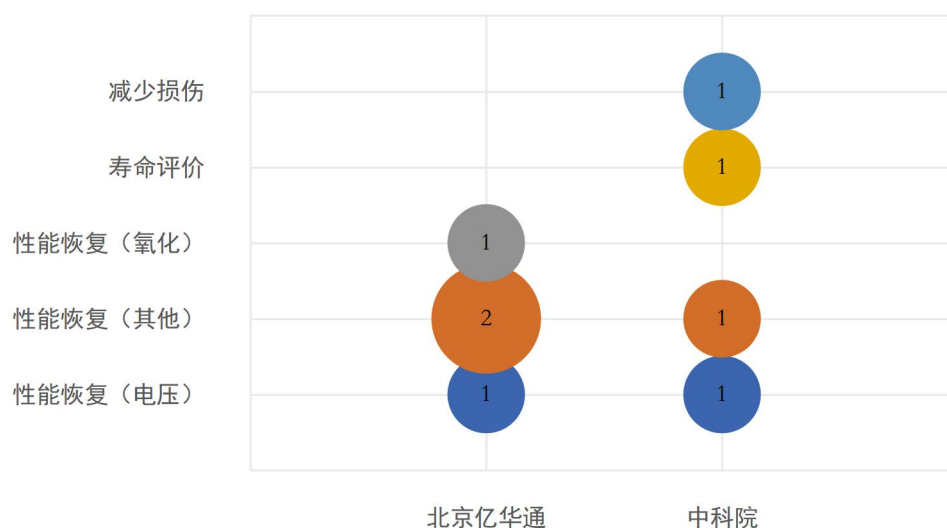


图 6-37 燃料电池可逆衰减恢复技术专利主要申请人技术分支

6.3.4 专利法律状态分析

燃料电池可逆衰减恢复技术专利法律状态分布如下图：整体看来该技术有效和审查中专利占比高，专利维持力度大，技术生命周期较长，尤其近年来审中专利较多，可见该技术领域处于创新高度活跃期，

属于研究的热点方向。PCT 专利申请较少，技术输出和产品出口意愿相对较低。

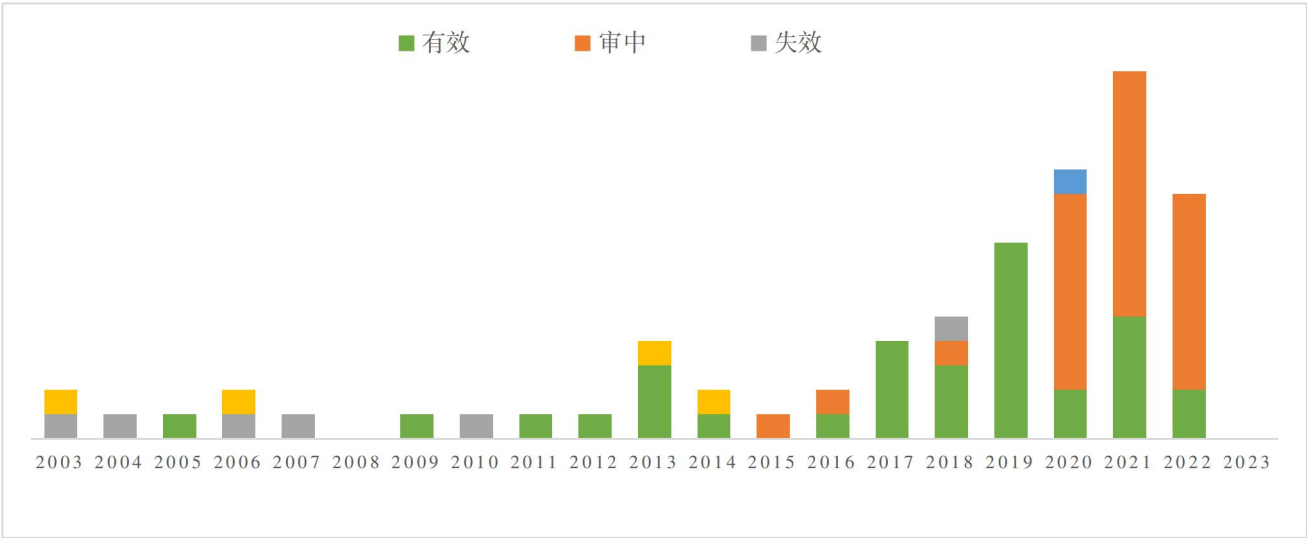


图 6-38 燃料电池可逆衰减恢复技术专利法律状态

6.3.5 技术分类统计分析

燃料电池可逆衰减恢复技术分布如下图所示：目前，减少损伤和寿命评价是相关技术的研发重点，除此之外，采用氧化、电压的方式使燃料电池性能恢复也有较多研究；而对于采用压力的方式进行燃料电池性能恢复则存在空白。

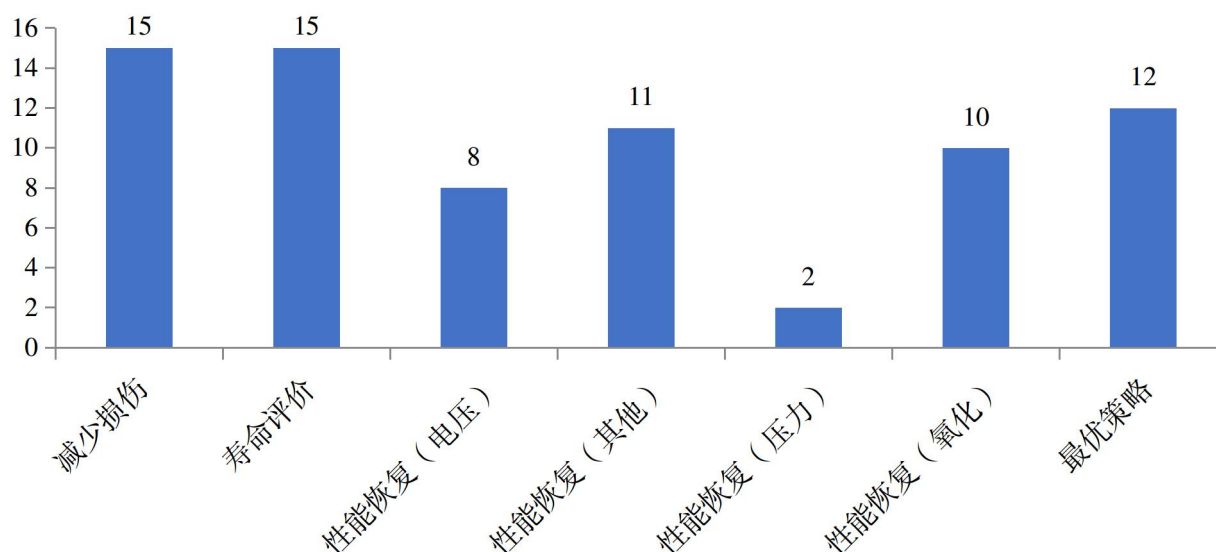


图 6-39 燃料电池可逆衰减恢复技术专利技术分支

6.3.6 技术功效分析

可逆衰减修复技术的技术功效分布如下图所示：减少损伤的相关技术主要关注效率的提高和燃料电池使用寿命，寿命评价相关技术则更关注评价的准确性，采用最优使用策略延长燃料电池寿命的技术更关注寿命和安全性；性能恢复的几种方法中，电压法侧重于速度、寿命和安全性，氧化法则更关注性能，压力法专利数量较少，主要研究性能和寿命，其他性能恢复的方法也都对寿命的研究较多。

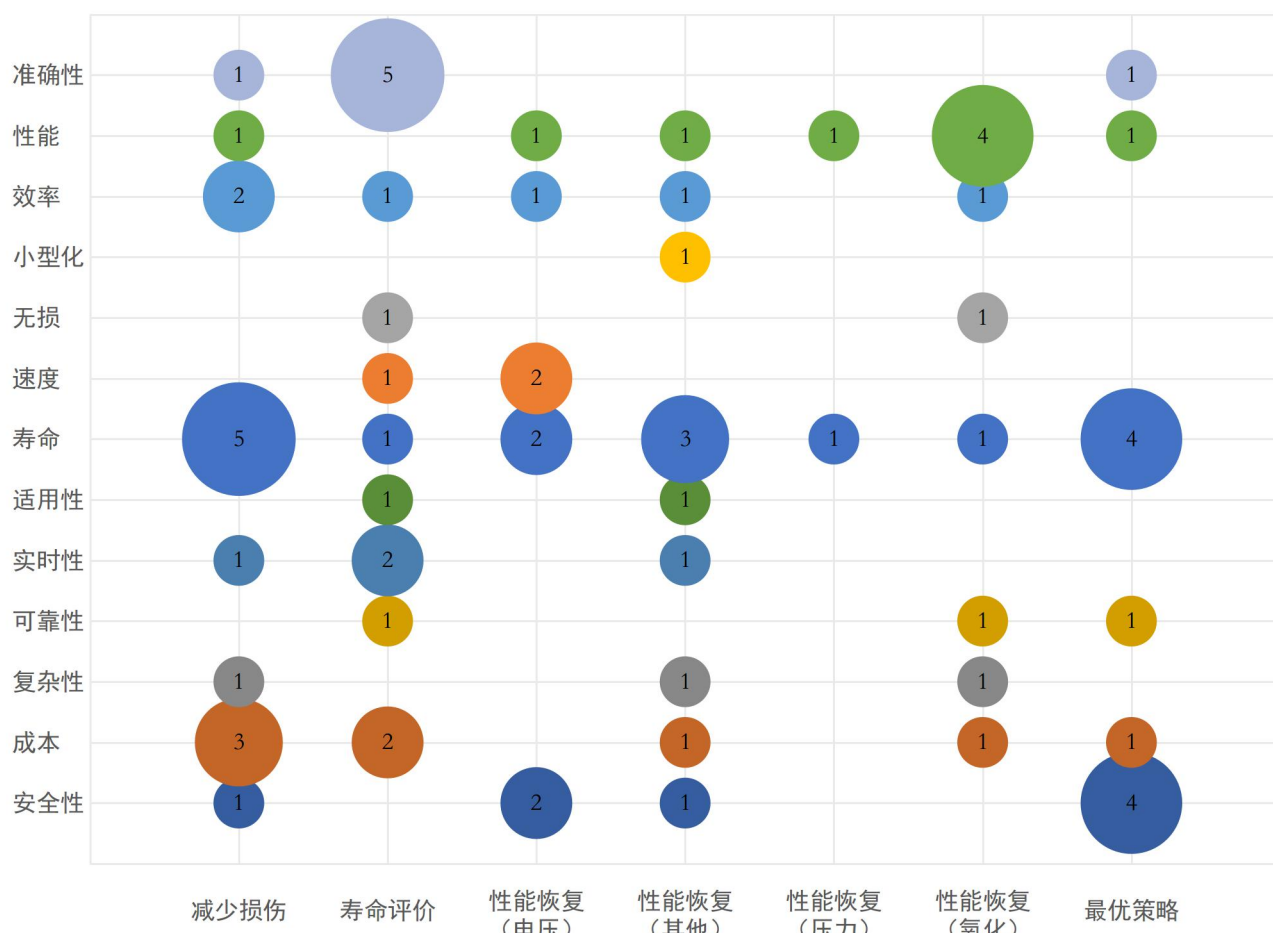


图 6-40 可逆衰减恢复技术功效分布

6.3.7 专利技术路线分析

技术路线分析通过梳理每个时间段相关专利主要保护的技术点，全面了解该段时间出现的新的技术方向和已有技术方向在该段时间内是否有新的技术方案产生，从而判断不同技术点出现于技术发展周期的何种阶段以及该技术点是否随时间不断进行研发改进，是否属于研发持续投入的技术方向。代表该时间段某一技术点的专利的选择主要依据该专利同族数量、被引次数多、或重点申请人高关联专利。可逆

衰减恢复技术发展路线如下图所示，从图中可以看到：

基于电压的方式对燃料电池进行性能恢复最早出现 2002 年，是通过外加电场的方式使燃料电池性能恢复，在此之后出现了一段时间的技术空白期，在近年来出现了应用降压- 升压循环的方式来进行燃料电池的活化。

基于氧化的方式对燃料电池进行性能恢复最早出现 2005 年，是通过氧化的方式使催化剂上附着的杂质脱落来实现燃料电池的性能恢复；在此之后，出现了通过在模电组件加入特殊的氧化物提升燃料电池的性能。

基于压力的方式对燃料电池进行性能恢复的技术出现于近几年，是通过改变电池中气体的压力来实现燃料电池的性能恢复。

同时，也出现了一些其他方式来恢复燃料电池的性能，如低温、负载、调整进入电池的气体和其他液体浓度等方式。

除此之外，也有通过减少燃料电池使用过程中的损伤、制定最优的使用方式的方法来使燃料电池性能的损伤降低，提升燃料电池的寿命。

年份	2000 前	2000-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020	2021-2025
减少损伤		ITMI2003001972A1 长期稳定运行的膜燃料电池	CN102165637A 燃料电池系统和燃料电池系统的异常检测方法	CN103872360A 用于诊断燃料电池堆的故障的装置	CN107887609A 一种燃料电池防止阳极衰减的方法及阳极材料	WO202203600A1 一种燃料电池电堆功率率衰减实时预警方法
寿命评价			CN101144850A 燃料电池电压衰减快速测量方法及装置	DE102015225354A1 用于确定燃料电池装置的退化状态的方法、用于操作燃料电池装置的方法、控制单元、操作装置和计算机程序产品	CN108417868A 一种车用燃料电池使用寿命加速测试与分析方法	CN113657000A 一种燃料电池使用寿命预测方法
性能恢复（电压）		WO2004030118A2 燃料电池性能再生方法				CN113097500A 一种燃料电池电堆快速活化方法
性能恢复（其他）			WO2007024390A1 燃料电池再生	CN103855415A 一种直接醇类燃料电池经历低温后的性能恢复方法	CN108390078A 一种恢复燃料电池电堆性能的方法及装置	CN114665100A 一种长寿命燃料电池电堆及其控制方法

年份	2000 前	2000-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020	2021-2025
性能恢复 (压力)					CN107256976A 一种质子交换膜燃料电池性能提高策略	CN113097511A 一种燃料电池性能恢复方法
性能恢复 (氧化)		CN1992412A 一种使毒化的质子交换膜燃料电池性能恢复的方法	CN101826622A 一种通过添加氧化还原穿梭电对提高燃料电池寿命的方法	CN103270631A 用于 PEM 燃料电池的改进型膜电极组件	CN109768306A 一种燃料电池电堆可逆电压降快速在线恢复的方法	CN113745511A 一种燃料电池电堆中膜电极的处理方法
最优策略				CN103199281A 用以提高燃料电池系统寿命的备用模式的自适应限制	CN107154503A 一种可快速冷启动的长寿命燃料电池电堆模块	CN114944511A 一种延长固体氧化物燃料电池系统寿命的方法

图 6-41 可逆衰减恢复技术技术路线图

6.4 各重点申请人对比

6.4.1 重点申请人申请趋势对比分析

基于上述分析，选择国内和海外专利申请量前三的申请人作为重要申请人分析其申请趋势，如下图所示：

可见，丰田是这些申请人中相关技术研究起步最早的，在 2002 年就已经产生了相关专利，并在之后产出了一定数量的专利，但在 2013 年之后，其专利申请量明显减少，说明其对相关技术的研发投入有所减少，但近年来仍有一定数量专利产出；现代在 2013-2018 年间产出了大量专利，但之后专利数量也有所减少，但从其专利申请趋势中推测，可能是由于其 2020 之后的部分专利还有部分专利未公开；现代凯菲克的专利申请集中于 2012-2015 年间，近年来没有专利产出；中国一汽和北京亿华通在近年来专利申请量明显处于领先地位，可见这两家企业相关技术的申请虽然出现较晚，但是近年来研发投入较多，产生了较多的新技术、新方案；宇通客车虽然近年来也有专利产出，但相对较少。

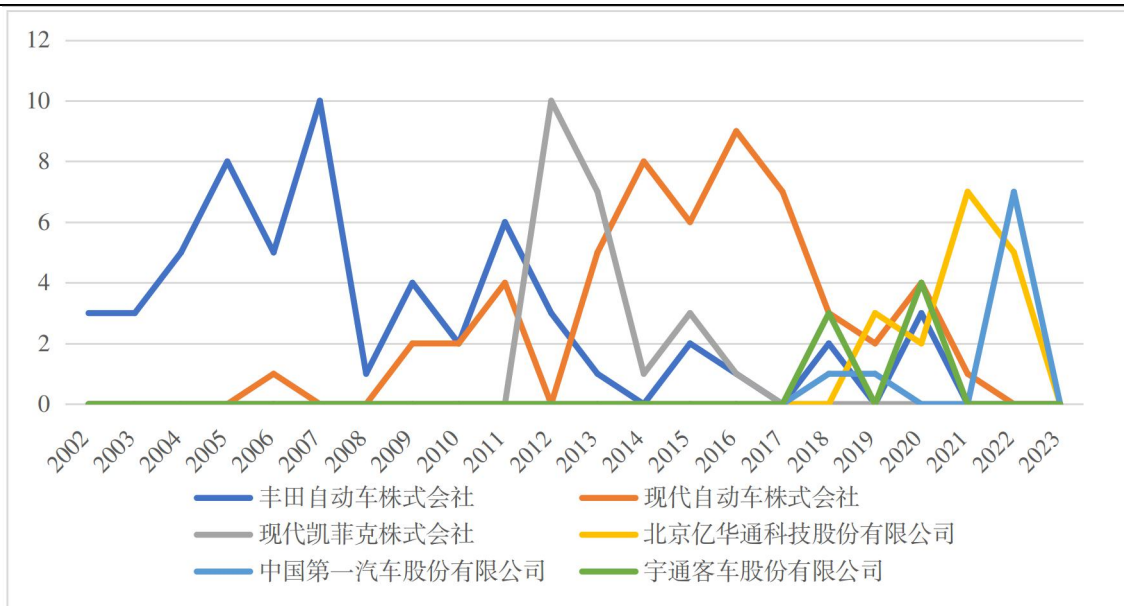


图 6-42 燃料电池长寿命技术专利重点申请人申请趋势

6.4.2 重点申请人专利类型对比分析

从重点申请人的专利类型来看，燃料电池长寿命技术的主要保护方式为授权发明，仅有少量专利申请的类型为实用新型。

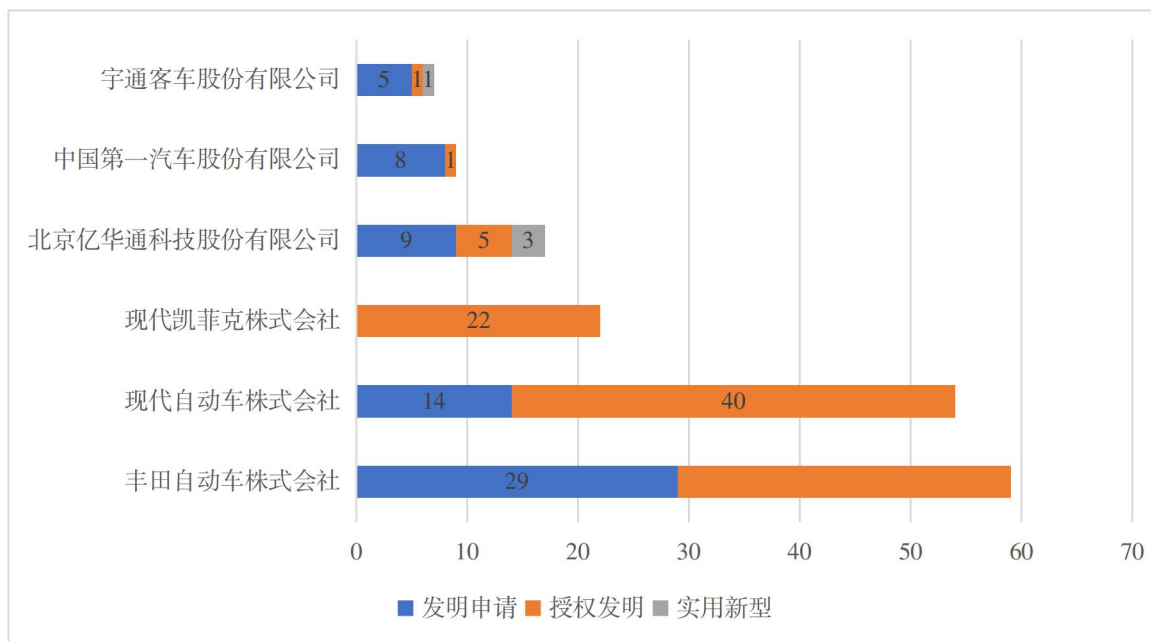


图 6-43 燃料电池长寿命技术专利重点申请人专利类型

6.4.3 重点申请人专利法律状态对比分析

燃料电池长寿命技术重点申请人法律状态分布如下图：现代、现代凯菲克和丰田有效专利占比高，可见其专利布局较全面，已经拥有了一定数量的专利基础，但是其审中专利较少，说明其创新度和技术先进性近年来有所欠缺；北京亿华通有一定数量的有效专利的同时，其也有一定数量的审中专利，说明其有一定技术基础的同时，也在积极的进行新技术研发；中国一汽和宇通客车的专利大部分处于审中状态，说明他们近年来对相关技术投入较高，产生了一定数量的新技术，创新度和技术先进性较高。

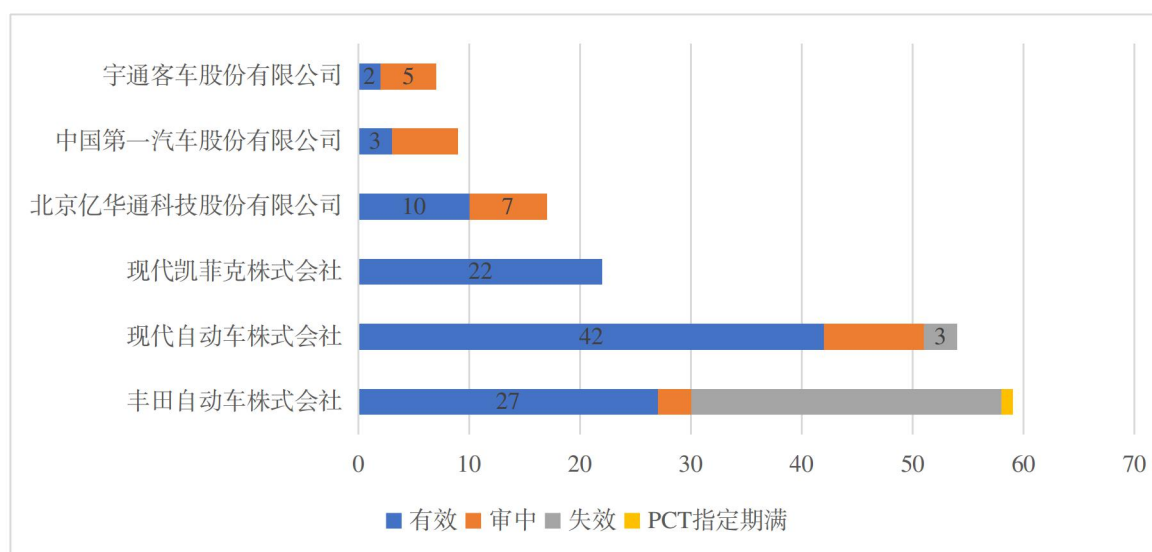


图 6-44 燃料电池长寿命技术专利重点申请人法律状态

6.4.4 重点申请人申请地域对比分析

燃料电池长寿命技术重点申请人申请地域分布如下图：现代、现代凯菲克和丰田都有一定数量的海外布局，其中，丰田海外布局专利

数量多，分布国家多，可见其十分重视专利的海外布局，对自身专利在海外的保护较全面。国内企业中，只有宇通客车对相关技术的专利进行了初步的海外布局，而北京亿华通和中国一汽还没有申请海外专利，未在其他国家进行专利保护。

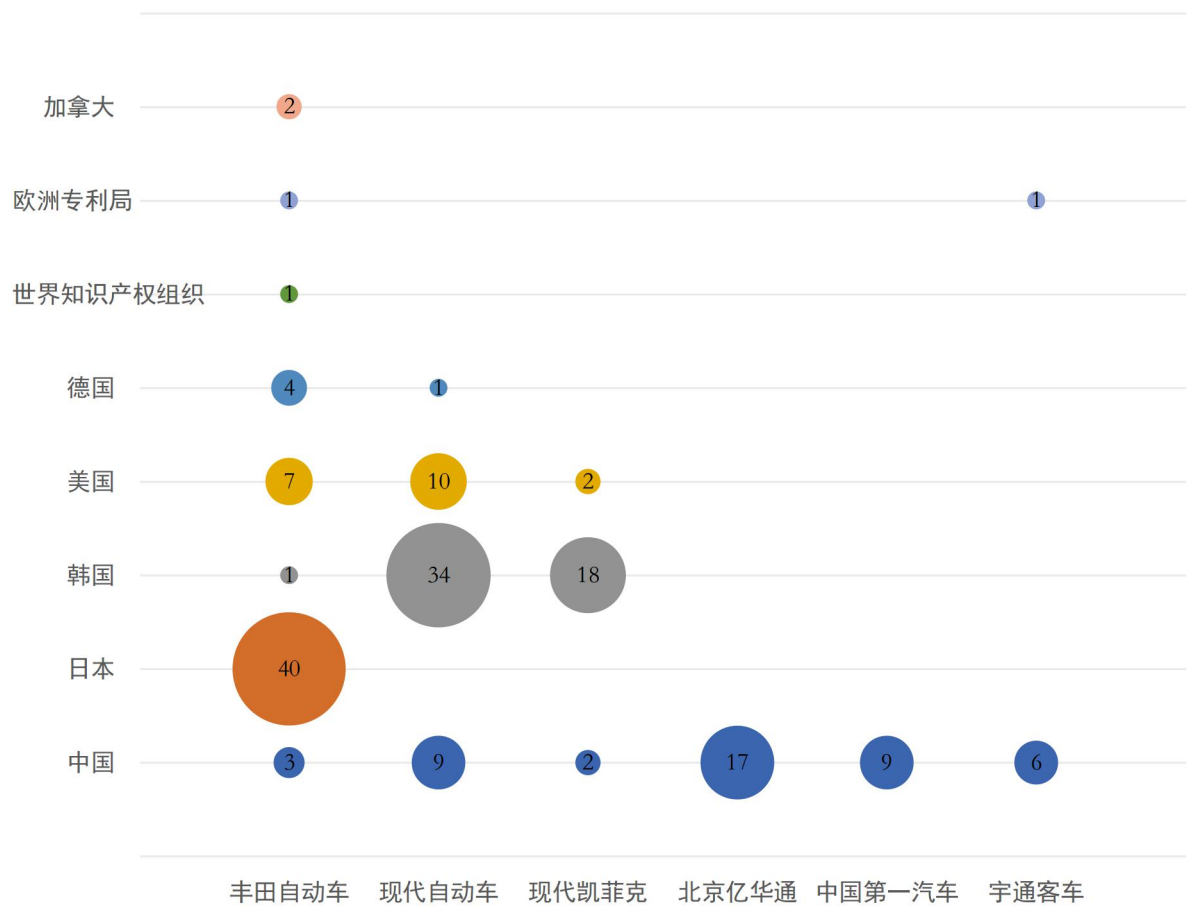


图 6-45 燃料电池长寿命技术专利重点申请人申请地域分布

6.4.5 重点申请人技术分支对比分析

燃料电池长寿命技术重点申请人技术分支如下图：现代凯菲克主要研发故障诊断的相关技术，而对于其他技术分支的研发则较少，有

少量可逆衰减恢复技术的专利，没有寿命与故障预测技术的相关专利，其他几个申请人对三个分支都有所涉及，其中现代和丰田对故障诊断技术的研究投入较多，其他两个技术的研究相对较少，而国内三个申请人则对三个技术分支都有所涉及，对可逆衰减恢复技术的研发投入明显多于国外申请人。

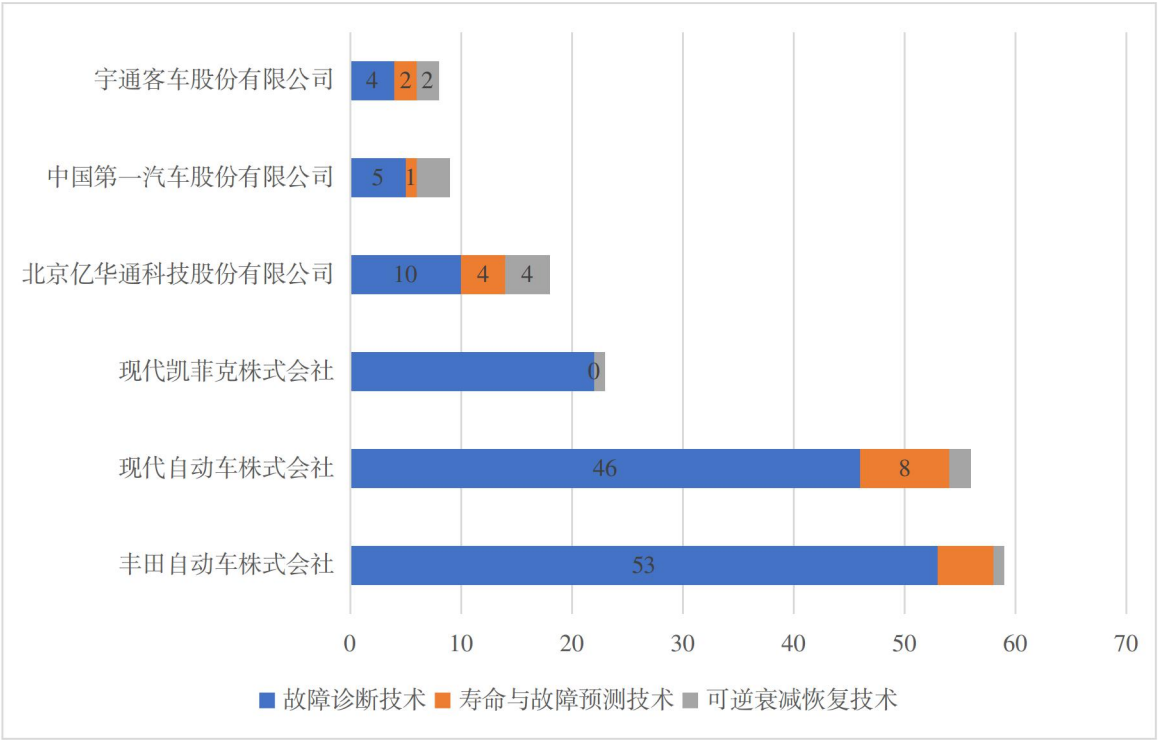


图 6-46 燃料电池长寿命技术专利重点申请人技术分支

第七章 报告总结

本报告重点针对耐低温长寿命的燃料电池开展技术调查和分析，调查技术信息来自相关文献和专利。

本报告希望通过当前信息的呈现，了解技术发展现状，尤其是外部主体申请专利情形，为本公司继续开展后续研究和无形资产保护（专利布局）提供信息支撑。

7.1 高效率控制技术分支结论

从整体的专利申请趋势和国内外数据上来看，国内的专利数量呈现很强的赶超趋势。在近年的专利申请中，国内的专利申请数量已经超过国外。在该技术领域，需要重点关注的企业不仅要关注国外强力的研发主体，还需要关注国内的。

从区域来看，该领域的专利主要集中在中国和日本，其中中国的专利主要还是近年申请的。国内外需要重点关注的企业有本田、上海神力、现代、通用、北京亿华通、日产等等。

在该高效控制技术领域中，重点关注的技术是自适应排氢控制技术、高效部件匹配技术和低流阻进气系统技术。通过数据分析可以发现，自适应排氢控制技术的相关数量最多，占据了 57%。进一步分析其专利构成，可以发现，自适应排氢控制技术的专利主要集中在安全性和稳定性上，对性能提高、降低成本和测试等技术效果布局的专利较少。

高效部件匹配技术分支的相关专利主要集中在稳定性上，低流阻进气系统相关专利主要集中在高效的技术效果上。

7.2 动态响应技术分支结论

从整体的专利申请趋势和国内外数据上来看，国内的专利数量呈现很强的赶超趋势。预计未来在该领域，国内企业的技术发展将会很快，申请的专利将更多。

从申请主体来看，当前该领域的专利还是主要集中在外企手中，尤其是日本和美国。根据企业的研发成果保留程度分析（法律状态分析），需要重点关注的研发主体有丰田、伊达科技（美国）和吉林大学。

对上述研发主体进行进一步技术识别，可以发现丰田在该领域的专利主要集中在智能热管理系统，通用和西门子重点关注动态压力修正补偿技术，伊达科技和瓦特燃料电池重点关注功率闭环控制技术。可以发现上述研发主体目前对于空气路解耦控制技术关注相对较少，目前上述国外研发主体中仅有通用有过专利申请。

从技术的功效矩阵上来看，功能闭环控制技术的相关专利重点集中在精确和稳定性上，对于适应强、节能、高效、延长寿命等效果关注不多。智能热管理系统相关专利主要集中在节能、高效和稳定性，适应强、精确和可靠性强等效果专利申请较少。动态压力修正补偿技

术相关专利主要集中在简单和稳定性上，对节能、精确、延长寿命和可靠性强的专利申请较少。空气路解耦控制技术的相关专利主要集中在适应强和简单，在节能、高效方面没有专利申请。

7.3 快速低温启动技术分支结论

在该技术领域，重点关注的技术分支是：排水阀快速解冻技术、超低压自加热技术和电堆湿度控制技术。

在排水阀快速解冻技术分支上，第一梯队的申请人为丰田和本田公司，其在燃料电池领域布局较早，在排水阀快速解冻技术领域有一定技术壁垒，其余申请人与其相比具有较大差距，专利数量较少，排水阀快速解冻技术尚未形成稳定的竞争格局。在该技术分支上，重点关注的专利来自超声波解冻、冻结判定、排水阀结构、微波辐射和温控系统。在这 5 个细分分支中，冻结判定、排水阀结构和温控系统细分分支申请的专利较多，另外两个分支申请专利较少。若进行专利布局，建议在降低检测难度的冻结判定、简单的排水阀结构、延长寿命的温控系统、降低功耗的温控系统等方向开展专利布局。

在超低压自加热技术分支上，目前各个研发主体申请的专利非常少。建议企业对该领域的技术进行重点专利布局。

在电堆湿度控制技术分支上，大部分为车企和燃料电池制造厂商，第一梯队的申请人为通用汽车公司，其在 2000 年开始研发“氢动一号

燃料电池”概念车，技术不断突破创新。第二梯队的申请人为现代汽车，2022 年 4 月份，现代汽车氢燃料电池 SUV NEXO 中国版正式获得北京新能源汽车牌照，这意味着满足中国法规标准的首款氢燃料电池车已经可以合法上路。其余申请人专利数量较为分散。对该技术分支进一步细化分析，分为控制系统和模拟及实验方法。相关专利多集中在提升效率和提升寿命的控制系统上，其余技术功效的专利布局较少，可以进行重点布局。

7.4 长寿命技术分支结论

在该技术领域，重点关注的技术分支是：故障诊断技术、寿命与故障预测技术和可逆衰减恢复技术。

在故障诊断技术分支上，丰田自动车株式会社专利申请量居于首位，共计有 53 件相关专利申请；现代自动车株式会社、本田技研工业株式会社、日产自动车株式会社分别位于二、三、四位。整体看来，前十申请人以企业为主，尤其在国外，更加重视专利技术运用和实施。在该技术分支中，专利申请最多的是电池系统，丰田、现代、本田和日产等企业在该分支申请的专利也主要集中在电池系统上。若在该技术分支上进行专利布局，可以考虑电堆、进排气、燃料供给等细分分支上技术功效图中专利申请较少的区域。

在寿命与故障预测技术分支上，专利申请主要集中在最近几年。松下电器产业株式会社专利申请量居于首位，共计有 10 件相关专利申

请；现代自动车株式会社位于二位，与首位差距较小，属于第一梯队；丰田自动车株式会社、通用汽车环球科技运作有限责任公司、北京亿华通科技股份有限公司、지엘홀딩스주식회사位于第二梯队，与前列申请人之间有一定的专利积累差距；整体看来，前十申请人以企业为主，尤其在国外，更加重视专利技术运用和实施。若在该技术分支上进行专利布局，可以考虑稳定性、适用性、实时性、可靠性等功效的相关技术。

在可逆衰减恢复技术分支上，国内相关技术的研究较多，中国科学院大连化学物理研究所和北京亿华通科技股份有限公司专利申请量居于首位，均有 4 件相关专利申请；武汉理工大学、清华大学、同济大学、新源动力股份有限公司、中国第一汽车股份有限公司位于二位，与首位差距较小。目前在该分支中专利申请量较多的是寿命评价和减少损伤的相关技术，若在该技术分支上进行专利布局，可以考虑采用压力、氧化等方式进行性能恢复等细分分支上技术功效图中专利申请较少的区域。

7.5 专利技术活跃度分析

专利申请量不仅能够反映行业结构及调整方向，也可以反映行业的技术布局活跃度，某领域的专利申请量大，说明该领域受行业研发主体重视，是布局的重点领域，而当某领域的近几年专利申请占比较高时，显示该领域是行业研发主体的关注的活跃度较高的领域。

为获知全球耐低温长寿命燃料电池领域的专利活跃度较高的领域，下表统计了耐低温长寿命燃料电池技术产业在全球范围内的主要布局领域，并统计了近五年、近十年、近十五年、近二十年各个领域的专利申请量，得到近年全球耐低温长寿命燃料电池技术相关专利申请的占比。从总量来看全球耐低温长寿命燃料电池领域专利数量排名最多的是长寿命技术，专利数量 618 件。

从近五年相关专利申请量占比来看，较为活跃的领域是快速低温启动技术和高效率控制技术，近五年申请占比分别为 53.33%和 50.00%。从近十年相关专利申请量占比来看，较为活跃的技术是快速低温启动技术和动态响应技术，近十年申请占比分别为 66.06%、60.66%。从近二十年相关专利申请量来看，较为活跃的领域是快速低温启动技术和长寿命技术，近二十年申请占比分别为 98.79%、94.34%。

整体来看，近二十年各领域申请量活跃度均在 85%以上，可见近二十年该领域存在较为持续的技术创新和研发活动。

表 7-1 全球耐低温长寿命燃料电池技术相关专利技术活跃度

	专利数量	近5年	近10年	近15年	近20年
高效率控制技术	124	50.00%	57.26%	63.71%	86.29%
动态响应技术	211	46.45%	60.66%	76.30%	88.63%
快速低温启动技术	165	53.33%	66.06%	84.24%	98.79%
长寿命技术	618	40.94%	58.41%	74.60%	94.34%

7.6 专利布局方向

专利的布局包括多方面考量，其中比较重要的两个方面是：（1）

对自身研发技术进行合理规划，保护自身研发成功；（2）分析竞争对手技术，阻碍其技术应用或落地。

针对第一个方面，需要根据企业研发方向和研发成功进一步确定。主要是采用多种专利布局模型，对企业当前的研发成功进行合理规划，使得研发成果的专利申请不是简单的一个两个专利，而是采用专利布局模型对研发成功进行组织和拓展，形成专利组合（专利包），利用系统性的保护方式，避免竞争对手抄袭技术方案。

针对第二个方面。在高效率控制技术分支上，企业可以重点关注降低成本的自适应排氢控制技术、提高性能的高效部件匹配和低流阻进气系统技术相关的专利申请。

在动态响应技术分支上，企业可以对空气路解耦控制技术进行重点开发，降低系统的控制难度，在此基础上可以重点关注技术的稳定性和可靠性的相关专利申请。

在排水阀快速解冻技术分支上，企业可以对降低检测难度的冻结判定、简单的排水阀结构、延长寿命的温控系统、降低功耗的温控系统方向开展专利布局。

在超低压自加热技术分支上，目前各个研发主体申请的专利非常少。建议企业对该领域的技术进行重点专利布局。

在电堆湿度控制技术分支上，相关专利多集中在提升效率和提升

寿命的控制系统上，其余技术功效的专利布局较少，可以进行重点布局。

在故障诊断技术分支上，可以考虑电堆、进排气、燃料供给等细分分支上技术功效图中专利申请较少的区域。

在寿命与故障预测技术分支上，可以考虑稳定性、适用性、实时性、可靠性等功效的相关技术。

在可逆衰减恢复技术分支上，可以考虑采用压力、氧化等方式进行性能恢复等细分分支上技术功效图中专利申请较少的区域。

附件：专利检索

1、检索范围

全球

2、检索时间

2022. 09

3、检索使用的数据库

智慧芽、incopat

4、检索使用的分类号

分类号 1:

燃料电池

B60K6/32

以燃料电池为特征的[2007. 01]

B60L3/00

电动车辆上安全用电装置；运转变量，例如速度、减速、能量消耗的监测（用于监测或控制电池或燃料电池的方法或电路装置入 B60L 58/00）[2019. 01]

B60L50/70

••用燃料电池供电的（与蓄电池结合的入 B60L 50/75）[2019. 01]

B60L50/75

••由燃料电池和蓄电池同时供电的[2019. 01]

B60L53/54

••燃料电池[2019. 01]

B60W10/28

包括燃料电池的控制的[2006. 01]

F24D101/30

燃料电池[2022. 01]

H01M10/66

电池和其他系统之间的热交换关系，例中央供暖系统、车或燃料电池[2014. 01]

H01M4/86

用催化剂活化的惰性电极，例如用于燃料电池[2006. 01]

H01M8

燃料电池；及其制造〔2〕

H01M8/04291

固体电解质燃料电池系统的水处理装置（H01M8/04119 优先）[2016. 01]

H01M8/04298

用于控制燃料电池或燃料电池系统的方法[2016. 01]

H01M8/04955

燃料电池的接通/关断[2016. 01]

H01M8/0637

在燃料电池阳极内部直接变形的[2016. 01]

H01M8/08

水溶液电解质的燃料电池[2016. 01]

H01M8/083	
碱性燃料电池[2016.01]	
H01M8/086	
磷酸燃料电池（PAFC）[2016.01]	
H01M8/10	
固体电解质的燃料电池[2016.01]	
H01M8/1011	
直接醇类燃料电池（DAFC），例如：直接甲醇燃料电池（DMFC）[2016.01]	
.....	
"B60K6/32" or "B60L3/00" or "B60L50/70" or "B60L50/75" or "B60L53/54" or "B60W10/28" or "F24D101/30" or "H01M10/66" or "H01M4/86" or "H01M8"	
5、主要竞争者	
6、检索使用的关键词	
技术领域	
燃 料 电 池	燃料电池 "燃料电池" OR "PEM" OR "PEMFC" OR "SOFC" OR "AFC" OR "PAFC" OR "MCFC"
技术方案	
低温	低温 "低温" OR "冷" OR "凉" OR "冻" OR "冰" or "freeze" or "frozen" or "ice" or "cold"
启动	启动

	"启动" OR "触发" OR "开机" OR "开始工作" or "start*" OR "trigger" OR "boot"
冷启动	冷启动主要影响的是水。 包括排水、反应水、气体加湿水。
排水阀	排水阀 "排水阀" OR "排水口" OR "排水控制" OR "排水开关" OR "放水阀" OR "排水管路" OR "排水管" OR "出水阀" OR "水排出" or "Drain" OR "Drain Valve" OR "Drain Outlet" OR "Drain Control" OR "Drain Switch" OR "Drain Line" OR "Drain Pipe" OR "Outlet Valve" OR "Water Drain"
检索要素	“反应水” OR “交换膜” OR “质子膜” OR “reaction water” OR “exchange membrane” OR “Proton membrane”
检索要素	“加湿” OR “增湿” OR “增加湿度” OR “蒸汽” OR “蒸发” OR “空压机” OR “压缩机” OR “增压器” OR “增压机” OR “增压装置” OR “薄雾” OR “雾气” OR “液雾” OR “水雾” OR “humidify*” OR “steam*” OR “compressor*” OR “supercharger” OR “evaporate*” OR “turbocharger*” OR “Supercharging Device” OR “mist” OR “fog”
长寿命+腐蚀	长寿命 寿命、衰减、活性、性能损失、传输损失、故障、泄漏、气体跨膜、漏气、耐久、腐蚀 "寿命" OR "年限" OR "耐用度" OR "损坏率" OR "损坏" OR "磨损" OR "故障率" OR "工作性能" OR "维修率" OR "衰减" OR "减弱" OR "活性" OR "性能损失" or "损坏" OR "损毁" OR "故障" OR "异常" OR "泄漏" OR "泄露" OR "介质泄漏" OR "气体泄漏" OR "介质泄露" OR "外泄" OR "密封失效" OR "漏气现象" OR "泄漏点" OR "漏气" OR "气体外泄" OR "泄漏介质" OR "耐久" OR "耐用性" OR "腐蚀" OR "侵蚀" or "传输损失" or "气体跨膜"

	or "life" or "durability" or "damage" or "attenuat*" or "weaken*" or "fail*" or "leakage" or "corrosion" or "gas transmembrane" or "transmission loss"
	” 催化剂” OR ” 催化表面积” OR ” 碳载体” OR ” 催化层” OR ” 膜电极” OR ” 催化剂层” OR ” 催化剂涂层” OR ” 催化活性层” OR ” 催化涂层” OR ” 燃料电池电极” OR ” 电堆” OR ” 电池堆” OR “membrane electrode*” OR “fuel cell electrode*” OR “stack” OR ” catalyst support layer” OR ” catalyst coated layer” OR ” catalytic coating” OR ” catalyst carrier layer” OR ” catalyst coating layer” OR ” catalyst carrying layer*” OR ” catalyst layer*” OR ” Catalytic layer*” OR ” carbon carrier*” OR ” Carbon support*” OR ” Catalytic Surface Area” OR ” catalyst*”
	“预测” OR “检测” OR “评价” OR “评估” OR “预估” OR “推测” OR “分析” OR “推算” OR “识别” OR “判断” OR “判定” “Predict*” OR "Detect*" OR "Evaluate*" OR "Estimate*" OR "Conjecture*" OR "Analyze*" OR "Identify*" OR "Judgment*"
控制	"控制" OR "调控" OR "受控" OR "调整" OR "调节" OR "被控制" OR "信号控制" OR "控制驱动" OR "自动控制" OR "精确控制" OR "实时控制" OR "控制器控制" OR "系统控制" OR "控制调节" OR "控制装置" OR "程序控制" OR "Control" OR "Regulation" OR "Adjustment" OR "Regulation" OR "Controlled" OR "Signal control" OR "Control drive" OR "Automatic control" OR "Precision control" OR "Real time control" OR "Controller control" OR "System control" OR "Control adjustment" OR "Control device" OR "Program control"
高效率控制技术	效率 "效率" OR "工作效率" OR "提升效率" OR "成功率" OR "准确率" OR "精确度" OR "准确性" OR "精准度" or "Efficiency" OR "Work efficiency" OR "Improve efficiency" OR "Success rate" OR "Accuracy" OR "Accuracy" OR "Accuracy" OR "Accuracy"

控制
同上

("效率" OR "工作效率" OR "提升效率" OR "成功率" OR "准确率" OR "精确度" OR "准确性" OR "精准度" or "Efficiency" OR "Work efficiency" OR "Improve efficiency" OR "Success rate" OR "Accuracy" OR "Accuracy" OR "Accuracy" OR "Accuracy") and ("控制" OR "调控" OR "受控" OR "调整" OR "调节" OR "被控制" OR "信号控制" OR "控制驱动" OR "自动控制" OR "精确控制" OR "实时控制" OR "控制器控制" OR "系统控制" OR "控制调节" OR "控制装置" OR "程序控制" OR "Control" OR "Regulation" OR "Adjustment" OR "Regulation" OR "Controlled" OR "Signal control" OR "Control drive" OR "Automatic control" OR "Precision control" OR "Real time control" OR "Controller control" OR "System control" OR "Control adjustment" OR "Control device" OR "Program control")

自适应排氢控制技术
自适应

排氢

((("排" OR "排出" OR "吹出" OR "排除" OR "吹风" OR "扫除" OR "清除" OR "去除" OR "清扫" OR "吹扫" OR "吹洗" OR "吹除" OR "吹净" OR "扫吹")) and ("H2" OR "氢")) or ((("discharging" OR "blowing out" OR "discharging" OR "blowing" OR "sweeping" OR "clearing" OR "removing" OR "sweeping" OR "purging" OR "blowing" OR "blowing" OR "blowing" OR "blowing" OR "blowing" OR "purging") and ("hydrogen" OR "hydrogen"))

TAC_ALL: (((("排" OR "排出" OR "吹出" OR "排除" OR "吹风" OR "扫除" OR "清除" OR "去除" OR "清扫" OR "吹扫" OR "吹洗" OR "吹除" OR "吹净" OR "扫吹") \$W3 ("H2" OR "氢"))) OR (("discharging" OR "blowing out" OR "discharging" OR "blowing" OR "sweeping" OR "clearing" OR "removing" OR "sweeping" OR "purging" OR "blowing" OR "blowing" OR "blowing" OR "blowing" OR "purging") \$W3 ("hydrogen" OR "hydrogen")))) AND TAC_ALL: (("自适应" OR "动态控制" OR "动态调节" OR "动态调整" OR "实时控制" OR "自适应控制" OR "连续控制" OR "同步控制" OR "实时调节" OR "自适应调整" OR "自动调整" OR "主动控制" OR "闭环控制" OR "智能" OR "智能控制" OR "自控" OR "全自动" OR "自动" OR "自动控制" OR "Adaptive" OR "Dynamic control" OR "Dynamic adjustment" OR "Dynamic adjustment" OR "Real time control" OR "Adaptive control" OR "Continuous control" OR "Synchronous control" OR "Real time adjustment" OR "Adaptive adjustment" OR "Automatic adjustment" OR "Active control" OR "Closed loop control" OR "Intelligent" OR "Intelligent control" OR "Automatic control" OR "Full automatic" OR "Automatic" OR "Automatic control"))

高效部件匹配技术

高效部件匹配技术就是通过优选高效率零部件，并通过电堆操作条件的优化，使电堆和零部件匹配在高效的工作区间，提升燃料电池的经济性。包括几个方面：第一，优选高效率零部件，这块主要包括空压机、氢气循环泵或引射器、水泵，在满足电堆流量、压力、扬程等基础上，部件的总体效率越高越好；第二，电堆操作条件寻优，在不同操作条件匹配上电堆会

呈现出不同的工作性能，例如同一流下空气压力越高，电堆往往性能越好，但同时空压机能耗要求也会提高，实际系统的净输出功率不一定会提升，甚至会下降，再比如空气计量比降低对空压机的能耗需求就会降低，但同时电堆输出性能也会下降，系统净输出也是不确定的，这块就需要电堆和零部件进行工作条件的精准匹配，使得在同一工作点下电堆能够稳定工作的同时，系统净输出最大

电堆

"电堆" OR "燃料电池电堆" OR "燃料电池堆" OR "燃料电池组" OR "电池堆" or "Electric stack" OR "Fuel cell stack" OR "Fuel cell stack" OR "Fuel cell pack" OR "Battery stack"

部件/零部件

"零部件" OR "部件" OR "构件" OR "组件" OR "增湿器" OR "增湿装置" OR "加湿器" OR "加湿装置" or "空压机" OR "空气压缩机" OR "空压机组" OR "增压机" OR "气体压缩机" OR "空气压缩" OR "压缩机" OR "空气压机" OR "空压泵" OR "空气泵" OR "氢气循环泵" OR "引射器" OR "喷射器" OR "引射混合器" OR "二级引射器" OR "引射管" OR "文丘里管" OR "水泵" OR "循环泵" OR "循环水泵" OR "增压泵" OR "加压泵" or "Components" OR "Components" OR "Components" OR "OR" Components "OR" Humidifiers "OR" Humidifiers "OR" Humidifiers "OR" Air Compressors "OR" Air Compressor Units "OR" Boosters "OR" Gas Compressors "OR" Air Compressors "OR" Compressors "OR" Air Compressors "OR" Air Compressors "OR" Air Pumps "OR" Air Pumps "OR" Hydrogen Circulation Pumps "OR" Ejectors "OR" Ejectors "OR" Ejectors Mixers "OR" Secondary

Ejectors "OR" Ejectors "OR "Venturi pipe" OR "water pump" OR "circulating pump" OR "circulating pump" OR "booster pump" OR "booster pump"

经济性 效率 高效

"经济" OR "低廉" OR "实惠" OR "便宜" OR "成本" OR "节约成本" OR "成本低" OR "经济效益" OR "效率" OR "工作效率" OR "提升效率" OR "高效" OR "高效率" OR "高效能" OR "效率高" or "Economic" OR "Low" OR "Affordable" OR "Cost" OR "Cost saving" OR "Low cost" OR "Economic benefit" OR "Efficiency" OR "Work efficiency" OR "Improve efficiency" OR "High efficiency" OR "High efficiency"

匹配

匹配 OR "匹配" OR "配合" OR "适配" OR "相适" OR "相适应" OR "配套" or Matching OR "adapting"

((("电堆" OR "燃料电池电堆" OR "燃料电池堆" OR "燃料电池组" OR "电池堆" or "Electric stack" OR "Fuel cell stack" OR "Fuel cell stack" OR "Fuel cell pack" OR "Battery stack") and ("经济" OR "低廉" OR "实惠" OR "便宜" OR "成本" OR "节约成本" OR "成本低" OR "经济效益" OR "效率" OR "工作效率" OR "提升效率" OR "高效" OR "高效率" OR "高效能" OR "效率高" or "Economic" OR "Low" OR "Affordable" OR "Cost" OR "Cost saving" OR "Low cost" OR "Economic benefit" OR "Efficiency" OR "Work efficiency" OR "Improve efficiency" OR "High efficiency" OR "High efficiency")))

	(("零部件" OR "部件" OR "构件" OR "组件" OR "增湿器" OR "增湿装置" OR "加湿器" OR "加湿装置" or "空压机" OR "空气压缩机" OR "空压机组" OR "增压机" OR "气体压缩机" OR "空气压缩" OR "压缩机" OR "空气压机" OR "空压泵" OR "空气泵" OR "氢气循环泵" OR "引射器" OR "喷射器" OR "引射混合器" OR "二级引射器" OR "引射管" OR "文丘里管" OR "水泵" OR "循环泵" OR "循环水泵" OR "增压泵" OR "加压泵" or "Components" OR "Humidifiers" OR "Air Compressors" OR "Air Compressor Units" OR "Boosters" OR "Gas Compressors" OR "Air Compressors" OR "Compressor" OR "Air Compressors" OR "Air Pumps" OR "Hydrogen Circulation Pumps" OR "Ejectors Mixers" OR "Secondary Ejectors" OR "Ejectors" OR "Venturi pipe" OR "water pump" OR "circulating pump" OR "circulating pump" OR "booster pump") and (匹配 OR "匹配" OR "配合" OR "适配" OR "相适" OR "相适应" OR "配套" or Matching OR "adapting")) 低流阻进气系统 低流阻 流阻 进气系统
动态响应技术	"动态响应" OR "动态响应快" OR "动态特性" OR "动态性能" OR "动态响应特性" OR "动态响应性能" OR "响应迅速" OR "响应快" OR "动态品质" OR "反应快" OR "动态稳定性" OR "动静态特性" or "Dynamic response" OR "Fast dynamic response" OR "Dynamic characteristics" OR "Dynamic performance" OR "Dynamic response characteristics" OR "Dynamic response performance" OR "Fast response" OR "Fast response" OR "Dynamic quality" OR "Fast response" OR "Dynamic stability" OR "Dynamic and static characteristics"

动态

"动态" OR "实时" OR "动态变化" OR "自适应" OR "动态地" OR "动态调整" OR "动态控制" OR "实时动态" or "Dynamic" OR "Real time" OR "Dynamic change" OR "Adaptive" OR "Dynamic" OR "Dynamic adjustment" OR "Dynamic control" OR "Real time dynamic"

响应

"响应" OR "回应" OR "启用" OR "发送" OR "应答" OR "响应信号" OR "执行" OR "触发事件" OR "触发" OR "激活" OR "指示" OR "受控" OR "事件" OR "请求" or "Response" OR "Response" OR "Enable" OR "Send" OR "Answer" OR "Response signal" OR "Execute" OR "Trigger event" OR "Trigger" OR "Activate" OR "Indicate" OR "Controlled" OR "Event" OR "Request"

"动态响应" OR "动态响应快" OR "动态特性" OR "动态性能" OR "动态响应特性" OR "动态响应性能" OR "响应迅速" OR "响应快" OR "动态品质" OR "反应快" OR "动态稳定性" OR "动静特性" or "Dynamic response" OR "Fast dynamic response" OR "Dynamic characteristics" OR "Dynamic performance" OR "Dynamic response characteristics" OR "Dynamic response performance" OR "Fast response" OR "Fast response" OR "Dynamic quality" OR "Fast response" OR "Dynamic stability" OR "Dynamic and static characteristics" OR (("动态" OR "实时" OR "动态变化" OR "自适应" OR "动态地" OR "动态调整" OR "动态控制" OR "实时动态" or "Dynamic" OR "Real time" OR "Dynamic change" OR "Adaptive" OR "Dynamic" OR "Dynamic adjustment" OR "Dynamic control" OR "Real time dynamic") \$SEN ("响应" OR "回应" OR "启用" OR "发送" OR "应答" OR "响应信号"

" OR "执行" OR "触发事件" OR "触发" OR "激活" OR "指示" OR "受控" OR "事件" OR "请求" OR "Response" OR "Response" OR "Enable" OR "Send" OR "Answer" OR "Response signal" OR "Execute" OR "Trigger event" OR "Trigger" OR "Activate" OR "Indicate" OR "Controlled" OR "Event" OR "Request"))

空气路解耦控制技术

空气路解耦

空气

"空气" OR "气体" OR "气流" OR "空气路" OR "主供气" OR "主气源" OR "气源" OR "气路" OR "输气" OR "供气" OR "送气" OR "给气" OR "进气" OR "通气"

解耦

"解耦" OR "解耦控制" OR "完全解耦" OR "无耦合"

"空气路解耦" OR (("空气" OR "气体" OR "气流" OR "空气路" OR "主供气" OR "主气源" OR "气源" OR "气路" OR "输气" OR "供气" OR "送气" OR "给气" OR "进气" OR "通气") \$SEN ("解耦" OR "解耦控制" OR "完全解耦" OR "无耦合")) OR "Air circuit decoupling" OR (("air" OR "gas" OR "air flow" OR "air circuit" OR "main air supply" OR "main air source" OR "air source" OR "air circuit" OR "gas transmission" OR "air supply" OR "air supply" OR "air supply" OR "air intake" OR "air supply") \$SEN ("decoupling" OR "decoupling control" OR "complete decoupling" OR "uncoupling"))

动态压力修正补偿技术

动态压力

"动态压力" OR "动态压力测量" OR "瞬态压力" or "Dynamic Pressure" OR "Dynamic Pressure Measurement" OR "Transient Pressure"

动态

压力

"压力" OR "压强" OR "气压" OR "气体压力" OR "空气压力" OR "压力值" OR "加压"

补偿 修正

"修正" OR "校正" OR "补偿" OR "修正量" OR "修正值" OR "矫正" OR "纠正" OR "微调" OR "校准" OR "调校"

"动态压力" OR "动态压力测量" OR "瞬态压力" OR (("压力" OR "压强" OR "气压" OR "气体压力" OR "空气压力" OR "压力值" OR "加压") \$W3 ("修正" OR "校正" OR "补偿" OR "修正量" OR "修正值" OR "矫正" OR "纠正" OR "微调" OR "校准" OR "调校")) OR "Dynamic pressure" OR "Dynamic pressure measurement" OR "Transient pressure" OR (("pressure" OR "pressure" OR "air pressure" OR "gas pressure" OR "air pressure" OR "pressure value" OR "pressure") \$W3 ("correction" OR "correction" OR "compensation" OR "correction" OR "correction" OR "correction" OR "correction" OR "fine adjustment" OR "calibration" OR "adjustment"))

智能热管理系统

智能

热管理

((("智能" OR "自动" or "Intelligent" or "Automatic") and ("热管理" OR "热控制" OR "电池热管理" OR "热量管理" OR "热管理方法" OR "热管理部件" OR "电池热管理系统" OR "热能管理" OR "热管理系统" OR "热管理技术" OR "热管理控制" or "Thermal management" OR "Thermal control" OR "Battery thermal management" OR "Thermal management" OR "Thermal management method" OR "Thermal management component" OR "Battery thermal management system" OR "Thermal management" OR "Thermal management system" OR "Thermal management system" OR "Thermal management technology" OR "Thermal management control"))

功率闭环控制技术

功率

"功率" OR "功率值" OR "工作频率" OR "最大功率" OR "额定功率" OR "工作电流" OR "平均功率" OR "功率大小" OR "电功率" OR "输出功率" OR "总功率" OR "功率输出" OR "功率范围" OR "输出电流" or "Power" OR "Power value" OR "Operating frequency" OR "Maximum power" OR "Rated power" OR "Operating current" OR "Average power" OR "Power size" OR "Electrical power" OR "Output power" OR "Total power" OR "Power output" OR "Power range" OR "Output current"

((("功率" OR "功率值" OR "工作频率" OR "最大功率" OR "额定功率" OR "工作电流" OR "

	平均功率" OR "功率大小" OR "电功率" OR "输出功率" OR "总功率" OR "功率输出" OR "功率范围" OR "输出电流" or "Power" OR "Power value" OR "Operating frequency" OR "Maximum power" OR "Rated power" OR "Operating current" OR "Average power" OR "Power size" OR "Electrical power" OR "Output power" OR "Total power" OR "Power output" OR "Power range" OR "Output current") and ("闭环控制" OR "反馈控制" OR "闭环调节" OR "自适应控制" OR "反馈调节" OR "反馈补偿" OR "补偿控制" or "Closed loop control" OR "Feedback control" OR "Closed loop regulation" OR "Adaptive control" OR "Feedback regulation" OR "Feedback compensation" OR "Compensation control")) 闭环 闭环控制 "闭环控制" OR "反馈控制" OR "闭环调节" OR "自适应控制" OR "反馈调节" OR "反馈补偿" OR "补偿控制" or "Closed loop control" OR "Feedback control" OR "Closed loop regulation" OR "Adaptive control" OR "Feedback regulation" OR "Feedback compensation" OR "Compensation control"
排水阀 快速解冻技术	排水阀 "排水阀" OR "排水口" OR "排水控制" OR "排水开关" OR "放水阀" OR "排水管路" OR "排水管" OR "出水阀" OR "水排出" or "Drain" OR "Drain Valve" OR "Drain Outlet" OR "Drain Control" OR "Drain Switch" OR "Drain Line" OR "Drain Pipe" OR "Outlet Valve" OR "Water Drain"

"排水" OR "引水" OR "抽水" OR "积水" OR "泄水" OR "放水"

"排水系统" OR "排水装置" OR "泄水阀" OR "出水阀" OR "水排出" OR "排水孔" OR "排水口" OR "泄水管" OR "泄水孔" OR "泄水口"

"阀" OR "阀门" OR "球阀" OR "调节阀" OR "阀体" OR "闸阀" OR "蝶阀" OR "电磁阀" OR "开关阀" OR "电动阀" OR "控制阀" OR "开关"

"排水系统" OR "排水装置" OR "泄水阀" OR "出水阀" OR "水排出" OR "排水孔" OR "排水口" OR "泄水管" OR "泄水孔" OR "泄水口" or (("排水系统" OR "排水装置" OR "泄水阀" OR "出水阀" OR "水排出" OR "排水孔" OR "排水口" OR "泄水管" OR "泄水孔" OR "泄水口") and ("阀" OR "阀门" OR "球阀" OR "调节阀" OR "阀体" OR "闸阀" OR "蝶阀" OR "电磁阀" OR "开关阀" OR "电动阀" OR "控制阀" OR "开关")) or "Drainage system" OR "drainage device" OR "drain valve" OR "outlet valve" OR "water discharge" OR "drain hole" OR "outlet" OR "drain pipe" OR "drain hole" OR (("drainage system" OR "drainage device" OR "drain valve" OR "outlet valve" OR "water discharge" OR "drain hole" OR "drain pipe" OR "drain hole" OR "drain hole") and ("valve" OR "ball valve" OR "regulating valve" OR "valve body" OR "gate valve" OR "butterfly valve" OR "solenoid valve" OR "on-off valve" OR "electric valve" OR "control valve" OR "switch"))

解冻

"解冻" OR "冷冻" OR "化冻" OR "冷藏" OR "冰冻" OR "冻结" OR "急冻" OR "喷淋解冻"
or "Unfreeze" OR "Frozen" OR "Defrosted" OR "Refrigerated" OR "Frozen" OR "Frozen"
OR "Frozen" OR "Freezing" OR "Spray Thawing"

快速

"快速" OR "迅速" OR "高效" OR "快捷" OR "更快" OR "较快" or "Fast" OR "Fast*" OR
"Efficient"

("排水系统" OR "排水装置" OR "泄水阀" OR "出水阀" OR "水排出" OR "排水孔" OR "排水口"
OR "泄水管" OR "泄水孔" OR "泄水口" or (("排水系统" OR "排水装置" OR "泄水
阀" OR "出水阀" OR "水排出" OR "排水孔" OR "排水口" OR "泄水管" OR "泄水孔" OR "
泄水口") and ("阀" OR "阀门" OR "球阀" OR "调节阀" OR "阀体" OR "闸阀" OR "蝶阀"
OR "电磁阀" OR "开关阀" OR "电动阀" OR "控制阀" OR "开关")) or "Drainage system"
OR "drainage device" OR "drain valve" OR "outlet valve" OR "water discharge" OR "drain
hole" OR "outlet" OR "drain pipe" OR "drain hole" OR (("drainage system" OR "drainage
device" OR "drain valve" OR "outlet valve" OR "water discharge" OR "drain hole" OR
"drain pipe" OR "drain hole" OR "drain hole") and ("valve" OR "ball valve" OR
"regulating valve" OR "valve body" OR "gate valve" OR "butterfly valve" OR "solenoid
valve" OR "on-off valve" OR "electric valve" OR "control valve" OR "switch")))) and
(("解冻" OR "冷冻" OR "化冻" OR "冷藏" OR "冰冻" OR "冻结" OR "急冻" OR "喷淋解
冻" or "Unfreeze" OR "Frozen" OR "Defrosted" OR "Refrigerated" OR "Frozen" OR
"Frozen" OR "Frozen" OR "Freezing" OR "Spray Thawing") and ("快速" OR "迅速" OR "

	高效" OR "快捷" OR "更快" OR "较快" or "Fast" OR "Fast*" OR "Efficient"))
超低压 超低压 自加热 技术	超低压 "超低压" OR "低压差" OR "大压差" OR "高压差" OR "低压力" OR "低压" or "Ultra low pressure" OR "Low pressure difference" OR "Large pressure difference" OR "High pressure difference" OR "Low pressure" OR "Low pressure" 加热 "加热" OR "加温" OR "预热" OR "升温" OR "预加热" OR "迅速加热" OR "内加热" OR "加热升温" OR "加热保温" OR "高温加热" OR "加热装置" OR "加热器" OR "均匀加热" OR "加热温度" OR "微波加热" OR "蒸汽加热" OR "自加热" OR "自动加热" OR "自热" OR "自加热功能" OR "自热式" OR "电加热" OR "自热型" OR "外加热" OR "内部加热" or "Heating" OR "Heating" OR "Preheating" OR "Heating" OR "Preheating" OR "Rapid heating" OR "Internal heating" OR "Heating" OR "Heating insulation" OR "High temperature heating" OR "Heating device" OR "Heater" OR "Uniform heating" OR "Heating temperature" OR "Microwave heating" OR "Steam heating" OR "Self heating" OR "Automatic heating" OR "Self heating" OR "Self heating function" OR "Self heating" OR "Electric heating" OR "Self heating" OR "External heating" OR "Internal heating" ("超低压" OR "低压差" OR "大压差" OR "高压差" OR "低压力" OR "低压" or "Ultra low pressure" OR "Low pressure difference" OR "Large pressure difference" OR "High pressure difference" OR "Low pressure" OR "Low pressure") and ("加热" OR "加温" OR "预热" OR "升温" OR "预加热" OR "迅速加热" OR "内加热"

	" OR "加热升温" OR "加热保温" OR "高温加热" OR "加热装置" OR "加热器" OR "均匀加热" OR "加热温度" OR "微波加热" OR "蒸汽加热" OR "自加热" OR "自动加热" OR "自热" OR "自加热功能" OR "自热式" OR "电加热" OR "自热型" OR "外加热" OR "内部加热" or "Heating" OR "Heating" OR "Preheating" OR "Heating" OR "Preheating" OR "Rapid heating" OR "Internal heating" OR "Heating" OR "Heating insulation" OR "High temperature heating" OR "Heating device" OR "Heater" OR "Uniform heating" OR "Heating temperature" OR "Microwave heating" OR "Steam heating" OR "Self heating" OR "Automatic heating" OR "Self heating" OR "Self heating function" OR "Self heating" OR "Electric heating" OR "Self heating" OR "External heating" OR "Internal heating")
电堆湿度控制技术	电堆 "电堆" OR "燃料电池电堆" OR "燃料电池堆" OR "燃料电池组" OR "电池堆" or "Electric stack" OR "Fuel cell stack" OR "Fuel cell stack" OR "Fuel cell pack" OR "Battery stack" 湿度 "湿度" OR "温湿度" OR "环境湿度" OR "相对湿度" OR "湿度控制" OR "干湿度" OR "内湿度" or "Humidity" OR "Temperature and Humidity" OR "Ambient Humidity" OR "Relative Humidity" OR "Humidity Control" OR "Dry Humidity" OR "Internal Humidity" 控制 "控制" OR "调控" OR "受控" OR "调整" OR "调节" OR "被控制" OR "信号控制" OR "控制驱动" OR "自动控制" OR "精确控制" OR "实时控制" OR "控制器控制" OR "系统控制" OR

	"控制调节" OR "控制装置" OR "程序控制" OR "Control" OR "Regulation" OR "Adjustment" OR "Regulation" OR "Controlled" OR "Signal control" OR "Control drive" OR "Automatic control" OR "Precision control" OR "Real time control" OR "Controller control" OR "System control" OR "Control adjustment" OR "Control device" OR "Program control" ("电堆" OR "燃料电池电堆" OR "燃料电池堆" OR "燃料电池组" OR "电池堆" or "Electric stack" OR "Fuel cell stack" OR "Fuel cell stack" OR "Fuel cell pack" OR "Battery stack") and ("控制" OR "调控" OR "受控" OR "调整" OR "调节" OR "被控制" OR "信号控制" OR "控制驱动" OR "自动控制" OR "精确控制" OR "实时控制" OR "控制器控制" OR "系统控制" OR "控制调节" OR "控制装置" OR "程序控制" OR "Control" OR "Regulation" OR "Adjustment" OR "Regulation" OR "Controlled" OR "Signal control" OR "Control drive" OR "Automatic control" OR "Precision control" OR "Real time control" OR "Controller control" OR "System control" OR "Control adjustment" OR "Control device" OR "Program control") and ("控制" OR "调控" OR "受控" OR "调整" OR "调节" OR "被控制" OR "信号控制" OR "控制驱动" OR "自动控制" OR "精确控制" OR "实时控制" OR "控制器控制" OR "系统控制" OR "控制调节" OR "控制装置" OR "程序控制" OR "Control" OR "Regulation" OR "Adjustment" OR "Regulation" OR "Controlled" OR "Signal control" OR "Control drive" OR "Automatic control" OR "Precision control" OR "Real time control" OR "Controller control" OR "System control" OR "Control adjustment" OR "Control device" OR "Program control")
可逆衰	可逆

减恢复技术	"可逆" OR "充放电活性物质" OR "可逆性" OR "反转" OR "可变" or "Reversible" OR "Charge discharge active substance" OR "Reversible" OR "Reverse" OR "Variable" 衰减 "衰减" OR "高衰减率" OR "衰减吸收" OR "减弱" OR "终止放电" OR "电量衰减" OR "放电容量降低" OR "容量消耗" OR "容量衰退" or "Attenuation" OR "High Attenuation Rate" OR "Attenuation Absorption" OR "Attenuation" OR "Terminate Discharge" OR "Charge Decay" OR "Discharge Capacity Decrease" OR "Capacity Consumption" OR "Capacity Decay" 恢复 "恢复" OR "复原" OR "回复" OR "修复" OR "复位" OR "正常" OR "重建" OR "更新" OR "正常状态" OR "激活" or "Restore" OR "Restore" OR "Restore" OR "Repair" OR "Reset" OR "Normal" OR "Rebuild" OR "Update" OR "Normal" OR "Active" ("可逆" OR "充放电活性物质" OR "可逆性" OR "反转" OR "可变" or "Reversible" OR "Charge discharge active substance" OR "Reversible" OR "Reverse" OR "Variable") and ("衰减" OR "高衰减率" OR "衰减吸收" OR "减弱" OR "终止放电" OR "电量衰减" OR "放电容量降低" OR "容量消耗" OR "容量衰退" or "Attenuation" OR "High Attenuation Rate" OR "Attenuation Absorption" OR "Attenuation" OR "Terminate Discharge" OR "Charge Decay" OR "Discharge Capacity Decrease" OR "Capacity Consumption" OR "Capacity Decay") and ("恢复" OR "复原" OR "回复" OR "修复" OR "复位" OR "正常" OR "重建" OR
-------	--

	"更新" OR "正常状态" OR "激活" or "Restore" OR "Restore" OR "Restore" OR "Repair" OR "Reset" OR "Normal" OR "Rebuild" OR "Update" OR "Normal" OR "Active")
寿命与故障预测技术	寿命与故障 "寿命" OR "年限" OR "耐用度" OR "损坏率" OR "损坏" OR "磨损" OR "故障率" OR "工作性能" OR "维修率" OR "衰减" OR "减弱" OR "活性" OR "性能损失" or "损坏" OR "损毁" OR "故障" OR "异常" or "Life" OR "Years" OR "Durability" OR "Damage Rate" OR "Damage" OR "Wear" OR "Failure Rate" OR "Working Performance" OR "Maintenance Rate" OR "Decay" OR "Weakening" OR "Activity" OR "Performance Loss" or "Damage" OR "Damage" OR "Failure" OR "Abnormal" 预测 “预测” OR “检测” OR “评价” OR “评估” OR “预估” OR “推测” OR “分析” OR “推算” OR “识别” OR “判断” OR “判定” “Predict*” OR "Detect*" OR "Evaluate*" OR "Estimate*" OR "Conjecture*" OR "Analyze*" OR "Identify*" OR "Judgment*" ((“寿命” OR “年限” OR “耐用度” OR “损坏率” OR “损坏” OR “磨损” OR “故障率” OR “工作性能” OR “维修率” OR “衰减” OR “减弱” OR “活性” OR “性能损失” OR “损坏” OR “损毁” OR “故障” OR “异常” OR “泄漏” OR “泄露” OR “介质泄漏” OR “气体泄漏” OR “介质泄露” OR “外泄” OR “密封失效” OR “漏气现象” OR “泄漏点” OR “漏气” OR “气体外泄” OR “泄漏介质” OR “耐久” OR “耐用性” OR “腐蚀” OR “侵蚀” OR “传输损失” OR “气体跨膜” OR "life" OR "durability" OR "damage" OR "attenuat*" OR "weaken*" OR "fail*" OR "leakage" OR "corrosion" OR "gas transmembrane" OR "transmission loss") \$W9 (“

	预测" OR "检测" OR "评价" OR "评估" OR "预估" OR "推测" OR "分析" OR "推算" OR "识别" OR "判断" OR "判定" OR "Predict*" OR "Detect*" OR "Evaluate*" OR "Estimate*" OR "Conjecture*" OR "Analyze*" OR "Identify*" OR "Judgment*"))
故障诊断技术	故障 "损坏率" OR "损坏" OR "磨损" OR "故障率" OR "工作性能" OR "维修率" OR "衰减" OR "减弱" OR "活性" OR "性能损失" or "损坏" OR "损毁" OR "故障" OR "异常" or "Damage Rate" OR "Damage" OR "Wear" OR "Failure Rate" OR "Working Performance" OR "Maintenance Rate" OR "Decay" OR "Weakening" OR "Activity" OR "Performance Loss" or "Damage" OR "Damage" OR "Failure" OR "Abnormal" 诊断 "诊断" OR "诊断方法" OR "故障诊断" OR "故障检测" OR "故障预测" OR "故障诊断系统" OR "故障识别" OR "故障分析" OR "状态监测" OR "故障监测" OR "故障判断" OR "故障预警" OR "智能诊断" or "Diagnosis" OR "Diagnosis method" OR "Fault diagnosis" OR "Fault detection" OR "Fault prediction" OR "Fault diagnosis system" OR "Fault identification" OR "Fault analysis" OR "State monitoring" OR "Fault monitoring" OR "Fault judgment" OR "Fault warning" OR "Intelligent diagnosis" ("损坏率" OR "损坏" OR "磨损" OR "故障率" OR "工作性能" OR "维修率" OR "衰减" OR "减弱" OR "活性" OR "性能损失" or "损坏" OR "损毁" OR "故障" OR "异常" or "Damage Rate" OR "Damage" OR "Wear" OR "Failure Rate" OR "Working Performance" OR "Maintenance Rate" OR "Decay" OR "Weakening" OR "Activity" OR "Performance Loss"

	or "Damage" OR "Damage" OR "Failure" OR "Abnormal") and ("诊断" OR "诊断方法" OR "故障诊断" OR "故障检测" OR "故障预测" OR "故障诊断系统" OR "故障识别" OR "故障分析" OR "状态监测" OR "故障监测" OR "故障判断" OR "故障预警" OR "智能诊断" or "Diagnosis" OR "Diagnosis method" OR "Fault diagnosis" OR "Fault detection" OR "Fault prediction" OR "Fault diagnosis system" OR "Fault identification" OR "Fault analysis" OR "State monitoring" OR "Fault monitoring" OR "Fault judgment" OR "Fault warning" OR "Intelligent diagnosis")	
7、检索式和检索到的文件数量		
序号	检索式	数量
S1 燃料电池	(TAC_ALL:("燃料电池" OR "PEM" OR "PEMFC" OR "SOFC" OR "AFC" OR "PAFC" OR "MCFC") AND IPC:("B60K6/32" OR "B60L3/00" OR "B60L50/70" OR "B60L50/75" OR "B60L53/54" OR "B60W10/28" OR "F24D101/30" OR "H01M10/66" OR "H01M4/86" OR "H01M8"))	215847
S2 低温启动	TAC_ALL:("低温" OR "冷" OR "凉" OR "冻" OR "冰" OR "freeze" OR "frozen" OR "ice" OR "cold") AND TAC_ALL:("启动" OR "触发" OR "开机" OR "开始工作" OR "start*" OR "trigger" OR "boot"))	750484
S3 低温启动影响因素	TACD_ALL:(“反应水” OR ”交换膜” OR “质子膜” OR “reaction water” OR “exchange membrane” OR “Proton membrane”) OR TACD_ALL:(“加湿” OR “增湿” OR “增加湿度” OR “蒸汽” OR “蒸发” OR “空压机” OR “压缩机” OR “增压器” OR “增压机” OR “增压装置” OR “薄雾” OR “雾气” OR “液雾” OR “水雾” OR “humidify*” OR “steam*” OR “compressor*”	20808146

	OR “supercharger” OR “evaporate*” OR “turbocharger*” OR “Supercharging Device” OR “mist” OR “fog”) OR TACD_ALL: (“排水阀” OR “排水口” OR “排水控制” OR “排水开关” OR “放水阀” OR “排水管路” OR “排水管” OR “出水阀” OR “水排出” OR “Drain” OR “Drain Valve” OR “Drain Outlet” OR “Drain Control” OR “Drain Switch” OR “Drain Line” OR “Drain Pipe” OR “Outlet Valve” OR “Water Drain”)	
S4 长寿命	TACD_ALL: (“寿命” OR “年限” OR “耐用度” OR “损坏率” OR “损坏” OR “磨损” OR “故障率” OR “工作性能” OR “维修率” OR “衰减” OR “减弱” OR “活性” OR “性能损失” OR “损坏” OR “损毁” OR “故障” OR “异常” OR “泄漏” OR “泄露” OR “介质泄漏” OR “气体泄漏” OR “介质泄露” OR “外泄” OR “密封失效” OR “漏气现象” OR “泄漏点” OR “漏气” OR “气体外泄” OR “泄漏介质” OR “耐久” OR “耐用性” OR “腐蚀” OR “侵蚀” OR “传输损失” OR “气体跨膜” OR “life” OR “durability” OR “damage” OR “attenuat*” OR “weaken*” OR “fail*” OR “leakage” OR “corrosion” OR “gas transmembrane” OR “transmission loss”)	58430866
S5 长寿命 影响因素	TACD_ALL: (“预测” OR “检测” OR “评价” OR “评估” OR “预估” OR “推测” OR “分析” OR “推算” OR “识别” OR “判断” OR “判定” “Predict*” OR “Detect*” OR “Evaluate*” OR “Estimate*” OR “Conjecture*” OR “Analyze*” OR “Identify*” OR “Judgment*”) OR TACD_ALL: (“催化剂” OR “催化表面积” OR “碳载体” OR “催化层” OR “膜电极” OR “催化剂层” OR “催化剂涂层” OR “催化活性层” OR “催化涂层” OR “燃料电池电极” OR “电堆” OR “电池堆” OR “membrane electrode*” OR “fuel cell electrode*” OR “stack” OR “catalyst support layer” OR “catalyst coated layer”	

	OR "catalytic coating" OR "catalyst carrier layer" OR "catalyst coating layer" OR " catalyst carrying layer*" OR " catalyst layer*" OR "Catalytic layer*" OR " carbon carrier*" OR " Carbon support*" OR "Catalytic Surface Area" OR " catalyst*")	
S6 燃料电池低温启动	S1+S2+S3 (TAC_ALL:("燃料电池" OR "PEM" OR "PEMFC" OR "SOFC" OR "AFC" OR "PAFC" OR "MCFC") AND IPC:("B60K6/32" OR "B60L3/00" OR "B60L50/70" OR "B60L50/75" OR "B60L53/54" OR "B60W10/28" OR "F24D101/30" OR "H01M10/66" OR "H01M4/86" OR "H01M8")) AND (TAC_ALL:("低温" OR "冷" OR "凉" OR "冻" OR "冰" OR "freeze" OR "frozen" OR "ice" OR "cold") AND TAC_ALL:("启动" OR "触发" OR "开机" OR "开始工作" OR "start*" OR "trigger" OR "boot")) AND (TACD_ALL:(“反应水” OR “交换膜” OR “质子膜” OR “reaction water” OR “exchange membrane” OR “Proton membrane”) OR TACD_ALL:(“加湿” OR “增湿” OR “增加湿度” OR “蒸汽” OR “蒸发” OR “空压机” OR “压缩机” OR “增压器” OR “增压机” OR “增压装置” OR “薄雾” OR “雾气” OR “液雾” OR “水雾” OR “humidify*” OR “steam*” OR “compressor*” OR “supercharger” OR “evaporate*” OR “turbocharger*” OR “Supercharging Device” OR “mist” OR “fog”) OR TACD_ALL:("排水阀" OR "排水口" OR "排水控制" OR "排水开关" OR "放水阀" OR "排水管路" OR "排水管" OR "出水阀" OR "水排出" OR "Drain" OR "Drain Valve" OR "Drain Outlet" OR "Drain	7442 (中 国 1633)

	Control" OR "Drain Switch" OR "Drain Line" OR "Drain Pipe" OR "Outlet Valve" OR "Water Drain"))	
S7 燃料电池长寿命	S1+S4+S5 (TAC_ALL:("燃料电池" OR "PEM" OR "PEMFC" OR "SOFC" OR "AFC" OR "PAFC" OR "MCFC") AND IPC:("B60K6/32" OR "B60L3/00" OR "B60L50/70" OR "B60L50/75" OR "B60L53/54" OR "B60W10/28" OR "F24D101/30" OR "H01M10/66" OR "H01M4/86" OR "H01M8")) AND (TACD_ALL:("寿命" OR "年限" OR "耐用度" OR "损坏率" OR "损坏" OR "磨损" OR "故障率" OR "工作性能" OR "维修率" OR "衰减" OR "减弱" OR "活性" OR "性能损失" OR "损坏" OR "损毁" OR "故障" OR "异常" OR "泄漏" OR "泄露" OR "介质泄漏" OR "气体泄漏" OR "介质泄露" OR "外泄" OR "密封失效" OR "漏气现象" OR "泄漏点" OR "漏气" OR "气体外泄" OR "泄漏介质" OR "耐久" OR "耐用性" OR "腐蚀" OR "侵蚀" OR "传输损失" OR "气体跨膜" OR "life" OR "durability" OR "damage" OR "attenuat*" OR "weaken*" OR "fail*" OR "leakage" OR "corrosion" OR "gas transmembrane" OR "transmission loss")) AND (TACD_ALL:(“预测” OR “检测” OR “评价” OR “评估” OR “预估” OR “推测” OR “分析” OR “推算” OR “识别” OR “判断” OR “判定” “Predict*” OR "Detect*" OR "Evaluate*" OR "Estimate*" OR "Conjecture*" OR "Analyze*" OR "Identify*" OR "Judgment*") OR TACD_ALL:(" 催化剂" OR " 催化表面积" OR " 碳载体" OR " 催化层" OR " 膜电极" OR " 催化剂层" OR " 催化剂涂层" OR " 催化活性层" OR " 催化涂层" OR "燃料电池电极" OR "电堆" OR "电池堆" OR “membrane electrode*” OR “fuel cell electrode*” OR “stack” OR “catalyst support layer” OR “	158535 (中 国 24219)

	catalyst coated layer" OR " catalytic coating" OR " catalyst carrier layer" OR "catalyst coating layer" OR " catalyst carrying layer*" OR " catalyst layer*" OR " Catalytic layer*" OR " carbon carrier*" OR " Carbon support*" OR " Catalytic Surface Area" OR " catalyst*"))	
S8 燃料电池发动机-控制-高效率控制技术	TAC_ALL: ("燃料电池" OR "PEM" OR "PEMFC" OR "SOFC" OR "AFC" OR "PAFC" OR "MCFC") AND IPC: ("B60K6/32" OR "B60L3/00" OR "B60L50/70" OR "B60L50/75" OR "B60L53/54" OR "B60W10/28" OR "F24D101/30" OR "H01M10/66" OR "H01M4/86" OR "H01M8") AND TAC_ALL: (("控制" OR "调控" OR "受控" OR "调整" OR "调节" OR "被控制" OR "信号控制" OR "控制驱动" OR "自动控制" OR "精确控制" OR "实时控制" OR "控制器控制" OR "系统控制" OR "控制调节" OR "控制装置" OR "程序控制" OR "Control" OR "Regulation" OR "Adjustment" OR "Regulation" OR "Controlled" OR "Signal control" OR "Control drive" OR "Automatic control" OR "Precision control" OR "Real time control" OR "Controller control" OR "System control" OR "Control adjustment" OR "Control device" OR "Program control") AND (("效率" OR "工作效率" OR "提升效率" OR "成功率" OR "准确率" OR "精确度" OR "准确性" OR "精准度" OR "Efficiency" OR "Work efficiency" OR "Improve efficiency" OR "Success rate" OR "Accuracy" OR "Accuracy" OR "Accuracy" OR "Accuracy"))))	9156
S9 燃料电池发动机-控	TAC_ALL: ("燃料电池" OR "PEM" OR "PEMFC" OR "SOFC" OR "AFC" OR "PAFC" OR "MCFC") AND IPC: ("B60K6/32" OR "B60L3/00" OR "B60L50/70" OR "B60L50/75" OR "B60L53/54" OR "B60W10/28" OR "F24D101/30" OR "H01M10/66" OR "H01M4/86" OR "H01M8") AND TAC_ALL: ("控制" OR "调控" OR "受控" OR "调整" OR "调节"	194

制-动态响应技术	" OR "被控制" OR "信号控制" OR "控制驱动" OR "自动控制" OR "精确控制" OR "实时控制" OR "控制器控制" OR "系统控制" OR "控制调节" OR "控制装置" OR "程序控制" OR "Control" OR "Regulation" OR "Adjustment" OR "Regulation" OR "Controlled" OR "Signal control" OR "Control drive" OR "Automatic control" OR "Precision control" OR "Real time control" OR "Controller control" OR "System control" OR "Control adjustment" OR "Control device" OR "Program control") AND TAC_ALL: ("动态响应" OR "动态响应快" OR "动态特性" OR "动态性能" OR "动态响应特性" OR "动态响应性能" OR "响应迅速" OR "响应快" OR "动态品质" OR "反应快" OR "动态稳定性" OR "动静态特性" OR "Dynamic response" OR "Fast dynamic response" OR "Dynamic characteristics" OR "Dynamic performance" OR "Dynamic response characteristics" OR "Dynamic response performance" OR "Fast response" OR "Fast response" OR "Dynamic quality" OR "Fast response" OR "Dynamic stability" OR "Dynamic and static characteristics")	
S10 燃料电池-快速低温启动技术-排水阀	(TACD_ALL: (("排水系统" OR "排水装置" OR "泄水阀" OR "出水阀" OR "水排出" OR "排水孔" OR "排水口" OR "泄水管" OR "泄水孔" OR "泄水口" OR ("排水系统" OR "排水装置" OR "泄水阀" OR "出水阀" OR "水排出" OR "排水孔" OR "排水口" OR "泄水管" OR "泄水孔" OR "泄水口") AND ("阀" OR "阀门" OR "球阀" OR "调节阀" OR "阀体" OR "闸阀" OR "蝶阀" OR "电磁阀" OR "开关阀" OR "电动阀" OR "控制阀" OR "开关")) OR "Drainage system" OR "drainage device" OR "drain valve" OR "outlet valve" OR "water discharge" OR "drain	660

	hole" OR "outlet" OR "drain pipe" OR "drain hole" OR (("drainage system" OR "drainage device" OR "drain valve" OR "outlet valve" OR "water discharge" OR "drain hole" OR "drain pipe" OR "drain hole" OR "drain hole") AND ("valve" OR "ball valve" OR "regulating valve" OR "valve body" OR "gate valve" OR "butterfly valve" OR "solenoid valve" OR "on-off valve" OR "electric valve" OR "control valve" OR "switch")))) AND (("解冻" OR "冷 冻" OR "化冻" OR "冷藏" OR "冰冻" OR "冻结" OR "急冻" OR "喷淋解冻" OR "Unfreeze" OR "Frozen" OR "Defrosted" OR "Refrigerated" OR "Frozen" OR "Frozen" OR "Frozen" OR "Freezing" OR "Spray Thawing") AND ("快速" OR " 迅速" OR "高效" OR "快捷" OR "更快" OR "较快" OR "Fast" OR "Fast*" OR "Efficient")))) AND (TAC_ALL:("燃料电池" OR "PEM" OR "PEMFC" OR "SOFC" OR "AFC" OR "PAFC" OR "MCFC") AND IPC:("B60K6/32" OR "B60L3/00" OR "B60L50/70" OR "B60L50/75" OR "B60L53/54" OR "B60W10/28" OR "F24D101/30" OR "H01M10/66" OR "H01M4/86" OR "H01M8") AND TAC_ALL:("低温" OR "冷" OR "凉" OR "冻" OR "冰" OR "freeze" OR "frozen" OR "ice" OR "cold") AND TAC_ALL:("启动" OR "触发" OR "开机" OR "开始工作" OR "start*" OR "trigger" OR "boot"))	
S11 燃料电池-快 速低温	TAC_ALL:("燃料电池" OR "PEM" OR "PEMFC" OR "SOFC" OR "AFC" OR "PAFC" OR "MCFC") AND IPC:("B60K6/32" OR "B60L3/00" OR "B60L50/70" OR "B60L50/75" OR "B60L53/54" OR "B60W10/28" OR "F24D101/30" OR "H01M10/66" OR "H01M4/86" OR "H01M8") AND TAC_ALL:("低温" OR "冷" OR "凉" OR "冻" OR "冰" OR "freeze"	138

启动技术-超低压	OR "frozen" OR "ice" OR "cold") AND TAC_ALL: ("启动" OR "触发" OR "开机" OR "开始工作" OR "start*" OR "trigger" OR "boot") AND TAC_ALL: (("超低压" OR "低压差" OR "大压差" OR "高压差" OR "低压力" OR "低压" OR "Ultra low pressure" OR "Low pressure difference" OR "Large pressure difference" OR "High pressure difference" OR "Low pressure" OR "Low pressure") AND ("加热" OR "加温" OR "预热" OR "升温" OR "预加热" OR "迅速加热" OR "内加热" OR "加热升温" OR "加热保温" OR "高温加热" OR "加热装置" OR "加热器" OR "均匀加热" OR "加热温度" OR "微波加热" OR "蒸汽加热" OR "自加热" OR "自动加热" OR "自热" OR "自加热功能" OR "自热式" OR "电加热" OR "自热型" OR "外加热" OR "内部加热" OR "Heating" OR "Heating" OR "Preheating" OR "Heating" OR "Preheating" OR "Rapid heating" OR "Internal heating" OR "Heating" OR "Heating insulation" OR "High temperature heating" OR "Heating device" OR "Heater" OR "Uniform heating" OR "Heating temperature" OR "Microwave heating" OR "Steam heating" OR "Self heating" OR "Automatic heating" OR "Self heating" OR "Self heating function" OR "Self heating" OR "Electric heating" OR "Self heating" OR "External heating" OR "Internal heating"))	
S12 燃料电池-快速低温启动技	TAC_ALL: ("燃料电池" OR "PEM" OR "PEMFC" OR "SOFC" OR "AFC" OR "PAFC" OR "MCFC") AND IPC: ("B60K6/32" OR "B60L3/00" OR "B60L50/70" OR "B60L50/75" OR "B60L53/54" OR "B60W10/28" OR "F24D101/30" OR "H01M10/66" OR "H01M4/86" OR "H01M8") AND TAC_ALL: ("低温" OR "冷" OR "凉" OR "冻" OR "冰" OR "freeze" OR "frozen" OR "ice" OR "cold") AND TAC_ALL: ("启动" OR "触发" OR "开机	2168

术-电堆	" OR "开始工作" OR "start*" OR "trigger" OR "boot") AND TAC_ALL:(("电堆" OR "燃料电池电堆" OR "燃料电池堆" OR "燃料电池组" OR "电池堆" OR "Electric stack" OR "Fuel cell stack" OR "Fuel cell stack" OR "Fuel cell pack" OR "Battery stack") AND ("控制" OR "调控" OR "受控" OR "调整" OR "调节" OR "被控制" OR "信号控制" OR "控制驱动" OR "自动控制" OR "精确控制" OR "实时控制" OR "控制器控制" OR "系统控制" OR "控制调节" OR "控制装置" OR "程序控制" OR "Control" OR "Regulation" OR "Adjustment" OR "Regulation" OR "Controlled" OR "Signal control" OR "Control drive" OR "Automatic control" OR "Precision control" OR "Real time control" OR "Controller control" OR "System control" OR "Control adjustment" OR "Control device" OR "Program control") AND ("控制" OR "调控" OR "受控" OR "调整" OR "调节" OR "被控制" OR "信号控制" OR "控制驱动" OR "自动控制" OR "精确控制" OR "实时控制" OR "控制器控制" OR "系统控制" OR "控制调节" OR "控制装置" OR "程序控制" OR "Control" OR "Regulation" OR "Adjustment" OR "Regulation" OR "Controlled" OR "Signal control" OR "Control drive" OR "Automatic control" OR "Precision control" OR "Real time control" OR "Controller control" OR "System control" OR "Control adjustment" OR "Control device" OR "Program control"))	
S13 燃料电池-长寿命-	TAC_ALL:("燃料电池" OR "PEM" OR "PEMFC" OR "SOFC" OR "AFC" OR "PAFC" OR "MCFC") AND IPC:("B60K6/32" OR "B60L3/00" OR "B60L50/70" OR "B60L50/75" OR "B60L53/54" OR "B60W10/28" OR "F24D101/30" OR "H01M10/66" OR "H01M4/86" OR "H01M8") AND TACD_ALL:("寿命" OR "年限" OR "耐用度" OR "损坏率" OR "	1029

可逆衰减恢复技术	损坏" OR "磨损" OR "故障率" OR "工作性能" OR "维修率" OR "衰减" OR "减弱" OR "活性" OR "性能损失" OR "损坏" OR "损毁" OR "故障" OR "异常" OR "泄漏" OR "泄露" OR "介质泄漏" OR "气体泄漏" OR "介质泄露" OR "外泄" OR "密封失效" OR "漏气现象" OR "泄漏点" OR "漏气" OR "气体外泄" OR "泄漏介质" OR "耐久" OR "耐用性" OR "腐蚀" OR "侵蚀" OR "传输损失" OR "气体跨膜" OR "life" OR "durability" OR "damage" OR "attenuat*" OR "weaken*" OR "fail*" OR "leakage" OR "corrosion" OR "gas transmembrane" OR "transmission loss") AND TACD_ALL: (("可逆" OR "充放电活性物质" OR "可逆性" OR "反转" OR "可变" OR "Reversible" OR "Charge discharge active substance" OR "Reversible" OR "Reverse" OR "Variable") AND ("衰减" OR "高衰减率" OR "衰减吸收" OR "减弱" OR "终止放电" OR "电量衰减" OR "放电容量降低" OR "容量消耗" OR "容量衰退" OR "Attenuation" OR "High Attenuation Rate" OR "Attenuation Absorption" OR "Attenuation" OR "Terminate Discharge" OR "Charge Decay" OR "Discharge Capacity Decrease" OR "Capacity Consumption" OR "Capacity Decay") AND ("恢复" OR "复原" OR "回复" OR "修复" OR "复位" OR "正常" OR "重建" OR "更新" OR "正常状态" OR "激活" OR "Restore" OR "Restore" OR "Restore" OR "Repair" OR "Reset" OR "Normal" OR "Rebuild" OR "Update" OR "Normal" OR "Active"))	
S14 燃料电池-长寿命-	TAC_ALL: ("燃料电池" OR "PEM" OR "PEMFC" OR "SOFC" OR "AFC" OR "PAFC" OR "MCFC") AND IPC: ("B60K6/32" OR "B60L3/00" OR "B60L50/70" OR "B60L50/75" OR "B60L53/54" OR "B60W10/28" OR "F24D101/30" OR "H01M10/66" OR "H01M4/86" OR "H01M8") AND TACD_ALL: ("寿命" OR "年限" OR "耐用度" OR "损坏率" OR "	6138 组

寿命与故障预测技术	损坏" OR "磨损" OR "故障率" OR "工作性能" OR "维修率" OR "衰减" OR "减弱" OR "活性" OR "性能损失" OR "损坏" OR "损毁" OR "故障" OR "异常" OR "泄漏" OR "泄露" OR "介质泄漏" OR "气体泄漏" OR "介质泄露" OR "外泄" OR "密封失效" OR "漏气现象" OR "泄漏点" OR "漏气" OR "气体外泄" OR "泄漏介质" OR "耐久" OR "耐用性" OR "腐蚀" OR "侵蚀" OR "传输损失" OR "气体跨膜" OR "life" OR "durability" OR "damage" OR "attenuat*" OR "weaken*" OR "fail*" OR "leakage" OR "corrosion" OR "gas transmembrane" OR "transmission loss") AND TAC_ALL:(("寿命" OR "年限" OR "耐用度" OR "损坏率" OR "损坏" OR "磨损" OR "故障率" OR "工作性能" OR "维修率" OR "衰减" OR "减弱" OR "活性" OR "性能损失" OR "损坏" OR "损毁" OR "故障" OR "异常" OR "Life" OR "Years" OR "Durability" OR "Damage Rate" OR "Damage" OR "Wear" OR "Failure Rate" OR "Working Performance" OR "Maintenance Rate" OR "Decay" OR "Weakening" OR "Activity" OR "Performance Loss" OR "Damage" OR "Damage" OR "Failure" OR "Abnormal") AND (“预测” OR “检测” OR “评价” OR “评估” OR “预估” OR “推测” OR “分析” OR “推算” OR “识别” OR “判断” OR “判定” “Predict*” OR "Detect*" OR "Evaluate*" OR "Estimate*" OR "Conjecture*" OR "Analyze*" OR "Identify*" OR "Judgment*"))	
S15 燃料电池-长寿命-故障诊	TAC_ALL:("燃料电池" OR "PEM" OR "PEMFC" OR "SOFC" OR "AFC" OR "PAFC" OR "MCFC") AND IPC:("B60K6/32" OR "B60L3/00" OR "B60L50/70" OR "B60L50/75" OR "B60L53/54" OR "B60W10/28" OR "F24D101/30" OR "H01M10/66" OR "H01M4/86" OR "H01M8") AND TACD_ALL:("寿命" OR "年限" OR "耐用度" OR "损坏率" OR "损坏" OR "磨损" OR "故障率" OR "工作性能" OR "维修率" OR "衰减" OR "减	808

断技术	弱" OR "活性" OR "性能损失" OR "损坏" OR "损毁" OR "故障" OR "异常" OR "泄漏" OR "泄露" OR "介质泄漏" OR "气体泄漏" OR "介质泄露" OR "外泄" OR "密封失效" OR "漏气现象" OR "泄漏点" OR "漏气" OR "气体外泄" OR "泄漏介质" OR "耐久" OR "耐用性" OR "腐蚀" OR "侵蚀" OR "传输损失" OR "气体跨膜" OR "life" OR "durability" OR "damage" OR "attenuat*" OR "weaken*" OR "fail*" OR "leakage" OR "corrosion" OR "gas transmembrane" OR "transmission loss") AND TAC_ALL: (("损坏率" OR "损坏" OR "磨损" OR "故障率" OR "工作性能" OR "维修率" OR "衰减" OR "减弱" OR "活性" OR "性能损失" OR "损坏" OR "损毁" OR "故障" OR "异常" OR "Damage Rate" OR "Damage" OR "Wear" OR "Failure Rate" OR "Working Performance" OR "Maintenance Rate" OR "Decay" OR "Weakening" OR "Activity" OR "Performance Loss" OR "Damage" OR "Damage" OR "Failure" OR "Abnormal") AND ("诊断" OR "诊断方法" OR "故障诊断" OR "故障检测" OR "故障预测" OR "故障诊断系统" OR "故障识别" OR "故障分析" OR "状态监测" OR "故障监测" OR "故障判断" OR "故障预警" OR "智能诊断" OR "Diagnosis" OR "Diagnosis method" OR "Fault diagnosis" OR "Fault detection" OR "Fault prediction" OR "Fault diagnosis system" OR "Fault identification" OR "Fault analysis" OR "State monitoring" OR "Fault monitoring" OR "Fault judgment" OR "Fault warning" OR "Intelligent diagnosis"))	
空气路 解耦控 制技术	TAC_ALL: ("燃料电池" OR "PEM" OR "PEMFC" OR "SOFC" OR "AFC" OR "PAFC" OR "MCFC") AND IPC: ("B60K6/32" OR "B60L3/00" OR "B60L50/70" OR "B60L50/75" OR "B60L53/54" OR "B60W10/28" OR "F24D101/30" OR "H01M10/66" OR "H01M4/86"	155

	OR "H01M8") AND TAC_ALL: ("空气路解耦" OR (("空气" OR "气体" OR "气流" OR "空气路" OR "主供气" OR "主气源" OR "气源" OR "气路" OR "输气" OR "供气" OR "送气" OR "给气" OR "进气" OR "通气") \$SEN ("解耦" OR "解耦控制" OR "完全解耦" OR "无耦合"))) OR "Air circuit decoupling" OR (("air" OR "gas" OR "air flow" OR "air circuit" OR "main air supply" OR "main air source" OR "air source" OR "air circuit" OR "gas transmission" OR "air supply" OR "air supply" OR "air supply" OR "air supply" OR "air intake" OR "air supply") \$SEN ("decoupling" OR "decoupling control" OR "complete decoupling" OR "uncoupling"))))	
动态压力修正补偿技术	TAC_ALL: ("燃料电池" OR "PEM" OR "PEMFC" OR "SOFC" OR "AFC" OR "PAFC" OR "MCFC") AND IPC: ("B60K6/32" OR "B60L3/00" OR "B60L50/70" OR "B60L50/75" OR "B60L53/54" OR "B60W10/28" OR "F24D101/30" OR "H01M10/66" OR "H01M4/86" OR "H01M8") AND TAC_ALL: ("动态压力" OR "动态压力测量" OR "瞬态压力" OR "Dynamic Pressure" OR "Dynamic Pressure Measurement" OR "Transient Pressure")	95
智能热管理系统	TAC_ALL: ("燃料电池" OR "PEM" OR "PEMFC" OR "SOFC" OR "AFC" OR "PAFC" OR "MCFC") AND IPC: ("B60K6/32" OR "B60L3/00" OR "B60L50/70" OR "B60L50/75" OR "B60L53/54" OR "B60W10/28" OR "F24D101/30" OR "H01M10/66" OR "H01M4/86" OR "H01M8") AND TAC_ALL: (((("智能" OR "自动" OR "Intelligent" OR "Automatic") AND ("热管理" OR "热控制" OR "电池热管理" OR "热量管理" OR "热管理方法" OR "热管理部件" OR "电池热管理系统" OR "热能管理" OR "热	144

	管理系统" OR "热管理技术" OR "热管理控制" OR "Thermal management" OR "Thermal control" OR "Battery thermal management" OR "Thermal management" OR "Thermal management method" OR "Thermal management component" OR "Battery thermal management system" OR "Thermal management" OR "Thermal management system" OR "Thermal management system" OR "Thermal management technology" OR "Thermal management control"))))	
功率闭环控制技术	TAC_ALL: ("燃料电池" OR "PEM" OR "PEMFC" OR "SOFC" OR "AFC" OR "PAFC" OR "MCFC") AND IPC: ("B60K6/32" OR "B60L3/00" OR "B60L50/70" OR "B60L50/75" OR "B60L53/54" OR "B60W10/28" OR "F24D101/30" OR "H01M10/66" OR "H01M4/86" OR "H01M8") AND TAC_ALL: ((("功率" OR "功率值" OR "工作频率" OR "最大功率" OR "额定功率" OR "工作电流" OR "平均功率" OR "功率大小" OR "电功率" OR "输出功率" OR "总功率" OR "功率输出" OR "功率范围" OR "输出电流" OR "Power" OR "Power value" OR "Operating frequency" OR "Maximum power" OR "Rated power" OR "Operating current" OR "Average power" OR "Power size" OR "Electrical power" OR "Output power" OR "Total power" OR "Power output" OR "Power range" OR "Output current") AND ("闭环控制" OR "反馈控制" OR "闭环调节" OR "自适应控制" OR "反馈调节" OR "反馈补偿" OR "补偿控制" OR "Closed loop control" OR "Feedback control" OR "Closed loop regulation" OR "Adaptive control" OR "Feedback regulation" OR "Feedback compensation" OR "Compensation control"))))	521

自适应排氢控制技术	TAC_ALL: ("燃料电池" OR "PEM" OR "PEMFC" OR "SOFC" OR "AFC" OR "PAFC" OR "MCFC") AND IPC: ("B60K6/32" OR "B60L3/00" OR "B60L50/70" OR "B60L50/75" OR "B60L53/54" OR "B60W10/28" OR "F24D101/30" OR "H01M10/66" OR "H01M4/86" OR "H01M8") AND TAC_ALL: (((("排" OR "排出" OR "吹出" OR "排除" OR "吹风" OR "扫除" OR "清除" OR "去除" OR "清扫" OR "吹扫" OR "吹洗" OR "吹除" OR "吹净" OR "扫吹") \$W3 ("H2" OR "氢"))) OR (("discharging" OR "blowing out" OR "discharging" OR "blowing" OR "sweeping" OR "clearing" OR "removing" OR "sweeping" OR "purging" OR "blowing" OR "blowing" OR "blowing" OR "blowing" OR "purging") \$W3 ("hydrogen" OR "hydrogen")))) AND TAC_ALL: (("自适应" OR "动态控制" OR "动态调节" OR "动态调整" OR "实时控制" OR "自适应控制" OR "连续控制" OR "同步控制" OR "实时调节" OR "自适应调整" OR "自动调整" OR "主动控制" OR "闭环控制" OR "智能" OR "智能控制" OR "自控" OR "全自动" OR "自动" OR "自动控制" OR "Adaptive" OR "Dynamic control" OR "Dynamic adjustment" OR "Dynamic adjustment" OR "Real time control" OR "Adaptive control" OR "Continuous control" OR "Synchronous control" OR "Real time adjustment" OR "Adaptive adjustment" OR "Automatic adjustment" OR "Active control" OR "Closed loop control" OR "Intelligent" OR "Intelligent control" OR "Automatic control" OR "Full automatic" OR "Automatic" OR "Automatic control"))	428
高效部件匹配技术	TAC_ALL: ("燃料电池" OR "PEM" OR "PEMFC" OR "SOFC" OR "AFC" OR "PAFC" OR "MCFC") AND IPC: ("B60K6/32" OR "B60L3/00" OR "B60L50/70" OR "B60L50/75" OR "B60L53/54" OR "B60W10/28" OR "F24D101/30" OR "H01M10/66" OR "H01M4/86"	390

	OR "H01M8") AND TAC_ALL:((((("电堆" OR "燃料电池电堆" OR "燃料电池堆" OR "燃料电池组" OR "电池堆" OR "Electric stack" OR "Fuel cell stack" OR "Fuel cell stack" OR "Fuel cell pack" OR "Battery stack") AND ("经济" OR "低廉" OR "实惠" OR "便宜" OR "成本" OR "节约成本" OR "成本低" OR "经济效益" OR "效率" OR "工作效率" OR "提升效率" OR "高效" OR "高效率" OR "高效能" OR "效率高" OR "Economic" OR "Low" OR "Affordable" OR "Cost" OR "Cost saving" OR "Low cost" OR "Economic benefit" OR "Efficiency" OR "Work efficiency" OR "Improve efficiency" OR "High efficiency" OR "High efficiency")))) AND TAC_ALL:((((("零部件" OR "部件" OR "构件" OR "组件" OR "增湿器" OR "增湿装置" OR "加湿器" OR "加湿装置" OR "空压机" OR "空气压缩机" OR "空压机组" OR "增压机" OR "气体压缩机" OR "空气压缩" OR "压缩机" OR "空气压机" OR "空压泵" OR "空气泵" OR "氢气循环泵" OR "引射器" OR "喷射器" OR "引射混合器" OR "二级引射器" OR "引射管" OR "文丘里管" OR "水泵" OR "循环泵" OR "循环水泵" OR "增压泵" OR "加压泵" OR "Components" OR "Humidifiers" OR "Air Compressors" OR "Air Compressor Units" OR "Boosters" OR "Gas Compressors" OR "Air Compressors" OR "Compressor" OR "Air Compressors" OR "Air Pumps" OR "Hydrogen Circulation Pumps" OR "Ejectors Mixers" OR "Secondary Ejectors" OR "Ejectors" OR "Venturi pipe" OR "water pump" OR "circulating pump" OR "circulating pump" OR "booster pump") AND (匹配 OR "匹配" OR "配合" OR "适配" OR "相适" OR "相适应" OR "配套" OR Matching OR "adapting"))))	
低流阻	TAC_ALL:("燃料电池" OR "PEM" OR "PEMFC" OR "SOFC" OR "AFC" OR "PAFC" OR	246

进气系统	"MCFC") AND IPC: ("B60K6/32" OR "B60L3/00" OR "B60L50/70" OR "B60L50/75" OR "B60L53/54" OR "B60W10/28" OR "F24D101/30" OR "H01M10/66" OR "H01M4/86" OR "H01M8") AND TAC_ALL: ("流阻" OR "流动阻力" OR "流体阻力" OR "流通阻力") AND TAC_ALL: ("进气" OR "吸气" OR "进气道" OR "供气" OR "进气管道" OR "进气通道" OR "进气系统")	
寿命与故障预测技术	TAC_ALL: ("燃料电池" OR "PEM" OR "PEMFC" OR "SOFC" OR "AFC" OR "PAFC" OR "MCFC") AND IPC: ("B60K6/32" OR "B60L3/00" OR "B60L50/70" OR "B60L50/75" OR "B60L53/54" OR "B60W10/28" OR "F24D101/30" OR "H01M10/66" OR "H01M4/86" OR "H01M8") AND TAC_ALL: (("寿命" OR "年限" OR "耐用度" OR "损坏率" OR "损坏" OR "磨损" OR "故障率" OR "工作性能" OR "维修率" OR "衰减" OR "减弱" OR "活性" OR "性能损失" OR "损坏" OR "损毁" OR "故障" OR "异常" OR "Life" OR "Years" OR "Durability" OR "Damage Rate" OR "Damage" OR "Wear" OR "Failure Rate" OR "Working Performance" OR "Maintenance Rate" OR "Decay" OR "Weakening" OR "Activity" OR "Performance Loss" OR "Damage" OR "Damage" OR "Failure" OR "Abnormal") \$W5 (“预测” OR “检测” OR “评价” OR “评估” OR “预估” OR “推测” OR “分析” OR “推算” OR “识别” OR “判断” OR “判定” OR “Predict*” OR "Detect*" OR "Evaluate*" OR "Estimate*" OR "Conjecture*" OR "Analyze*" OR "Identify*" OR "Judgment*"))	4437