

电力设备与新能源行业

行业研究/深度报告

产业化进程加速，国内供应商将充分受益

—燃料电池行业深度报告

深度研究报告/电力设备与新能源行业

2020年11月2日

报告摘要：

● 氢能源是下一代清洁能源，我国氢资源丰富，氢能发展利用前景广阔

全球正经历从化石能源向氢能等非化石能源过渡的第三次能源体系重大转换期，氢能绿色清洁，热值高达汽油的三倍，是理想的能量载体和清洁能源。氢能源的利用对我国具有中长期战略意义，短期能够降低汽车尾气排放保护环境，中长期可以降低石化能源对外依赖。我国每年产氢约 2200 万吨，占世界氢产量的三分之一，具有全球最大规模的氢资源。当前我国大部分氢气应用于工业领域，氢能源的使用仍有极大待开发潜力。

● 国内外扶持政策不断释放，燃料电池汽车迎重要机遇期

燃料电池汽车是氢能源利用极具成长性的下游行业，相比纯电动汽车充电时间较长，燃料电池汽车加氢快，具有能源补给的时间优势。世界主要发达国家都积极推进氢能和燃料电池产业发展，我国政策也对燃料电池汽车持续加强战略支持，根据中国《节能与新能源汽车产业技术路线图》，我国规划到 2030 年燃料电池汽车保有量达到 100 万辆，加氢站超过 1000 座，燃料电池汽车迎高速增长。

● 燃料电池汽车有望复制纯电动汽车发展路径，商用车领域有望率先放量

我国燃料电池汽车仍处于初始导入阶段，产业发展速度依赖于产品成熟度和成本降低。参考我国锂离子电池纯电动汽车的发展路径，从 2009 年开始导入，2013-2015 年产销销量迎来爆发。我们预计燃料电池汽车有望通过产业链的规模化生产实现综合成本持续降低。由于目前我国加氢站建设数量仍较少，预计行驶路径较为固定的商用车燃料电池应用将会率先放量。

● 燃料电池系统产业化进程加快，国产化率持续提升

当前燃料电池系统成本仍较高，随着生产规模扩大成本将快速下降。根据美国能源部测算，目前电堆成本约 120 美金/千瓦，当燃料电池发动机年产量达到 50 万套时，燃料电池电堆及发动机成本可分别下降至 19 美元/千瓦及 45 美元/千瓦。我国燃料电池系统已实现了国产化，燃料电池系统的核心--电堆环节国产化率也持续提升，随着燃料电池汽车销量持续提升，预计国内燃料电池汽车核心零部件公司将充分受益。

● 投资建议

燃料电池汽车行业的发展将带动产业链国内供应商快速成长，建议关注燃料电池电堆及系统龙头企业亿华通，建议关注燃料电池系统、压缩机、催化剂等领域优质公司雪人股份、鲍斯股份、雄韬股份、贵研铂业，燃料电池商用车已有较好商业化基础，建议关注潍柴动力、宇通客车、中通客车。

● 风险提示

政策不达预期，加氢站建设进度不及预期，关键设备技术进步及成本下降不及预期，氢能及燃料电池产业链重大安全问题。

推荐

首次评级

行业与沪深 300 走势比较



资料来源：WIND，民生证券研究院

分析师：于潇

执业证号：S0100520080001

电话：021-60876734

邮箱：yuxiao@mszq.com

相关研究

盈利预测与财务指标

代码	重点公司	现价 10月30日	EPS			PE			评级
			2019A	2020E	2021E	2019A	2020E	2021E	
688339	亿华通-U	144.97	1.21	0.86	1.41	120	169	103	暂未评级
002639	雪人股份	5.64	0.08	-	-	71	-	-	暂未评级
002733	雄韬股份	16.26	0.49	0.17	0.67	33	96	24	暂未评级
300441	鲍斯股份	9.19	-0.22	0.35	0.43	-42	26	21	暂未评级
600459	贵研铂业	21.3	0.56	0.89	1.16	38	24	18	暂未评级
000338	潍柴动力	15.13	1.15	1.25	1.38	13	12	11	暂未评级
600066	宇通客车	16	0.88	0.57	0.89	18	28	18	暂未评级
000957	中通客车	6.76	0.06	-	-	113	-	-	暂未评级

资料来源：公司公告、民生证券研究院（暂未评级公司盈利预测来自 Wind 一致预期）

目录

一、我国氢能发展利用前景广阔	4
1、氢能：下一代基础性能源材料.....	4
2、我国具有全球最大规模的氢资源.....	5
二、燃料电池是氢能的重要应用	10
1、氢能的重要应用-燃料电池.....	10
2、氢能利用涉及到的关键技术.....	14
三、国内外政策不断释放，燃料电池汽车处于爆发前夕	20
1、主要发达国家和我国都对燃料电池汽车提出了积极的发展规划.....	20
2、燃料电池产业发展依赖于产品成熟和成本降低.....	23
3、燃料电池汽车处于爆发前夜，有望复制纯电动汽车发展路径.....	26
四、氢能及燃料电池产业链	30
1、氢能产业链：加氢站网络是燃料电池汽车发展重要条件.....	30
2、燃料电池的核心部件：电堆.....	31
3、催化剂是减少电堆成本的关键.....	34
4、双极板对电池性能影响较大.....	35
五、重点公司	36
1、亿华通：专注燃料电池发动机系统，手握技术和市场双重先发优势.....	36
2、雪人股份：压缩机领先企业，切入燃料电池设备及零部件领域.....	38
3、雄韬股份：积极布局燃料电池，彰显战略雄心.....	39
4、鲍斯股份：压缩机优质企业，潜在空压机供应商.....	40
5、贵研铂业：燃料电池催化剂标的，样品处于验证阶段.....	40
6、潍柴动力：携整车市场与品牌优势，燃料电池布局加速.....	41
7、宇通客车：客车龙头，燃料电池布局先发制人.....	41
8、中通客车：掌握燃料电池发动机集成技术，产品实现批量稳定出货.....	42
六、风险提示	42
插图目录	43
表格目录	44

一、我国氢能发展利用前景广阔

1、氢能源：下一代基础性能源材料

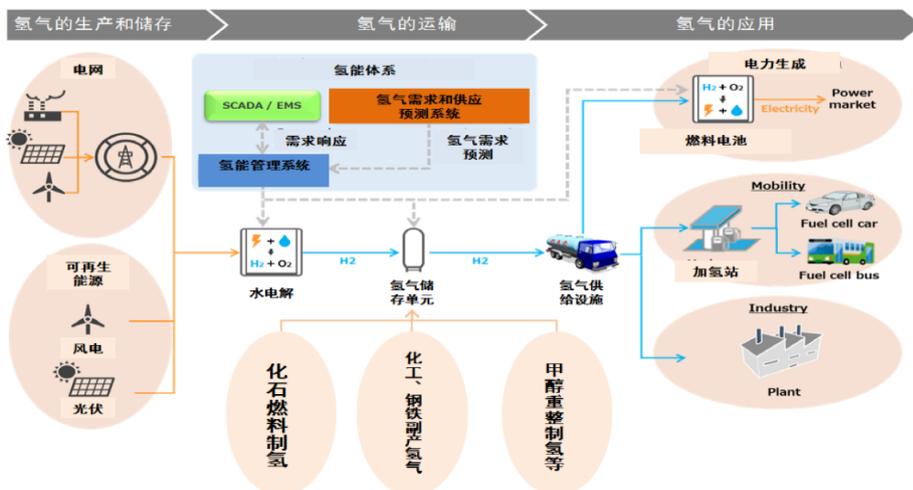
国际能源转型一直沿着从高碳到低碳、从低密度到高密度的路径进行，而氢气是目前公认的最为理想的能量载体和清洁能源提供者。氢气无毒无害，反应物为水，绿色清洁，热值高，相当于汽油的三倍，被誉为“21世纪的终极能源”。

我国氢能产业链的发展已被置于历史新高度。过去两年内，国家部委对氢能燃料电池展开密集调研。2018年12月，财政部副部长刘伟带队到上海市实地调研新能源汽车行业，特别是燃料电池产业情况。2019年4月，工信部副部长辛国斌赴广东开展《新能源汽车产业发展规划（2021-2035年）》编制调研。在2019年，政府工作报告提到“推动充电、加氢等设施建设”，这是氢能首次写入政府工作报告。

氢能源的利用对我国具有中长期战略意义。从氢能开发推广来看，日本、德国均为技术和产业应用领先国家。李克强总理参观丰田氢燃料电池之后，调动多个部委资源开产氢能源的调研和市场开发。

- **短期：降低汽车尾气排放，城市环境保护。**以北京市为例，机动车排放了全市58%的氮氧化物、40%的挥发性有机物和22%的细颗粒物。氢源自柴油发动机应用的车辆市场具有推广价值，而柴油发动机车辆在港口/码头、城市公交、跨城货运等领域带来显著的污染。
- **中长期：降低石化能源对外依赖。**中国石油集团经济技术研究院发布《2018年国内外油气行业发展报告》中提到，2018年中国的石油进口量为4.4亿吨，石油对外依存度升至69.8%；天然气进口量1254亿立方米，对外依存度升至45.3%。

图1：氢能源利用场景全貌

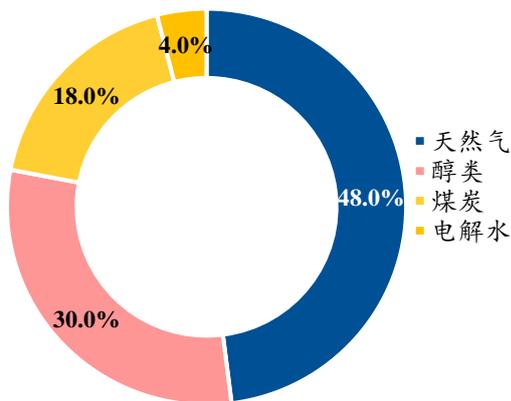


资料来源：日本东芝，民生证券研究院

2、我国具有全球最大规模的氢资源

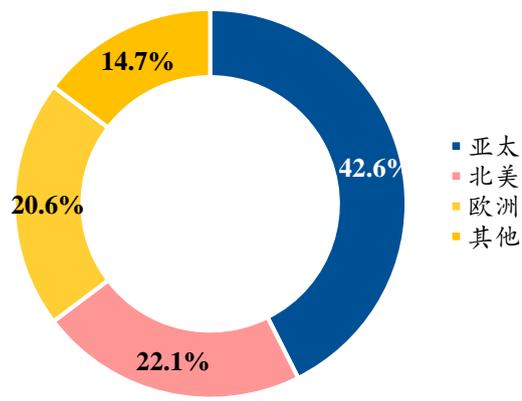
工业氢气提纯具备充足的氢资源，我国氢气产能规模全球最大。从氢气生产来源来看，化石资源制氢居主导地位，全球主要人工制氢原料的96%以上都来源于传统化石资源的热化学重整，仅有4%左右来源于电解水。从地域分布上看，亚太地区的氢气产能最大，而我国是目前氢气产能最大的国家，也是氢气生产分布最广的国家。目前国际制氢年产量6300万吨左右，我国每年产氢约2200万吨，占世界氢产量的三分之一，是世界第一产氢大国。

图2: 全球工业氢气原料占比



资料来源：中国知网，民生证券研究院

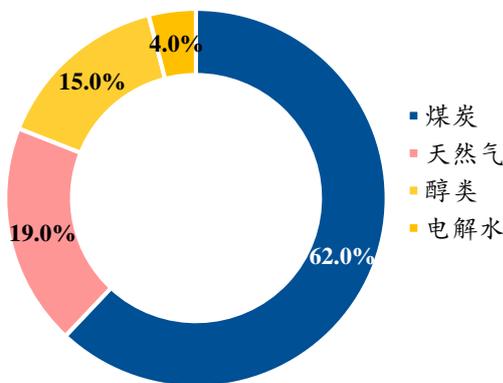
图3: 全球工业氢气生产格局



资料来源：中国知网，民生证券研究院

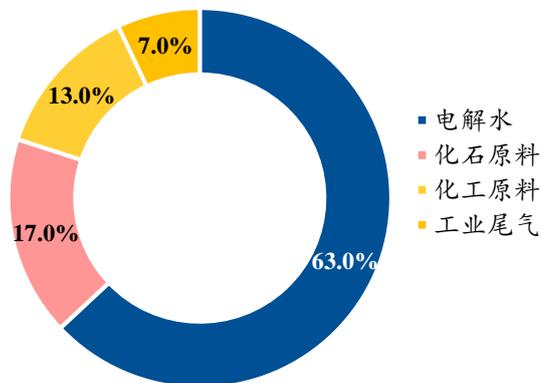
我国的煤炭和天然气资源储备丰富，以上两者也是我国人工制氢的主要原料，占比分别为62%和19%。随着煤制合成气、煤制油产业的发展，煤制氢产量逐年增多，其规模较大、成本较低，制氢成本约20元/kg，煤气化制氢具有较大发展潜力。电解水制氢在我国氢气占比中仅占约4%，但在日本氢工业中占有特殊的地位，其盐水电解制氢的产能占日本所有人工制氢总产能的63%。

图4: 中国工业氢气原料占比



资料来源：中国知网，民生证券研究院

图5: 日本氢能原料占比



资料来源：中国知网，民生证券研究院

我国氢能资源在全球范围具有一定性价比优势。目前我国加氢气成本大约在 70 元/kg，较美国和日本在成本上仍较高，然而我国的汽油成本显著高于美国，从氢油比（氢气成本/汽油成本）角度考虑有一定性价比优势。

表1: 主要国家氢气、汽油成本及氢油比

国家	加氢气成本（人民币元/kg）	加汽油成本（人民币元/公升）	氢油比
中国	70	7.5	9.3
日本	55	9.2	6
美国	65	5.6	11.7
德国	100	11.8	8.5

资料来源：高工氢电，民生证券研究院整理

我国氢能资源的使用仍有极大待开发潜力。当前我国大部分氢气应用于工业领域，主要被合称氨、合成甲醇、石油炼化、回炉助燃灯消耗，属于自产自消的模式。每年仅有不到 500 吨的氢气对外部市场供应和销售，氢资源利用潜力巨大。

图6: 我国氢气主要来源及消耗途径

一次能源	副产氢 (779.4万吨)	氯碱厂副产氢71.4万吨	H ₂	氢气尾气89万吨
		焦炉煤气副产氢708万吨		合成氨耗氢958万吨
	专用设备制氢 (1779.5万吨)	煤制氢1071.3万吨		合成甲醇耗氢483万吨
		天然气制氢363.4万吨		氢气尾气24.1万吨
		炼厂制氢344.8万吨		石油炼化耗氢242万吨
				回炉助燃耗氢396.84吨
		副产氢最大商用约365.9万吨		

资料来源：国家能源局，莫尼塔，民生证券研究院

各类氢气来源存在一定的技术和成本差别，电解制氢与煤炭、天然气制氢成本仍有较大差距。氢气的制备主要可分为制取氢气和提纯氢气两大类，煤炭制氢成本最低，为 0.8~1.1 元/立方米，天然气制氢成本为 0.9~1.5 元/立方米，我国的电解制氢发展仍处早期，成本在 3 元/立方米左右，未来还有较大下降空间。

表2: 主要各类氢气来源制备成本

氢气来源形式		当前已具领先性技术路线说明	制备成本
制取氢气	煤炭	将煤炭与氧气混合加压加热实现煤气化，通过气化反应粗制合成气，再经酸性气体脱除工艺脱除 CO ₂ 、H ₂ S 和 COS，送至 PSA 净化，生产出满足要求的氢气。	大型规模： 0.8~1.1 元/立方米
	天然气	蒸汽重整法：在一定的压力和高温及催化剂作用下，天然气中烷烃和水蒸汽发生化学反应。转化气经过沸锅换热、进入变换炉使 CO 变换成 H ₂ 和 CO ₂ 。再经过换热、冷凝、汽水分离、气体吸附等，得到满足要求的氢气。	中小型规模： 0.9~1.5 元/立方米
	电解	纯水中加入提高导电性能溶质，获得产品含量极高。	3 元/立方米左右
提纯氢气	焦炉气提纯	焦炉气是焦炭生产过程中的副产品，大部分产能集中于钢企。焦炉煤气组成中体积含氢气 55—60%、甲烷 23—27%、一氧化碳 6-8% 等，将其中的苯、硫等杂质去除之后，使用变压吸附装置可以将焦炉煤气中的氢气提纯。	1.1~1.4 元/立方米
	氯碱副产气体提纯	氢气为电解食盐水生产烧碱的副产物。离子膜烧碱装置每生产 1 吨烧碱可副产 280Nm ³ (0.025 吨) 氢气。在副产混合气体中，CO 含量仅 4.8%，基本不含硫化物。	1.3 元/立方米
	PDH 和轻烃裂解副产提纯	粗氢气的纯度已经高达 99.8%，仅需分离含量少量超标硫化物。	提纯难度低，成本极高

资料来源：民生证券研究院整理

地方政府和能源企业对于工业氢气的利用有切实的发展意愿。我国每年弃光、弃风、弃水等大约有 1000 亿度电，工业副产氢也有 1000 万吨以上，对于这两个“1000”的利用，全国多地政府和能源企业都已积极开展相应布局。

表3: 我国主要类型氢气来源典型企业相关布局

氢气来源形式		典型企业的相关布局
制取氢气	煤炭	<p>神华集团：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、全国最大的煤制氢生产商，年产的氢气超过 400 万吨，全球排名第一，并且拥有 80 台煤气化炉，可为四千万辆燃料电池汽车提供氢。 2、神华在氢气的生产过程中已经实现了二氧化碳的封存，实现了零排放。 3、神华集团已经建成的世界上第一套百万吨级煤炭直接液化示范工厂，采用两套荷兰壳牌(Shell)公司的 SCGP 粉煤加压气化工艺，为煤液化、加氢稳定、加氢改质等装置提供氢气原料，单套日产氢能力为 313 吨，氢气纯度为 99.5%(mole)，CO+CO₂ ≤ 20 μg/g。

天然气	新奥能源:
	1、新奥集团共拥有天然气运输车 500 余辆，CNG、LNG 运输能力超过 10 亿立方米/年，一次最大运输能力超过 1,405 万立方米。
	2、新奥集团于 2017 年明确了"高效天然气重整制氢技术"和"燃料电池分布式利用技术"研发方向；承接推广"煤催化气化技术"、"加氢气化技术"并作为驱动工程服务、装备生产的重要技术因素。
	3、2019 年 3 月，上海新奥燃气与浦江气体在上海签署战略协作结构协议，一起布局氢能产业链，在长三角树立氢气出产运送基地、建造加氢站网络、建造氢能使用演示项目。
电解	长江电力: 水电发电，2018 年与清华大学合作，开展“清洁富余水电电解水制氢产业发展规划及相关示范工程可行性研究”项目，高效利用水电资源，为布局氢能产业奠定基础。
	新奥能源: 在 2018 年顺利实施了张家口氢能利用项目，建成了目前国内最大的电解水制氢项目。
焦炉气提纯	美锦能源: 公司在山西成立了焦炉煤气制氢基地，炼焦过程中焦炉煤气富含 50% 以上氢气，可以降低成本制氢，焦炉煤气经提纯后可为华中、华东、华南地区的加氢站和氢燃料电池汽车输送原料氢，同时公司也在布局气站与加氢站。
氯碱副产气体提纯	中泰化学: 全国大型氯碱化工企业，公司对于氯碱生产的防治污染措施主要为氯乙烯变压吸附制氢、氯化氢降膜吸收等。
提纯制氢	东华能源:
	1、公司确立了以 LPG 销售为基础，以 LPG 深加工及氢能发展为导向的发展格局，通过上游资源掌控、中游完善分销体系和资产配套、下游开展产业综合利用等已形成完整的丙烷-丙烯-聚丙烯全产业链。公司充分利用 LPG 深加工项目的副产品氢气，借力区位优势，布局加氢站，打通氢能运输通道，完善氢能供应链。
	2、张家港东华港城加氢站是目前江苏地区首个商业化运营加氢站，标志着氢能综合利用取得实质性进展。
	3、公司 LPG 深加工项目每年副产约 6 万余吨高纯度氢气，随着宁波二期 PDH 装置的投运，未来几年公司氢气产量将成倍增长，为公司布局氢能源产业提供了重要的资源保障。
PDH 和轻烃裂解副产提纯	卫星石化:
	1、年产 45 万吨 PDH 二期项目已于 2018 年底建成并在 2019 年 2 月投产。
	2、2018 年利用 PDH 富余氢气建成年产 22 万吨双氧水装置，主要从循环经济出发综合利用丙烷脱氢制丙烯装置副产的氢气。

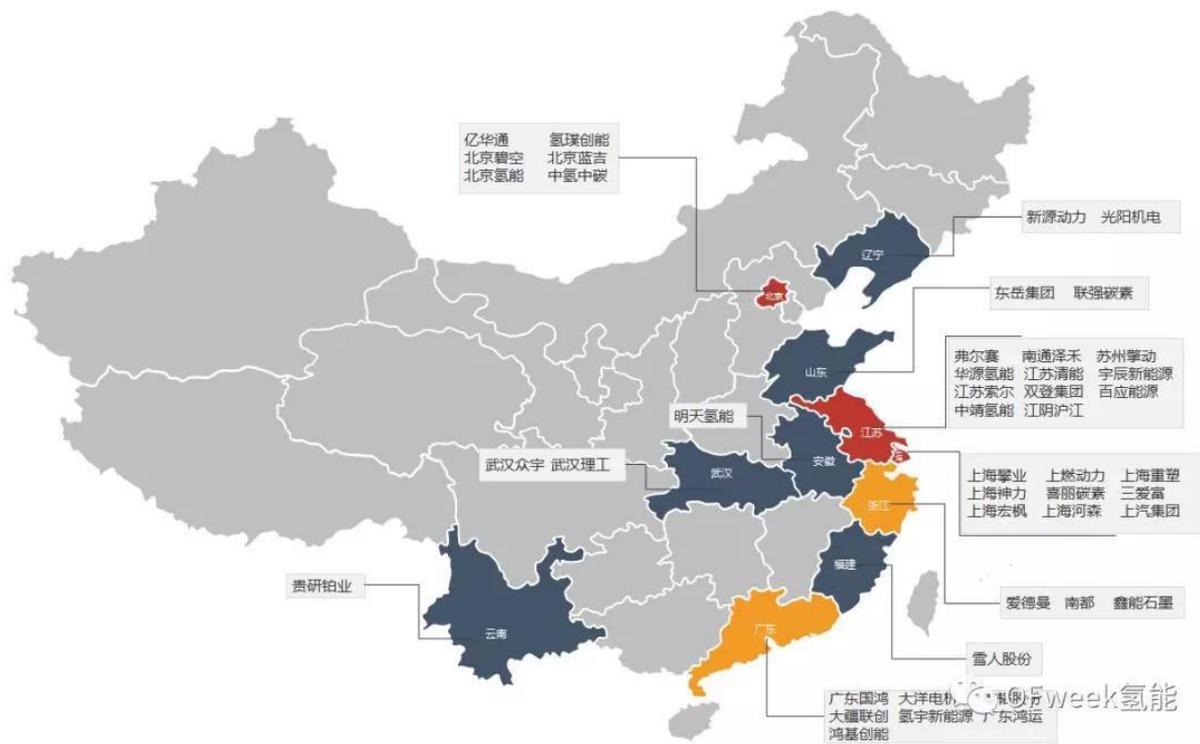
资料来源：亿华通招股说明书，高工氢能，民生证券研究院整理

我国氢能利用已具备一定技术基础，从航天、军用逐渐向民用推广，在华北、华东和海南等地区形成了氢能源区域产业集群。

- **航天领域:** 航天科技集团六院北京 11 所研制的 YF-75 氢氧发动机。迄今为止，YF-75 发动机已参加 97 次飞行任务。2004 年探月工程正式开展后，YF-75 发动机是嫦娥系列任务中主力装备。2019 年嫦娥四号探测器首次在月球背面预选区域着陆，也由来自装备 YF-75 氢氧发动机的长三甲系列火箭完成。
- **军用领域:** 中国船舶重工集团开发的燃料电池潜艇，从斯特林发动机替换为氢燃料电池，基于质子交换膜燃料电池和金属储氢技术。

- **先进技术的民用化推广。**航天科技集团六院长期致力于氢能在火箭发动机领域的研究和应用，在燃料电池技术领域，拥有质子交换膜燃料电池系统动力应用、可再生能源储能应用及泵阀关键部件技术，具备了百千瓦级氢氧/氢空及再生燃料电池系统研制能力。中船重工七一二所研发的首台 58 千瓦燃料电池发动机，2019 年 5 月顺利通过中汽中心天津汽车检测中心的强制性检验，这款型号为 CS1C712-FCE58A 的发动机，采用氢空质子交换膜燃料电池电堆，是七一二所面向城市客车开发的燃料电池发动机。

图7: 我国氢能行业的产业集群分布图



资料来源: Ofweek 氢能网, 民生证券研究院

二、燃料电池是氢能源的重要应用

1、氢能源的重要应用-燃料电池

氢能源为电力能源的重要载体。电能替代是社会能源消费的长期趋势，氢能源最终通过电力能源实现。合理利用氢能，一方面能提高能源利用效率，减少能源浪费，另一方面可以控制环境污染，降低大气污染和温室气体排放。从中长期来看，加大氢能的发展利用将进一步保障我国能源安全。

氢能源的单位热值远高于汽油、柴油、焦炭等，将满足电力能源的供给需求错配。氢能的热值较高，通过大型移动的运输设备，未来将会使能源消耗错配做到极致。氢能既可作为化学能源形式的长周期储备，又可于交通领域应用在长途运输、大卡车、海洋运输等环节，还可以应用在高温加热的工艺产业上。清华大学教授毛宗强在氢能行业会议上表示，氢能的应用是多方面的，也是未来有望代替石油和天然气的清洁能源。

表4: 主要物质的热值对比

物质	1000 千焦/kg	千卡/千克
干木柴	12.6	3010
焦炭	29.7	7095
酒精	30.2	7214
木炭	33.5	8003
无烟煤	33.5	8003
煤气	41.9	10009
柴油	42.7	10201
煤油	46.1	11013
汽油	46.1	11013
氢气	142.5	34043
电力	-	860/kwh

资料来源：中国知网,民生证券研究院

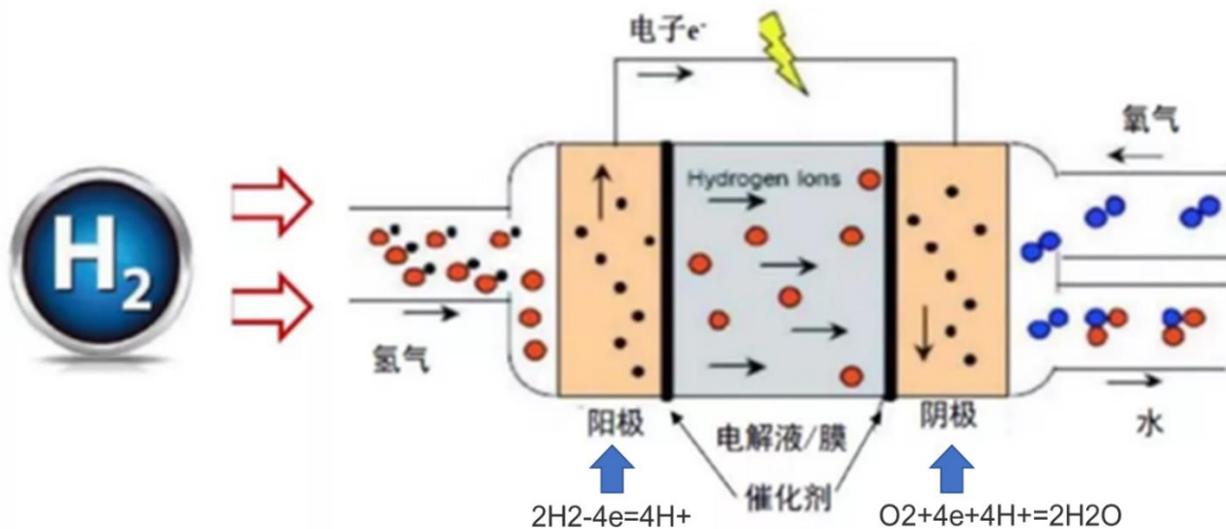
图8: 主要能源的效率对比



资料来源: A portfolio of power-trains for Europe- a fact-based analysis, 民生证券研究院

燃料电池汽车是氢能源利用极具成长性的下游行业。虽然氢燃料电池汽车（FCEVs）在我国目前处于起步阶段，但燃料电池汽车性能的优秀不可否认，目前国外大规模销售的FCEVs各方面性能与内燃机汽车不相上下，有些远优于电动汽车（BEVs）。燃料电池具有环境友好、发电效率高、噪音低、可用燃料范围广等优点，当前我国燃料电池产业的主要发展瓶颈在于生产成本高（铂催化剂价格高昂）、技术水平较国际落后以及氢产业链配套设施不够成熟，远期的发展空间巨大。

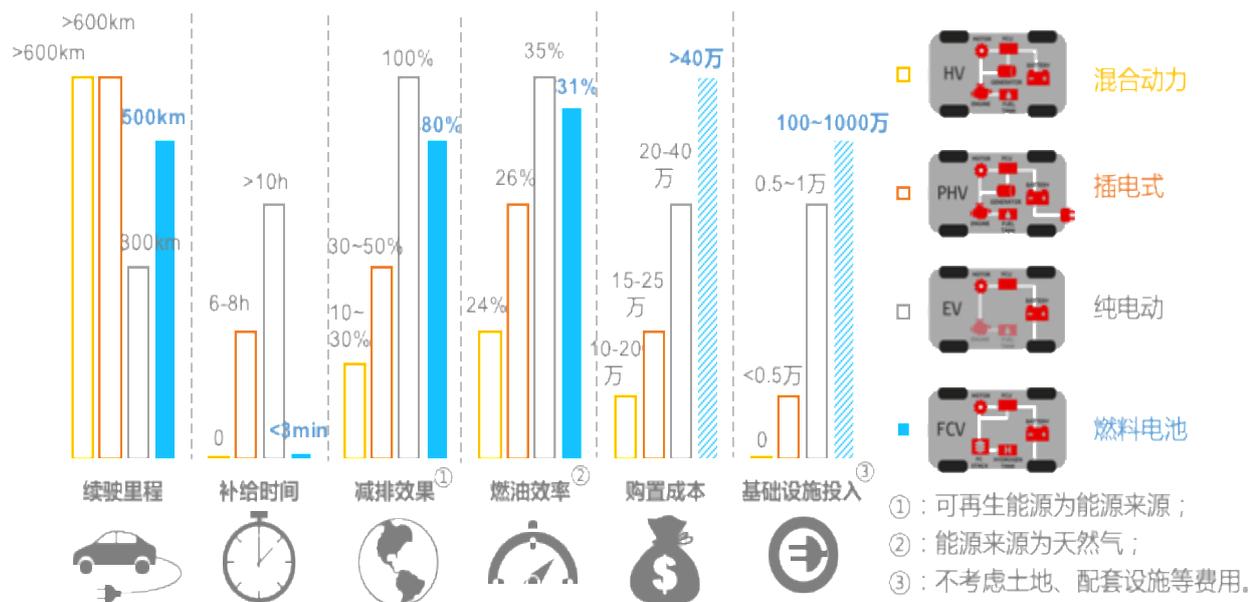
图9: 氢氧燃料电池构造及工作原理



资料来源: A portfolio of power-trains for Europe- a fact-based analysis, 民生证券研究院

燃料电池汽车具有能源补给的时间优势和经济性劣势，运营市场将会是起步阶段重点发展领域。燃料电池汽车的续航里程普遍在 500 公里以上，和目前中高端纯电动汽车续航相当，而从能源补给时间角度，燃料电池汽车加氢仅需不到 3 分钟，远低于插电混动或纯电动汽车。由于目前燃料电池汽车产业发展仍处于初期阶段，加氢站等基础设施投入以及整车制造成本都较高，短期来看燃料电池汽车比较适合的应用场景预计会是运营市场。

图10: 主要四种动力类型新能源汽车对比



资料来源：A portfolio of power-trains for Europe- a fact-based analysis，民生证券研究院整理

质子交换膜燃料电池对我国氢能产业发展更具有现实意义。氢燃料电池按不同电解质可分为碱性燃料电池、磷酸燃料电池、熔融碳酸盐燃料电池、固体氧化物燃料电池和质子交换膜燃料电池 (PEMFC)。其中，质子交换膜燃料电池的工作温度最低，还具有响应速度快和体积小等特点，目前最契合新能源汽车的使用，被认为是未来燃料电池汽车最重要的发展方向之一。

表5: 燃料电池分类型主要参数对比

燃料电池类型	碱性燃料电池 (AFC)	磷酸燃料电池 (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)
电解质	KOH	磷酸	(K,Li)CO ₃	氧化钇, 氧化锆	全氟磺酸膜
导电离子	OH (-)	H (+)	CO ₃ (2-)	O (2-)	H (+)
阳极催化剂	Pt/Ni	Pt/C	Ni/Cr	Ni/ZrO ₂	Pt/C
阴极催化剂	Pt/Ag	Pt/C	Li/NiO	Sr/LaMnO ₃	Pt/C 或 PtM/C
工作温度 (°C)	50~200	100~200	650~700	900~1000	室温~100

燃料	纯氢	重整气	净化煤气、 天然气、重 重整气	净化煤气、天然气	氢气，重整氢
启动时间	几分钟	几分钟	超过 10 分 钟	超过 10 分钟	<5S
质量发电功率 (W/kg)	35~105	100~200	30~40	15~20	300~750
功率密度 (W/cm ²)	0.5	0.1	0.2	0.3	1~2
代表企业	AFC Energy	富士电机	Fuelcell Energy	西屋	巴拉德、亿华通
代表应用	航空航天	发电单元	发电单元	发电单元	汽车

资料来源：中国知网，民生证券研究院

锂电池在乘用车领域更具优势。锂电池产品较燃料电池有更简单的产品结构，更清晰的发展路径和更成熟的产业化分工，当前产品系列性能也区域丰富。锂电池性能的不断提升，正逐渐蚕食众多原本燃料电池具有领先优势的应用领域。在 2019 年燃料电池行业会议中，上海捷氢科技有限公司系统开发部总监表示，他们对比了纯电动车型和氢燃料电池汽车型在未来的竞争优势，从成本上来说，乘用车续航里程 400 公里以下，燃料电池相对纯电动是没有优势的。

燃料电池的产业化应用，尚处于中长期能源战略布局的地位。

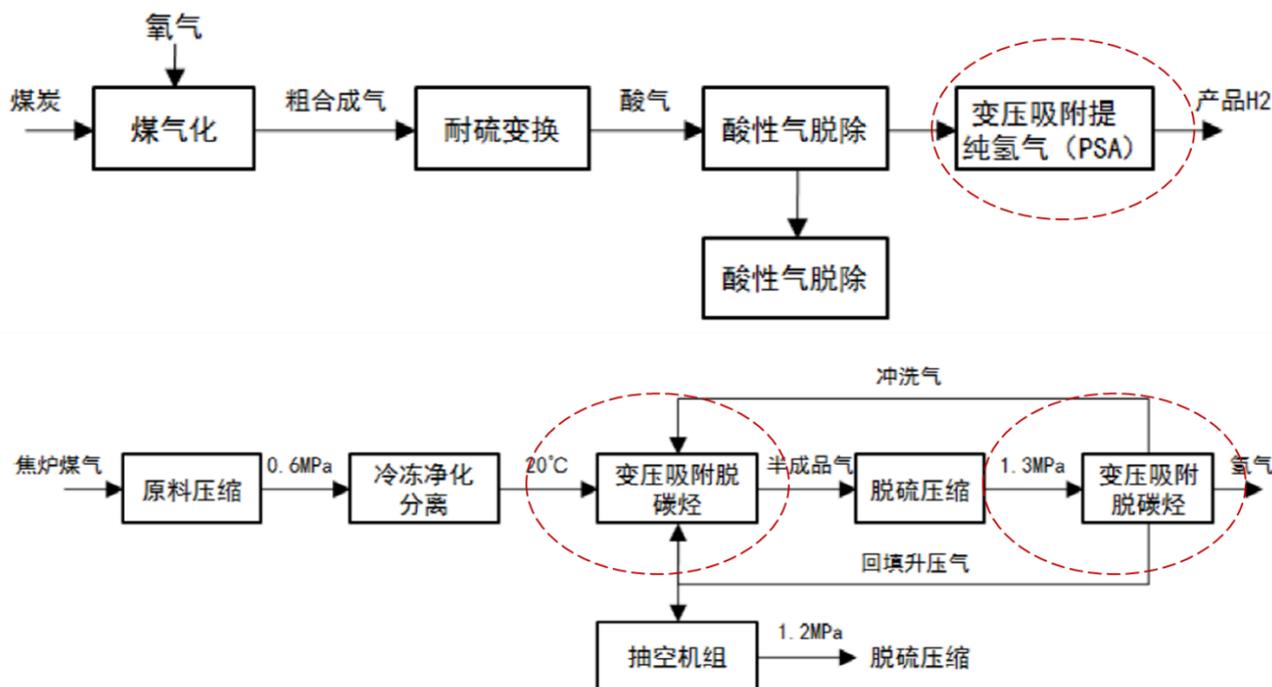
- **商用车领域燃料电池驱动定位为辅助能源：**潍柴动力董事长谭旭光表示：发展新能源车并不是要完全取代柴油车，而是应用在适合采用新能源车辆的工况中。比如城市公交、港口牵引车等，推广新能源车辆，使其与柴油车搭配工作，能够兼顾经济效益与社会环保。他甚至预言，未来 20-30 年，氢将成为能源结构的重要组成部分，但市占率不会超过 10%。
- **当前船舶动力 95%是柴油体系，尚未实现天然气化，燃料电池中长期或存增长空间。**受成本、安全、寿命等多种因素影响，燃料电池在民用船舶领域目前尚不具备大规模商业化应用的条件，但是随着国际公约法规对船舶排放要求的日益严格，燃料电池系统卓越的排放性能有可能将其推向船舶动力市场的新风口，尤其是豪华游轮在船舶行业逐渐崛起的今天，燃料电池系统噪音低的优势完美满足了豪华游轮对舒适度的要求。

2、氢能利用涉及到的关键技术

氢能制取-混合气体的变压吸附技术（PSA）。

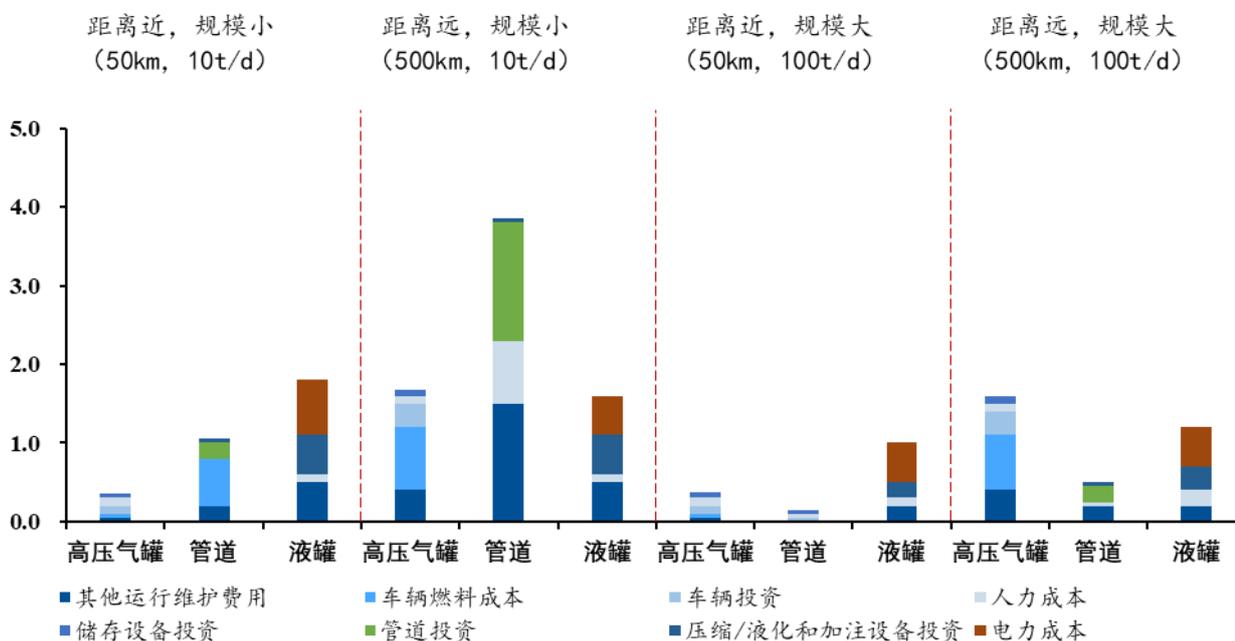
- 基本原理：变压吸附的基本原理是：利用吸附剂对气体的吸附有选择性，即不同的气体（吸附质）在吸附剂上的吸附量有差异和一种特定的气体在吸附剂上的吸附量随压力变化而变化的特性，实现气体混合物的分离和吸附剂的再生。
- 当前应用：变压吸附技术在石油化工、医药、食品饮料等行业具有广泛应用，四川天一科技、上海化工研究所和北大先锋公司是国内领先的变压吸附系统设计建设机构。在石化领域，PSA法得到的氢气纯度可达到99.9%以上水平（燃料电池需求纯度为99.99%）。上市公司：天科股份（西化院下属）。

图11： 氢能制取工艺流程示意图



资料来源：亿华通招股说明书，民生证券研究院整理

氢能运输-从拖车输送到管道输送。目前钢企副产氢气是加氢站氢气的主要来源，其被使用高压氢气瓶集束拖车运输。举例来说，若1辆拖车装有18个高压氢气瓶，每次可以以20MPa的压力运送4000Nm³的氢气。平时站区里停泊2辆拖车，另有1辆拖车往返加氢站和氢源之间，运送氢气，并替换站内空车。基于200km左右运输距离和每天10吨的运输规模来测算，气氢拖车的成本可以达到2.02元/kg。

图12: 从拖车运输到管道运输不同类型氢气运输成本 (元/kg)


资料来源: 清华大学, 民生证券研究院

氢能源运输-从高压气罐到管道输送。

- **高压气罐:** 依托 LNG 产业基础, 一般长管储氢压为 15~20MPa, 一般单管储氢量为 17~20k, 将 CNG 储气管进行产品升级可实现。
- **液氢储罐:** 依托航天工业技术基础, 单次送氢量为气罐 10 倍以上。额外增加氢气液化和液氢罐成本, 目前测算单日加氢量达到 1000kg 以上具有比较经济性。
- **管道运输:** 依托天然气产业基础, 瓶颈在成本。在美国, 现有的氢气管道系统约为 2400 公里, 而在欧洲已有近 1600 公里, 中国的管道运氢量在 400 公里。中石油管道局 2014 年完成国内最大氢气管道建设施工: 投资 1.54 亿, 长度 25km, 设计压力 4Mpa, 年输氢量 10.04 万吨。单位投资为天然气管道 2 倍左右。

图13: 典型氢能源运输图



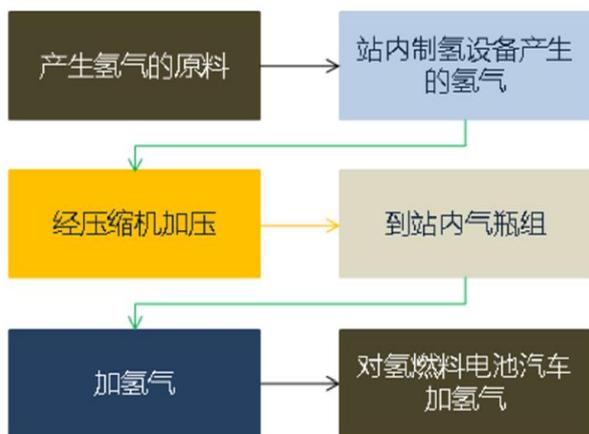
资料来源：百度图片，民生证券研究院整理

氢能源储存加注：加氢站内的储氢罐通常采用低压(20~30MPa)、中压(30~40MPa)、高压(40~75MPa)三级压力进行储存。有时氢气长管拖车也作为一级储气(10~20MPa)设施，构成4级储气的方式。国外市场大多采用的70MPa氢气，国内大部分采用了35MPa氢气压力标准。目前中国的加氢站加氢能力最高的为1000-2000kg/d，最低的为100kg/d。

- **站内制氢：**原材料为天然气，重整制氢气。单个站投资规模会在300~500万美元的水平。
- **外供加氢：**中国主要的加氢站方式。单个站投资规模在<200万美元的水平。

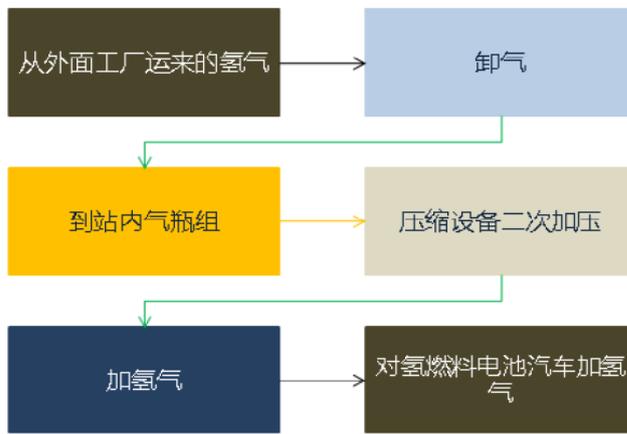
根据中国电池联盟网报道，加氢量在500kg/天时，高压储氢加氢站比液氢储氢加氢站设备投资方面更有优势；加氢量规模超1000kg/天时，液氢储氢加氢站比高压储氢加氢站设备投资要低20%左右。

图14: 站内制氢:原料为天然气或者甲烷



资料来源：中国知网，民生证券研究院

图15: 站外制氢:通过高压罐车按需配送

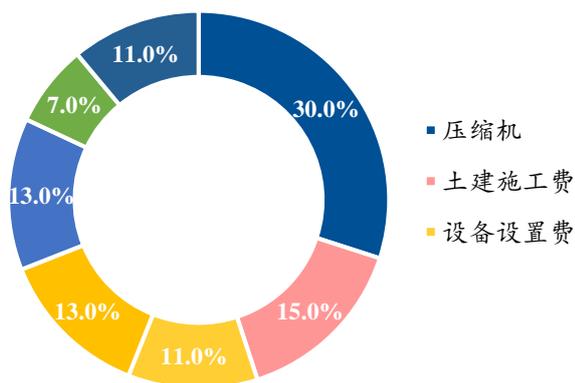


资料来源：中国知网，民生证券研究院

氢能源储存加注-高压储氢罐：国内高压储氢最大压力为 75MPa，海外部分加氢站可达到 100MPa 以上。全球高压储氢罐主要生产企业有美国 AP 公司、CPI 公司，国内 75Mpa 加氢站依赖进口。国内企业包括巨化装备（45MPa 和 98MPa 产品已经应用）、安瑞科（中集集团下属，45MPa 已开始应用，85MPa 产品刚刚通过技术认证）等。

- **氢脆：**长期在高压和常温氢气环境中工作，储氢容器材料可能会产生高压氢环境氢脆，导致塑性损减、疲劳裂纹扩展速率加快和耐久性下降。
- **金属低周期疲劳：**由于储氢管压力波动较大（设计压力的 20%~80%），容易使得储氢罐使用寿命缩短。
- **储氢特殊材料：**目前加氢站储氢罐用的主要材料有为 Cr-Mo 钢、6061 铝合金、316L 等。对于 Cr-Mo 钢，我国常用材料为 ASTM A519 4130X（相当于我国材料 30CrMo）、日本为 SCM435 和 SNCM439、美国为 SA372Gr. J。

图16: 中国加氢站建设成本构成图



资料来源：《人工制氢及氢工业在我国能源自主中的战略地位》，民生证券研究院

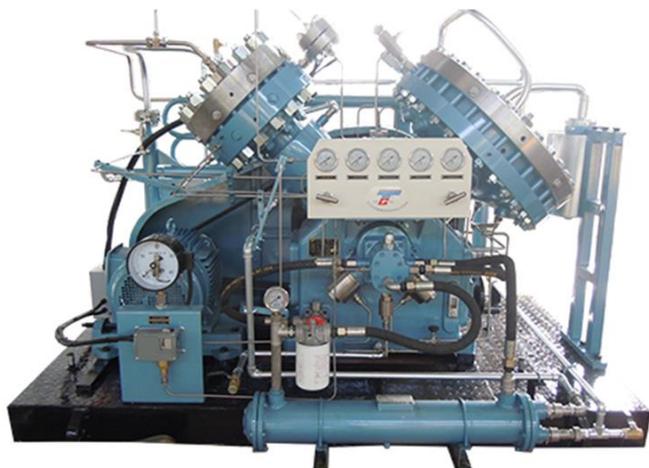
图17: 北京某加氢站



资料来源：浙江巨化装备官网，民生证券研究院

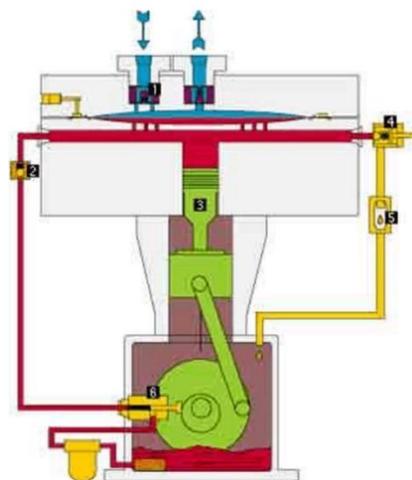
氢能源储存加注-隔膜压缩机：隔膜压缩机是气体压缩领域最高级别压缩方式，海外生产隔膜压缩机企业包括美国 PDC，PPI 等。PPI 隔膜式压缩机是两个系统的结合——液压油系统和气体压缩系统，通过金属膜片将两个体系的完全隔离开。北京天高自主生产隔膜压缩机已应用于国内近 10 个加氢站项目，最近产品已达到 100MPa 水平。国内与海外设备性能差别主要包括隔膜（金属膜）使用寿命，以及设备故障率等，但国产设备具有良好的性价比和售后服务能力，国产化替代可将压缩机设备成本降低超过 50%。

图18: 北京天高隔膜压缩机



资料来源: 北京天高官网, 民生证券研究院

图19: 隔膜压缩机示意图



资料来源: 北京天高官网, 民生证券研究院

氢能储存加注-加注设备: 氢气加注机加注原理与天然气加注类似, 只是加注压力有所区别: 天然气加注压力 25MPa, 国内加注压力 35MPa, 海外 70MPa。所以对密封性、安全性等有更高要求。为了降低压缩机功耗, 加氢站一般通过分级加氢方式, 从低压罐加氢到高压罐加氢, 最后到压缩机加氢, 所以加氢机可看作是对各级加氢设备的加氢功率分配。加氢机上装有压力传感器、温度传感器、计量装置、取气优先控制装置、安全装置等。全球氢气加注机生产企业有德国林德(Linde)、美国 AP 等。国内企业中, 富瑞氢能可实现 45MPa 环境下的的加氢功能, 设备已应用于数个加氢站; 上海舜华新能源 75MPa 加氢机应用于大连加氢站; 其他还有厚普股份等公司。

氢能的使用-催化剂。燃料电池催化剂价格较高是影响电堆成本的一个重要因素, 但铂的单位用量将持续降低。目前电堆成本 120 美金/kw, 美国能源局预测, 当达到 50 万台规模时将降至 19 美金/kw 的水平。从铂的需求来看, 短期资源不稀缺, 铂合金在尾气处理装置中扮演气体反应催化剂角色, 每年汽车用量铂量约 110 吨。燃料电池汽车用铂量将逐步降至 0.2g/kW, 10 年下降 75%-80%, 单车用量未来将降至 20g 左右, 和燃油车相当。

表6: 主要类型电极燃料电池铂用量

代数	名称	代表企业	Pt 用量
1	热压法膜电极(PTFE,聚四氟乙烯)	美国通用电气	4 mg/cm ²
1.5	热压法膜电极(Nafion, 全氟磺酸)	美国洛斯阿拉莫斯国家实验室	
2	CCM 三合一膜电极	目前商业化推广主要水平	
2.5	梯度化膜电极		
3	有序化膜电极	3M、阿贡国家实验室等	0.103~0.118 mg Pt/cm ²

资料来源: 《质子交换膜燃料电池膜电极的关键技术》, 民生证券研究院

氢能的使用-车载储氢。由于“氢气很轻”，其质量能量密度很大，但反过来说，如果从单位体积燃气释放的能量来看，氢气的热值是常见燃料里最低的，仅为 $12.74\text{MJ}/\text{Nm}^3$ ，是甲烷的 $1/3$ ，汽油的 $1/10$ 。这就意味着，如果要释放同样的能量，汽车需要消耗巨量体积的氢气，因而氢燃料电池车上都有高压储氢罐来压缩储存氢气。车载高压储氢罐一般可以储存 6kg 左右高压氢气，总体积在 $150\text{L}-200\text{L}$ 上下，有些大的储氢罐甚至会挤压车内空间。目前对于 70Mpa 的车载储氢罐，只有丰田和挪威 Hexagon 具备商业化生产能力。

图20: 70 MPa 车载储氢罐



资料来源：百度图片，民生证券研究院

图21: 主要厂商车载储氢罐参数

企业	容积 (L)	总量 (kg)	压力 (Mpa)	质量储氢密度 (wt%)
丰田	60	42.8	70	5.7
北京天海工业	165	88	70	4.2
	54	54	70	>5
北京科泰克	140	-	35	4
	65	-	70	>5
沈阳斯林达安科	128	67	35	4
	52	52	70	>5
中材科技	162	88	35	4

资料来源：高工氢电，民生证券研究院

三、国内外政策不断释放，燃料电池汽车处于爆发前夕

1、主要发达国家和我国都对燃料电池汽车提出了积极的发展规划

世界主要发达国家积极推进氢能和燃料电池产业发展。日本、美国、韩国、欧洲等国家氢燃料电池汽车的研发与商业化应用发展迅速，各国均制定了燃料电池行业中长期发展规划并投入巨额补贴，日本由于其自身的资源匮乏，甚至将发展氢能和燃料电池技术提升到了国家战略层面。

表7: 海外主要发达国家燃料电池汽车发展规划 (辆)

国家	2017	2020	2022	2025	2028	2030
美国	4,500	13,000	40,000			1,000,000
日本	2,400	40,000		200,000		800,000
法国	250		5,000		20,000-50,000	
荷兰	41	2,000			0	
韩国			81,000			1,800,000

资料来源：国际能源署《清洁能源跟踪进展》，民生证券研究院

国内政策对燃料电池汽车持续加强战略支持。我国自 2002 年起即确立了以混合动力汽车、纯电动汽车、燃料电池汽车为“三纵”，以多能源动力总成控制系统、驱动电机和动力电池为“三横”的电动汽车“三纵三横”研发布局。从 2012 年的节能与新能源汽车产业发展规划起，持续加强对于燃料电池汽车的战略支持与产业引导。各项科技发展规划或纲要明确提出加强燃料电池电堆、发动机及其关键材料核心技术研究，提出重点围绕燃料电池动力系统 6 大创新链进行任务部署，支持燃料电池全产业链技术攻关。在财政补贴方面，2016-2020 年持续实施燃料电池汽车推广应用补助政策，根据 2020 年发布的后续通知，将对燃料电池汽车的购置补贴调整为选择有基础、有积极性、有特色的城市或区域，重点围绕关键零部件的技术攻关和产业化应用开展示范，中央财政将采取“以奖代补”方式对示范城市给予奖励。

表8: 2016-2020 燃料电池新能源汽车推广应用财政支持政策

时间	部门	政策名称	主要内容
2015.04	财政部、科技部、工信部、发改委	关于 2016-2020 年新能源汽车推广应用财政支持政策的通知	补助标准主要依据节能减排效果，并综合考虑生产成本、规模效应、技术进步等因素逐步退坡。2017-2020 年除燃料电池汽车外其他车型补助标准适当退坡，其中：2017-2018 年补助标准 2016 年基础上下降 20%，2019-2020 年补助标准在 2016 年基础上下降 40%。
2016.12		关于调整新能源汽车推广应用财政补贴政策的通知	除燃料电池汽车外，各类车型 2019-2020 年中央及地方补贴标准和上限，在现行标准基础上退坡 20%。
2018.02		关于调整完善新能源汽车推广应用财政补贴政策的通知	根据成本变化等情况，调整优化新能源乘用车补贴

		应用财政补贴政策的通知	标准,合理降低新能源客车和新能源专用车补贴标准。燃料电池汽车补贴力度保持不变。
2019.03		关于进一步完善新能源汽车推广应用财政补贴政策的通知	符合 2019 年技术指标要求的销售上牌车辆按 2018 年对应标准的 0.6 倍补贴。过渡期期间销售上牌的燃料电池汽车按 2018 年对应标准的 0.8 倍补贴。
2020.04		关于完善新能源汽车推广应用财政补贴政策的通知	将新能源汽车推广应用财政补贴政策实施期限延长至 2022 年底,原则上 2020-2022 年补贴标准分别在上一年基础上退坡 10%、20%、30%。2019 年 6 月 26 日至 2020 年 4 月 22 日推广的燃料电池汽车按 2018 年对应标准的 0.8 倍补贴。将对燃料电池汽车的购置补贴调整为选择有基础、有积极性、有特色的城市或区域,重点围绕关键零部件的技术攻关和产业化应用开展示范,中央财政将采取“以奖代补”方式对示范城市给予奖励(有关通知另行发布)。

资料来源:财政部、科技部、工信部网站,民生证券研究院

多个氢能示范城市在相关发展规划中明确了未来燃料电池汽车推广的阶段性目标。自上海市发布第一个氢燃料电池汽车发展规划以来,各地政府密集出台氢能与燃料电池产业规划。包括张家口、成都、苏州等地均积极发展氢燃料产业并推广燃料电池汽车运营。根据部分省市的燃料电池规划,2025 年燃料电池汽车有望达到 10 万辆以上。

表9:我国部分氢能示范省市燃料电池汽车发展规划

省/市	规划名称	2020 年发展数量(辆)	2025 年发展数量(辆)
上海	上海市燃料电池汽车发展规划	3000	30000
武汉	武汉氢能产业发展规划	2000-3000	10000-30000
佛山	佛山市氢能资源产业发展规划(2018-2030 年)	5500	11000
河北	河北省推进氢能产业发展实施意见	2500 (2022 年)	10000
成都	成都市氢能产业发展规划(2019-2023 年)	2000 (2023 年)	
浙江	浙江省加快培育氢能产业发展的指导意见	1000 (2022 年)	
苏州	苏州市氢能产业发展指导意见(试行)	800	10000
山西	山西省氢燃料电池汽车产业发展规划	700	7500
天津	天津市氢能产业发展行动方案(2020-2022 年)	1000 (2022 年)	
潍坊	潍坊市氢能产业发展三年行动计划(2019-2021 年)	640 (2021 年)	
合计		19140-20140	83140-103140

资料来源:地方政府官网,民生证券研究院

2020年9月，财政部等五部委发布关于开展燃料电池汽车示范应用的通知，有望推动国内燃料电池汽车产业快速发展。燃料电池汽车支持政策，将对符合条件的城市群开展燃料电池汽车关键核心技术产业化攻关和示范应用给予奖励。今年新政策对适合燃料电池汽车示范的应用场景提高要求，已推广燃料电池汽车从此前的50辆提高到100辆，已建成并投入运营加氢站数从此前1座提高到至少2座，且单站日加氢能力不低于500公斤。

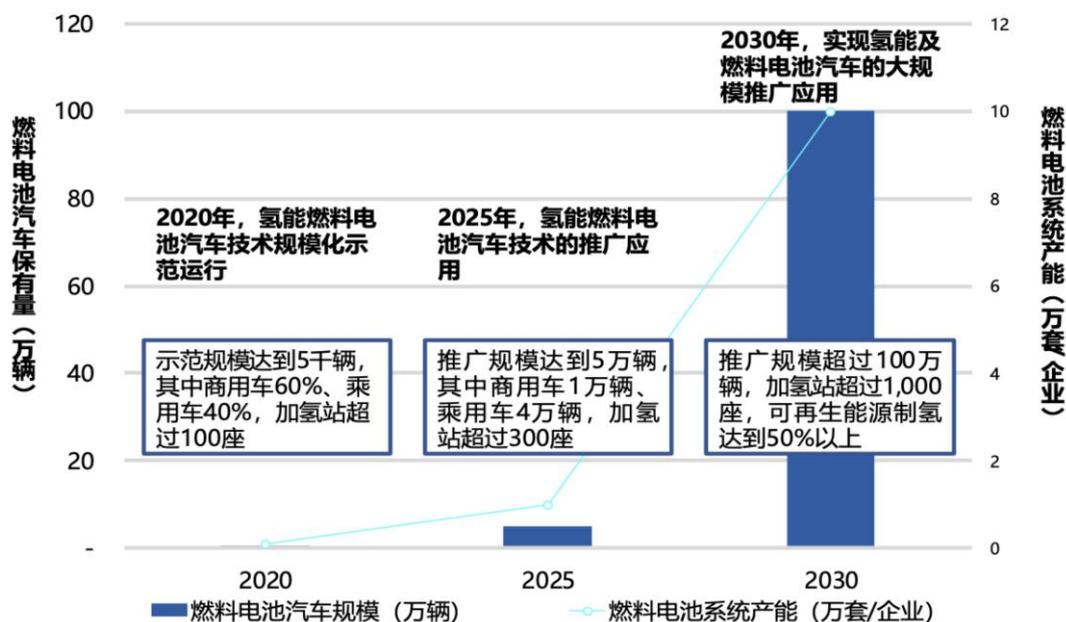
表10: 我国氢能及燃料电池技术发展路线图

项目	2020年	2025年	2030年
总体目标	在特定地区的公共服务用车领域示范应用，5000辆规模	在城市私人用车、公共服务用车领域实现大批量应用，50000辆规模	在私人乘用车、大型商用车领域实现大规模商业推广，百万辆规模
	燃料电池系统产能超过1000套/企业	燃料电池系统产能超过1万套/企业	燃料电池系统产能超过10万套/企业
氢能燃料电池汽车	冷启动温度达到-30℃，动力系统构型设计优化整车成本与纯电动相当	冷启动温度达到-40℃，批量化降低购置成本，与同级别混合动力汽车相当	整车性能达到传统车相当，具有相对产品竞争力优势
商用车	耐久性40万km 成本≤150万元	耐久性80万km 成本≤100万元	耐久性100万km 成本≤60万元
乘用车	寿命20万km 成本≤30万元	寿命25万km 成本≤20万元	寿命30万km 成本≤18万元
关键零部件	高速无油空压机，氢循环系统、70Mpa储氢瓶等关键系统附件性能满足车用指票要求		系统成本低于200元/kw
氢能基础设施	氢气供应 可再生能源分布式制氢；焦炉煤气等副产氢气制氢/高效低成本氢气分离纯化技术		可再生能源分布式制氢
	氢气运输 高压气态氢气储存与运输	低温液体氢气运输	常压高密度有机液体储氢与运输
	加氢站 数量超过100座	数量超过300座	数量超过1000座

资料来源：工信部，汽车之家，民生证券研究院整理

我国规划到2030年燃料电池汽车保有量达到100万辆。根据中国《节能与新能源汽车产业技术路线图》，到2025年氢燃料电池汽车保有量推广规模将达到5万辆，其中商用车1万辆、乘用车4万辆，加氢站超过300座。2030年，将实现大规模商业化推广累计100万辆，燃料电池系统产能超过10万套/企业，整机性能达到与传统内燃机相当。

图22: 我国燃料电池汽车保有量及燃料电池系统产能规划



资料来源: 工信部《节能与新能源汽车产业技术路线图》, 民生证券研究院

2、燃料电池产业发展依赖于产品成熟和成本降低

燃料电池使用寿命难以满足运营车辆全生命周期使用, 膜电极翻新延长电堆使用寿命。燃料电池通常具有 5-10 年的使用寿命, 巴拉德领先的膜电极和双极板技术, 为老化的燃料电池堆更换新的膜电极 (在整个电堆成本中占比 27.5%左右), 并循环使用原双极板和硬件。翻新后的燃料电池堆将具备最新的膜电极和一套新的密封组件, 并送还原始用户。翻新后的燃料电池堆符合与新电堆相同的规格要求, 但建造成本却低很多。

表11: 主要燃料电池系统公司产品指标和技术解决方案

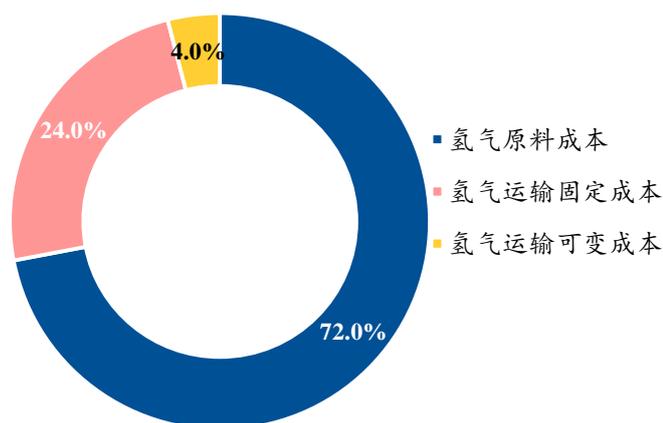
公司	产品	额定功率	活性面积	体积比功率 (kw/L)	寿命	备注
国鸿氢能	国产化 9SSL	27	285.5	1.4	12000	巴拉德技术国产化
新源动力	XY200B	43	285	1.85	3000	
巴拉德	9SSL	27	285.5	1.4	12000	
	9SSL 下一代技术	36	-	3.1	>20000	潍柴动力获得授权生产
亿华通	YHTG30	31	-	>1.7	5000	
丰田	Mirai	114	255	3.1	5000	
本田	Calrity	103	300	3.1	5000	

资料来源: 民生证券研究院整理

燃料电池成本是限制燃料电池汽车行业发展速度的主要因素，当前燃料电池汽车产业链各个环节成本构成如下：

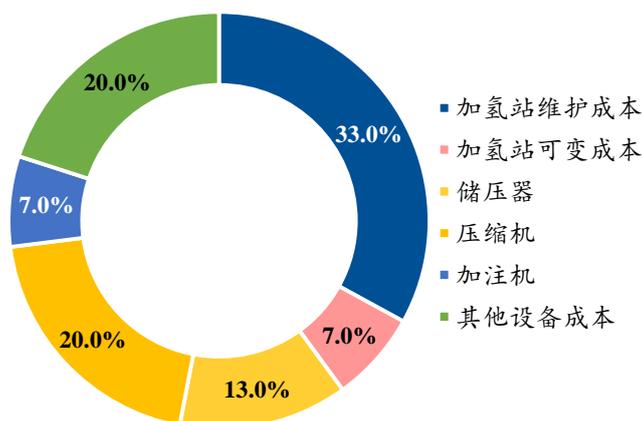
- **氢气制备：**1) 当前氢气制备成本在 20-30 元/kg 水平。2) 氢气运输成本平均在 2 元 +/kg (200 公里以内)。
- **氢气加注：**1) 当前 1 个加氢站建设成本为 1000-1500 万/个 (500kg/d 水平)。2) 国内氢气销售价格为 70 元左右/kg。
- **燃料电池：**当前燃料电池售价为 800~1000 元/kw。
- **燃料电池汽车整车：**1) 当前在售燃料电池乘用车为 45-50 万元/辆。2) 当前在售燃料电池商用车为上百万/辆。

图23: 氢气制备及运输成本构成



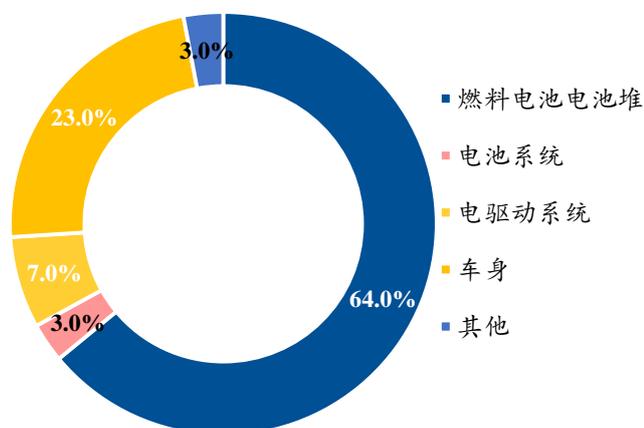
资料来源：美国能源局，民生证券研究院

图24: 加氢站成本构成



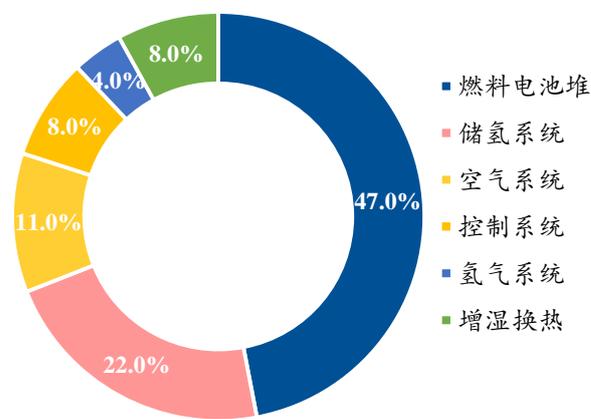
资料来源：美国能源局，民生证券研究院

图25: 燃料电池汽车成本构成



资料来源：美国能源局，民生证券研究院

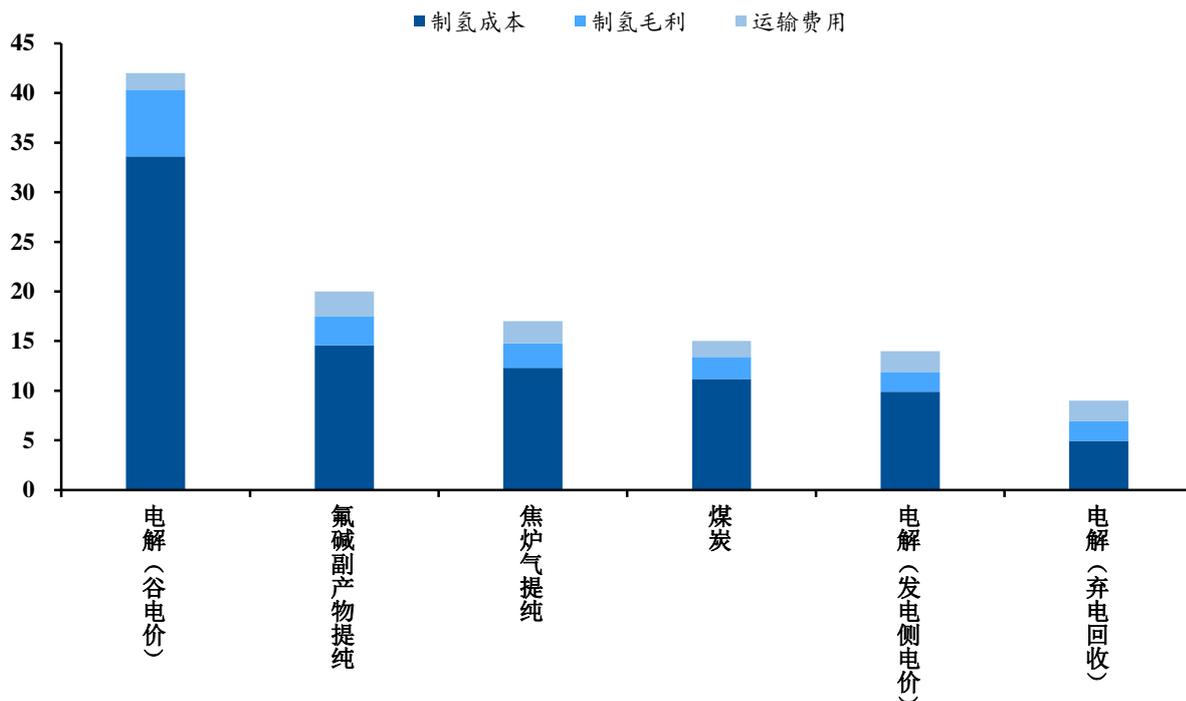
图26: 燃料电池堆系统成本构成



资料来源：美国能源局，民生证券研究院

氢能源成本降低将带动燃料电池汽车使用成本下降。目前的几种主流制氢路线中，采用弃风弃光的电力回收电解制氢成本最低，其次为发电侧直接用于电解制氢，用电侧采用谷电价制氢成本仍较高。我们预计随着化工制备的规模化效应、以及电力成本持续降低，将驱动氢能源制取的成本不断降低。

图27: 不同途径制氢成本及价格对比(元/kg)



资料来源: 民生证券研究院整理

氢燃料电池汽车能源使用成本略高于传统燃油车，随着制氢成本下降有极大下降空间。以目前氢燃料约 70 元/kg 的售价、百公里消耗 0.8kg 计算，氢燃料电池的能源使用成本为 56 元/100km，按 6.7 元/L 的汽油价格、8L/百公里测算，燃油车能源使用成本为 53.6 元/100km，氢燃料电池能源使用成本略高于燃油车，有较大下降空间。预计几年后氢燃料电池的使用成本就将低于燃油车，全生命周期成本的比较主要将取决于购置成本。

表12: 汽车不同燃料形式能源使用成本对比

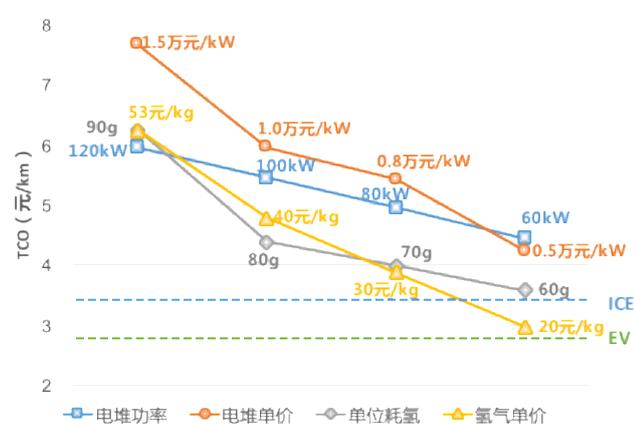
汽车燃料形式	百公里消耗	能源售价	能源使用成本	备注
汽油	8L	6.7 元/L	53.6 元/100km	-
氢燃料	0.8kg	70 元/kg	56 元/100km	当前水平
氢燃料	0.8kg	35 元/kg	28 元/100km	中性假设
纯电动	15kwh	1.2 元/kwh	18 元/100km	外部充电

氢燃料	0.8kg	15 元/kg	12 元/100km	乐观假设
纯电动	15kwh	0.5 元/kwh	7.5 元/100km	家庭充电

资料来源：民生证券研究院整理

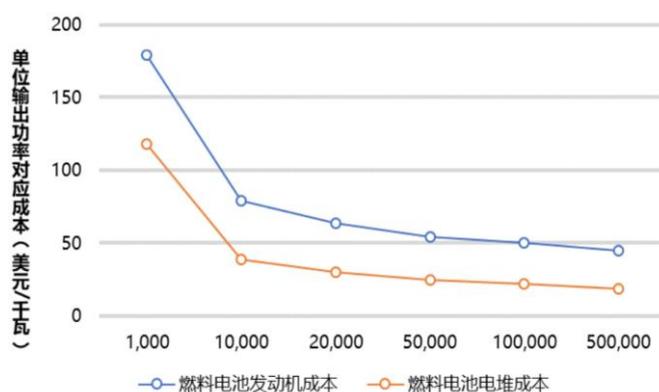
规模效应将带来燃料氢能利用综合成本降低。目前电堆成本 120 美金/kw，美国能源局预测，当达到 1 万台规模时，电堆成本将降至 50 美金/kw 以下。当达到 50 万台规模时，燃料电池电堆及发动机成本可分别下降至 19 美元/千瓦及 45 美元/千瓦。

图28： 美国能源局预测不同氢气单价对应电堆单价



资料来源：DOE，汽车之家，民生证券研究院

图29： 美国能源局预测燃料电堆不同规模对应成本

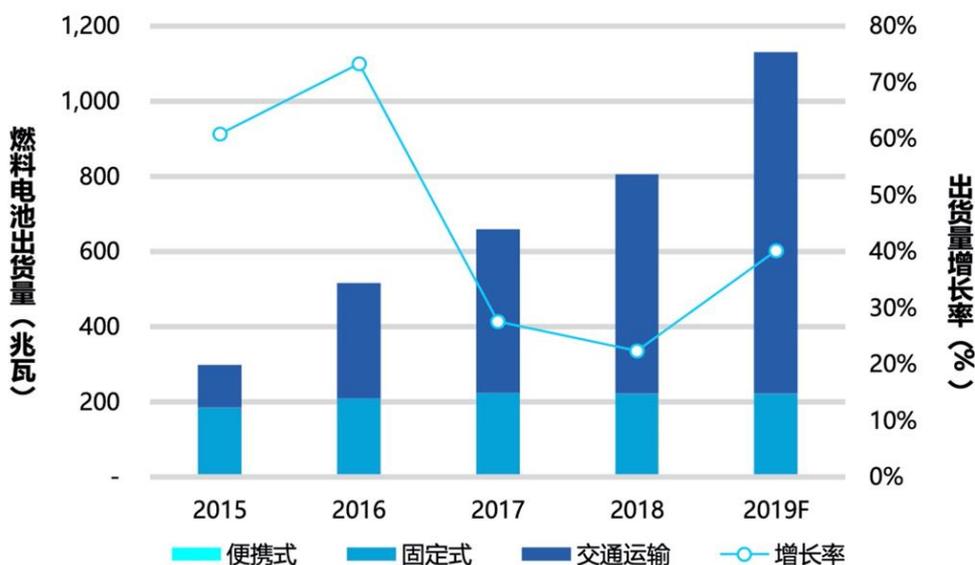


资料来源：DOE，汽车之家，民生证券研究院

3、燃料电池汽车处于爆发前夜，有望复制纯电动汽车发展路径

全球燃料电池的应用场景正由以清洁电站、辅助电源向车用电源转变。燃料电池根据其应用场景不同可大体分为交通运输用、固定式、便携式燃料电池，近年来需求量均呈现爆发式增长。2019 年全球燃料电池出货量达 1129.6MW，2015 年-2019 年复合增长率达到 39.52%。其中，交通运输领域需求上升尤为显著，年复合增长率达 68.13%，2019 年占比 80%以上。

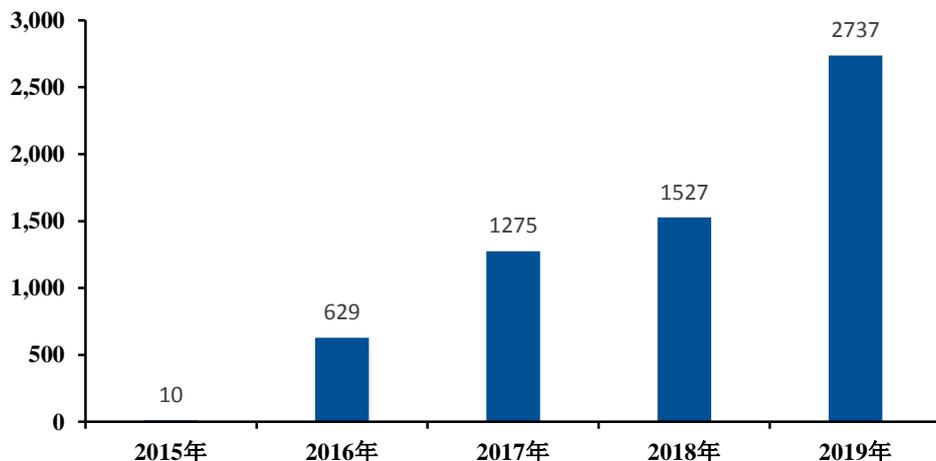
图30: 全球分应用领域燃料电池出货量 (MW)



资料来源: E4Tech - 《The Fuel Cell Industry Review 2019》, 民生证券研究院

2015-2019 年我国燃料电池汽车产量在政策扶持下迎来快速增长。2015 年, 我国燃料电池汽车上牌数仅 10 辆, 在燃料电池汽车补贴政策的带动下, 过去四年行业产销量迎来高速增长, 2019 年我国燃料电池汽车上牌数达到 2737 辆, 同比增长 79%。我国燃料电池汽车产业已经由过去政府主导的技术探索、示范运营阶段, 逐步过渡到商业化初期阶段, 预计今年及“十四五”期间燃料电池汽车仍将延续快速增长态势。

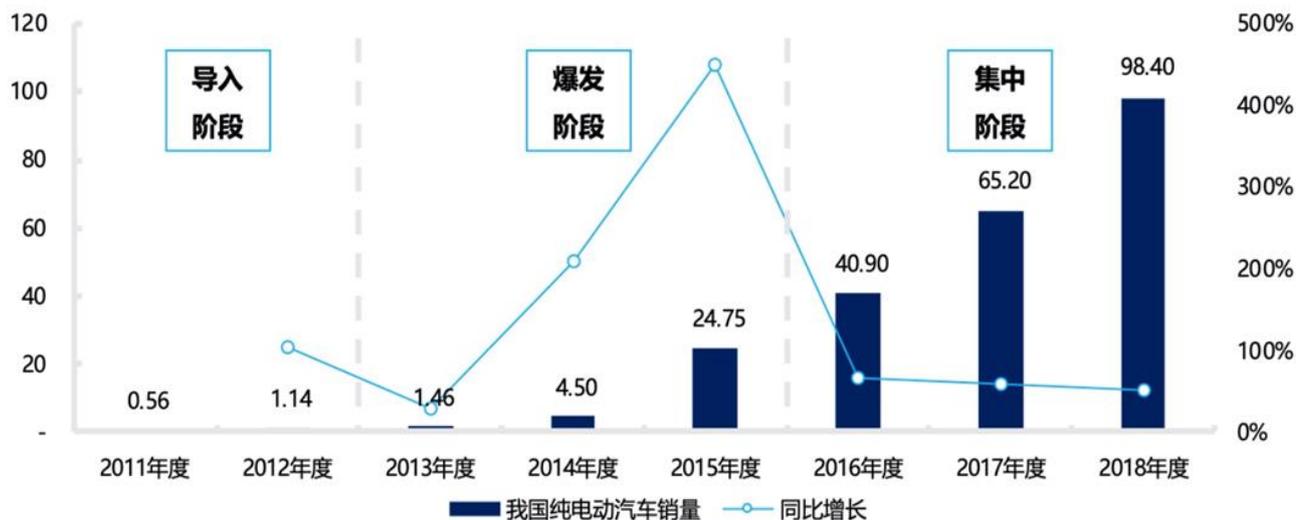
图31: 2015-2019 年中国燃料电池汽车上牌数 (辆)



资料来源: 中汽协, 高工产研, 民生证券研究院

我国纯电动汽车 2009 年开始导入，2013-2015 年迎来爆发增长，燃料电池汽车有望复制纯电动汽车发展。2009 年，“十城千辆”计划发布，标志着我国纯电动新能源汽车产业化的开端。在经历了初始导入阶段后，2013 年-2015 年纯电动汽车进入爆发阶段。2013 年纯电动汽车销量仅 1.46 万辆，2014、2015 年分别实现了 200%和 400%以上的增长，2015 年销量达到 24.75 万辆。目前燃料电池汽车也处于爆发前的导入阶段，未来五年有望迎来爆发临界点。

图32: 我国纯电动汽车销量及增速 (万辆)



资料来源：中汽协，民生证券研究院

商用车是短期燃料电池汽车发展重点。由于目前我国加氢站建设数量仍较少、燃料电池汽车的购置成本较高，商用车尤其城市公交将会是短期最重要的燃料电池汽车应用场景。一方面，城市公交车、重卡等运营车辆的行驶路径较为固定，对加氢站数量的依赖较低；另一方面，我国商用车有较大的保有量基数，在燃料电池汽车发展初期，通过政府补贴、奖励示范等应用等方式先实现燃料电池汽车的规模化生产，有望复制此前纯电动汽车领域“以公带私”的模式，推动氢燃料电池产业链的成本下降。目前我国商用车头部企业如宇通、福田、中国重汽等车企均已在燃料电池领域积极布局。

表13: 国内燃料电池商用车产业化情况

2007A	
车企	燃料电池相关业务情况
宇通客车 (郑州)	2014 年获得国内商用车领域首个燃料电池客车资质认证; 2015 年取得国内首款燃料电池客车“公告”; 2016 年发布宇通第 3 代燃料电池客车并与亿华通签订 100 辆燃料电池客车合作意向书。
飞驰客车 (佛山)	2016 年 9 月, 佛山飞驰举行了全国首条氢能源城市公交车示范线路开通仪式, 并投入 12 辆燃料电池公交车; 2017 年 6 月, 佛山飞驰同广东国鸿、北京亿华通联合研制的 5 连氢燃料电池城市客车在广东省云浮市城区投入运营。
福田汽车 (北京)	2016 年 5 月, 开启氢燃料电动客车商业化运作, 目前福田欧辉氢燃料电池客车同时覆盖了城市客车、城间客车、旅游车、定制班车等多种用途类型。

中国重汽（重庆）	2014年12月，重汽启东氢燃料汽车研发工作，并于2017年5月底实现氢燃料港口牵引车装配首辆样车试运行。
中国陕汽（西安）	2018年2月，陕汽控股在“2035战略”规划发布会现场，展示了国内首辆德龙L3000氢燃料电池环卫车，续航里程300km。
上汽集团	2017年，上汽大通的FCV80氢燃料电池实现了量产，并签100辆订单。
奇瑞汽车	2018年，芜湖科博会上奇瑞展示艾瑞泽5氢燃料电池增程式电动车，综合续航里程（NEDC）达到542km，最大续航里程是704km（匀速状态）。
南京金龙	2016年，与加拿大企业合作研发氢燃料电池技术。截止目前有5台12m燃料电池公交车在苏北地区开始试运行。

资料来源：民生证券研究院整理

燃料电池乘用车领域目前以日韩车企为主。在乘用车领域，全球燃料电池汽车销量主要由丰田、本田和现代3家日韩企业贡献。目前燃料电池乘用车售价远高于传统车或纯电动汽车，丰田的全新第二代Mirai已在德国正式开售，售价6.39万欧元（约合人民币50.5万元）。国内目前生产的燃料汽车几乎全部是客车以及专用车的重型车，乘用车还没有规模化的量产。短期我国燃料电池乘用车的产销量增长速度，一是受限于车辆购置成本，二是乘用车适用的加氢站数量。

表14： 全球燃料电池乘用车产业化情况

车型	丰田 Mirai (旧款)	本田 Clarity	现代 ix35 FCV	现代 Nexo
储气罐体积(L)	122.4	141	140	156
储气罐气压 (MPa)	Max:87 Nominal:70	70	-	-
可装气体重量(Kg)	5	5	5.64	6.3
续航里程(KM)	640	750	594	611
电堆功率	114kw	103kw	100kw	120kw
百公里加速	9.6s	8.8s	12.5s	9.2s
电堆体积比功率	3.1 (KW/L) ; 2.0 (KW/kg)	3.1 (KW/L)	2.1 (KW/L)	3.1 (KW/L)
尺寸 cm (L*W*H)	489*181.5*153.5	491.5*187.5*148	442*182*169	467*186*163
售价	48.2万人民币	51万人民币	48万人民币	54万人民币

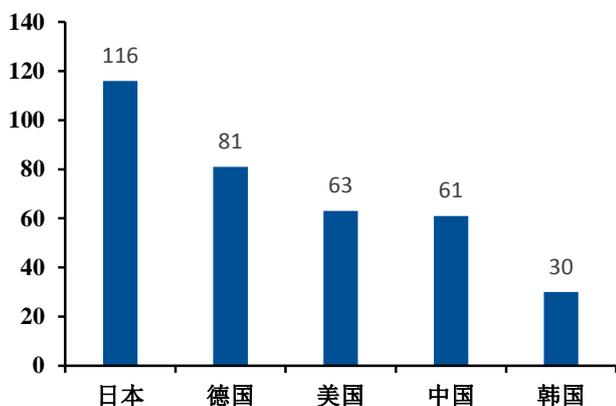
资料来源：汽车之家，民生证券研究院整理

四、氢能及燃料电池产业链

1、氢能产业链：加氢站网络是燃料电池汽车发展重要条件

我国加氢站稀少是阻碍燃料电池汽车量产的原因之一，在政策扶持下，加氢站将加快建设脚步。截止 2020 年 2 月，我国累计建成加氢站 66 座，其中主要集中在山东（6 座）、江苏（6 座）、上海（10 座）、广东（17 座）。根据国家规划，2020 年我国将建成 100 座加氢站，到 2030 年实现建成 1000 座加氢站的目标。我国加氢站建设成本较高，燃料汽车市场保有量较少，叠加较高的氢气成本后，加氢站在没有进一步政策扶持的情况下基本均处于亏损状态。加氢站的数量主要与各地补贴政策力度直接相关，政府补贴是刺激各地建设加氢站的一个主要动力。

图33: 截止 2019 年底各国加氢站数量 (个)



资料来源：高工氢电，民生证券研究院整理

图34: 我国已运作中加氢站分布图



资料来源：H2Station.org，民生证券研究院

表15: 主要城市加氢站补贴力度及规划

省份	市	相关政策	2020 年规划	2030 年规划
广东	全省	鼓励在加油（电）站基础上增加加氢设备，免办理规划选址，用地等手续	50 座	
	广州	补贴氢能相关产业项目，每个项目补贴不超过 200 万元		
	佛山	根据加氢站加氢能力不同，最多可补贴 600 万	28 座	57 座
江苏	中山	补贴 100 万元每座加氢站		
	张家港	根据加氢站加氢能力的不同最高补贴不超过 500 万	10 座	
山东	济南	对建设企业最多补贴 900 万元	20 座	500 座
	济宁	对 500kg/d 的撬装式加氢站每个补贴 400 万，对固定式加氢站每个补贴 800 万，对加氢站运营氢气按 20 元/kg 进行补贴		
上海	上海	对固定式且加氢能力 $\geq 500\text{kg/d}$ 的加氢站，其中加氢压力 $\geq 70\text{MPa}$ （含兼容 35MPa ）的每站补贴 500 万元，加氢压力 $\geq 35\text{MPa}$ 的每站补贴 200 万元	5-10 座	50 座 (2025 年)

资料来源：地方政府官网，民生证券研究院

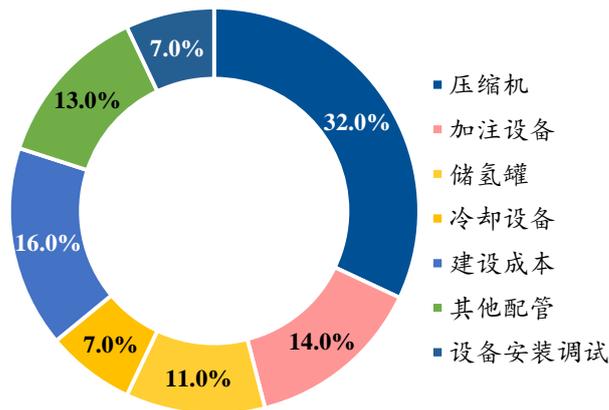
加氢站核心装备需要进口导致建设成本高。加氢站分为外供氢加氢站和站内制氢加氢站两种，我国目前主要以外供氢高压加氢站为主。过去几年加氢站建设成本总体呈下降趋势，然而其中压缩机、储氢罐、加注设备三大核心装备却仍需依赖进口，直接导致建设加氢站成本企。未来加氢站的建设成本将通过扩大规模化批量生产逐步降低。

图35: 上海化工区加氢站储氢罐



资料来源: 上海证券报, 民生证券研究院

图36: 500KG/D 加氢站各项的成本比例

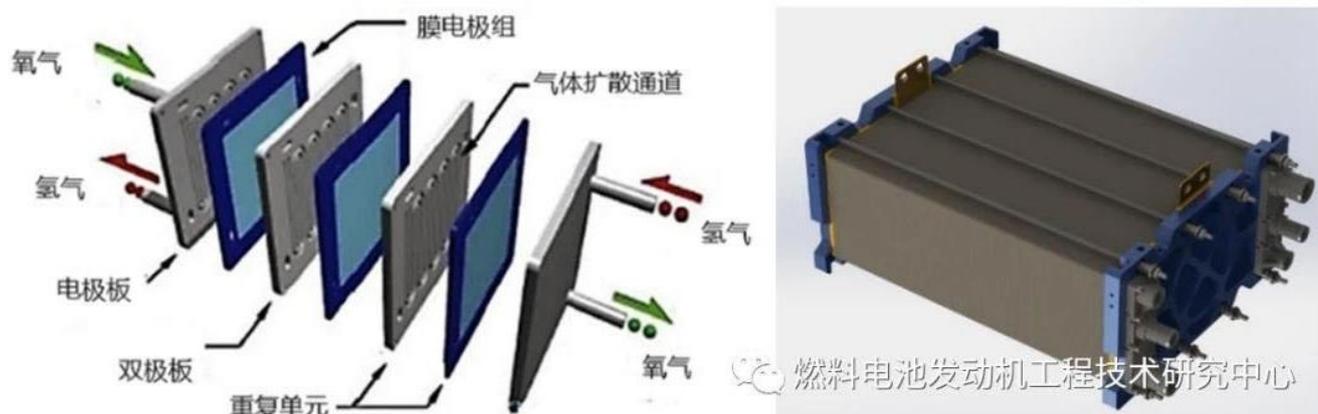


资料来源: 华经情报网, 民生证券研究院

2、燃料电池的核心部件：电堆

国内电堆企业核心技术较国外仍有一定差距。电堆被称之为燃料电池发动机系统的核心，是燃料电池发动机的动力来源，是整个燃料电池产业链中成本和技术的核心，主要由多层膜电极和双极板堆叠而成。燃料电池的研发和生产具备较高的技术壁垒，以丰田汽车为代表的国际知名车企大多自行开发或与合作伙伴共同开发电堆，一般不对外开放；以 Ballard、Hydrogenics 为代表的国际知名电堆生产企业在燃料电池领域深耕多年，具有较强的技术积累和产业化能力，可以对外单独供应车用电堆。国内电堆生产技术整体而言距离国外还有一定差距，但多个企业在积极研发属于自己的电堆技术专利，提高国产电堆性能并减少成本，代表企业有大连新源动力、神力科技、东方氢能、氢璞创能、武汉众宇、明天氢能等，还有部分企业主要依靠引进国外先进技术生产电堆，例如 2016 年与加拿大 Ballard 签订战略合作协议的国鸿氢能。

图37: 电堆及其内部结构



资料来源：高工氢电，民生证券研究院

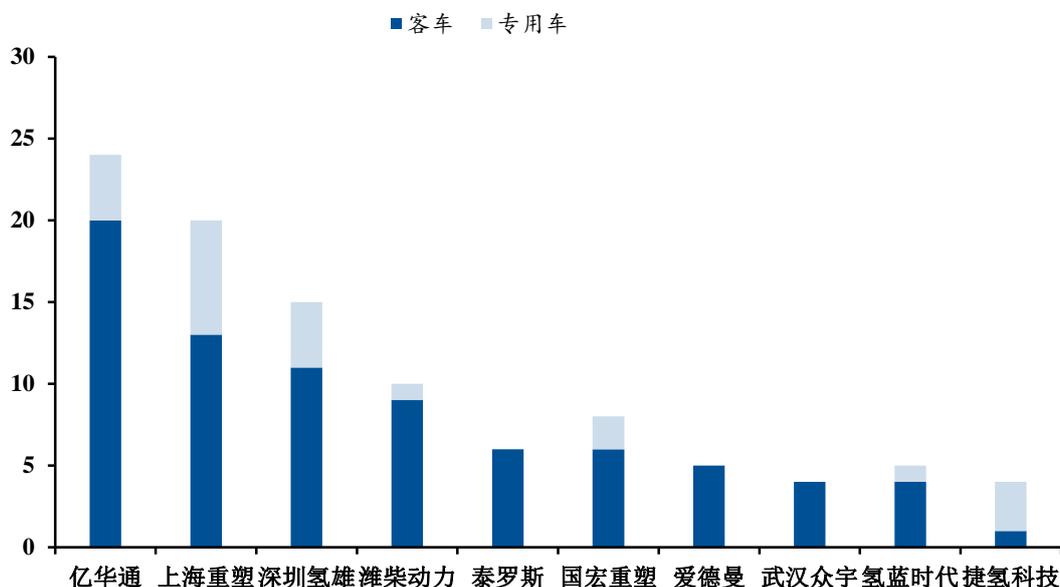
表16: 电堆产业代表企业

公司类型	公司概况
上市公司	亿华通：主要为下游申龙客车、北汽福田、宇通客车、中通客车、吉利商用车等整车企业提供电堆，占电堆市场 30% 成交额。
国外公司	Ballard 和 Hydrogenics（加拿大）：电堆销往欧洲美国，其中 Ballard 与广东国宏氢能设立合资公司生产电堆。 Nedsteck（荷兰）等小规模国外电堆企业。
非上市公司	新源动力：电堆技术靠自主研发，成立于 2001 年 4 月，是中国第一家致力于燃料电池产业化的股份制企业 2019 年成为首家上榜国家专利 500 强燃料电池企业。 上海神力：成立于 1998 年，是中国第一家专业的燃料电池电堆研发生产企业。上海国宏重塑：国外先进电堆技术引进，2019 年装机量第一，约占 20% 广东国宏氢能：广东国鸿成立于 2015 年 6 月，公司分别与加拿大巴拉德公司和上海重塑成立合资公司，生产业界领先的电堆和系统模块。当前，国鸿氢能电堆年产能 2 万套，国产化程度达到 90%，工作寿命在 12000 小时以上。 氢璞创能、弗尔赛能源科技等新兴电堆企业

资料来源：亿华通招股说明书，民生证券研究院

国内电堆企业装机正快速提升。衡量电堆性能的指标有耐久性、比功率和启动温度，我国电堆及电堆内部零件企业在这几项指标方面努力向国际优秀乘用车企业看齐。在政策的支持下，目前国内电堆市场装机量已经由此前的先进国外技术为主转变到以自主技术为主。随着国内研发团队专利数量快速增加，未来国产电堆实力不容小觑。

图38: 2020年1-7批TOP10企业PEMFC公告情况



资料来源: 工信部, 民生证券研究院

国外整车企业如本田、丰田以及现代都拥有自己的电堆研发技术和生产线, 电堆在额定功率、功率密度, 启动温度等方面都处于乘用车顶尖水平, 但生产出的电堆仅供品牌内部装车供应, 这也是其品牌旗下的燃料电池车型占据市场主导地位的重要原因。

在第三方乘用车电堆制造商中, 我国很多企业如上海神力(亿华通子公司)和新源动力, 通过与大学/科技研究院等合作, 自主研发出的电堆及电堆组件产品水平已经达到国际一线水准。但在金属双极板电堆技术方面, 因为没有下游乘用车规模化应用, 我国技术情况仍落后于国外先进水平。

表17: 国内外电堆厂家及产品性能

生产厂家	额定功率 (kW)	功率密度 (kW/L)	低温启动 (度)	
国外	Ballard	30/60	1.5	—
	Hydrogenics	30	0.8	—
	丰田	114	3.1	-30
	本田	103	3.1	-30
	现代	100	3.1	-30
国内	上海神力(石墨双极板)	40/80	2	-20
	大连新源动力	30~40(复合双极板)	1.5	-10
		70~80(金属双极板)	2.4	-20

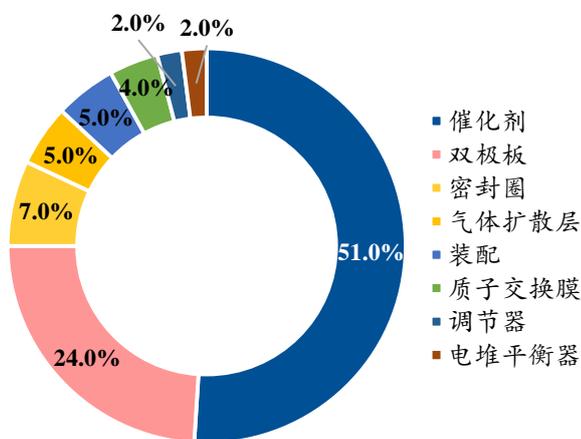
资料来源: 燃料电池发动机工程科技研究中心, 民生证券研究院

3、催化剂是减少电堆成本的关键

燃料电池的催化剂，对于催化的活性、稳定性和耐久性的指标有较高要求，而为满足要求大量使用的贵金属铂 (Pt) 就是催化剂成本居高不下的原因，燃料电池商用车的单车用铂量达到 40g 以上。在保证催化质量的前提下减少铂的用量是减少电堆成本的关键。目前我国研究的主要方向是铂炭催化剂，近年来也开始研发铂钴催化剂。

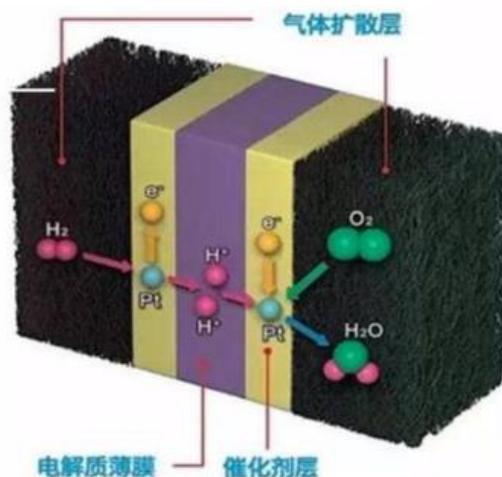
除了自身成本高以外，铂催化剂还面临寿命考验，在使用过程中，催化剂并不是理想状态下完全不损耗的状态，长期暴漏在阳极反应产生的 CO 下，催化剂会与其产生反应而导致“中毒”失效，这也是未来技术上需要克服的难点。

图39: 燃料电池电堆内部的成本分布



资料来源: Engineering 期刊, 民生证券研究院

图40: 膜电极 (MEA) 内部结构



资料来源: 百度图片, 民生证券研究院

表18: 燃料电池催化剂代表企业

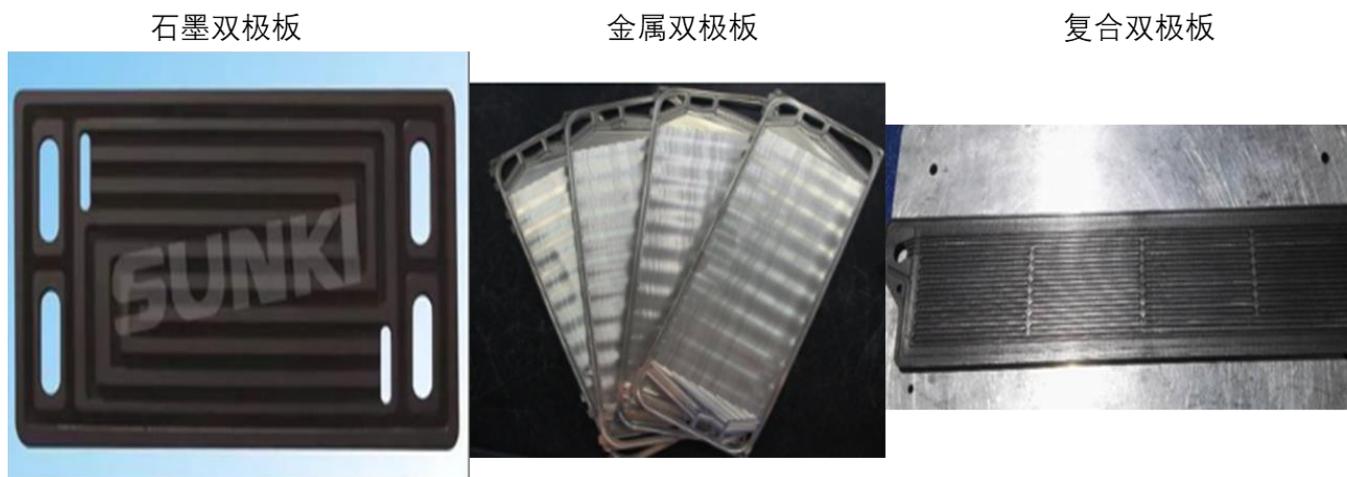
公司类型	公司概况
上市公司	贵研铂业: 燃料电池催化剂唯一的上市标的企业
国外公司	Johnson Matthey (英国): 拥有全球最先进生产技术
	田中贵金属 (日本): 为本田 Clarity 提供铂催化剂
非上市公司	武汉喜马拉雅光电: 与清华大学合作研发致力于自主研发铂炭催化剂, 并实现低成本量产, 日产可达 200g。
	新源动力: 主要以电堆研发为主
	武汉理工新能源、上海济平、福达合金、擎动科技等

资料来源: 亿华通招股说明书, 民生证券研究院

4、双极板对电池性能影响较大

双极板是燃料电池电堆的核心结构件，为正反均带有气体流道的石墨或金属薄板，被置于膜电极两侧，起到支撑机械结构、均匀分配气体进行阴阳极反应、导热、导电的作用，其性能优劣将直接影响电堆的体积、输出功率和寿命。双极板按材料可分为石墨双极板和金属双极板，石墨双极板电堆具有耐腐蚀性强等特点，主要应用于商用车领域，代表性企业为 Ballard、Hydrogenics 等；金属双极板电堆以其体积小、易于批量生产等特点，主要应用于乘用车领域，代表性企业为丰田汽车等。目前石墨双极板已实现国产化，金属双极板尚未实现国产批量供应。

图41: 主要三种常用双极板



资料来源：亿华通招股说明书，高工氢电，民生证券研究院

表19: 不同类型双极板特点和代表企业

双极板种类	石墨双极板	金属双极板	复合双极板
优势	导电导热性好、耐腐蚀，密度小，国内技术成熟，应用广泛	生产周期短，强度高，导电导热性好，体积小，适用于乘用车	兼具石墨的耐腐蚀性和金属的高强度，重量轻
劣势	生产周期长，易碎，体积大，不能用于乘用车电池，强度小	密度较大，易受腐蚀	导电导热性较差
国内代表企业	上海神力、上海弘枫、淄博联强、上海弘竣	爱德曼、新源动力、奇瑞汽车、上海佑戈	新源动力、武汉喜马拉雅光电、氢璞创能
国外代表企业	美国 Poco、加拿大 Ballard	美国 Dana、日本本田	美国 ORNL

资料来源：亿华通招股说明书，民生证券研究院

金属双极板性能优秀，为燃料电池行业发展趋势。传统的石墨双极板因体积大等问题只能应用于客车等大型车，随着乘用车燃料电池车的发展，体积小、成本低且强度高的金属双极板成为了我国燃料电池技术发展的新趋势。高工锂电数据，2019 年氢燃料电池电堆装机中，双极板材料采用石墨板（含复合板）占比 91%，金属板占比 9%。因为我国燃料电池汽车走的是“先商后乘”的发展路线，未来双极板也将实现由石墨板主流市场到金属板主流市场的演变。这意味这率先掌握金属板国产批量化生产的企业将在燃料电池乘用车市场抢占先机。

五、重点公司

1、亿华通：专注燃料电池发动机系统，手握技术和市场双重先发优势

燃料电池发动机系统领军企业。亿华通成立于2012年7月12日，并于2020年8月7日在上交所科创板上市。公司为国内领先的氢能解决方案商，核心产品包括自主研发的燃料电池发动机系统，及燃料电池电堆等，主要应用于公交车、客车及物流车车型。

表20: 亿华通主营产品

产品名称	产品型号	产品图片	产品简介
燃料电池发动机系统	YHTG30		额定功率为 31.3kW，质量功率密度达到 0.23kW/kg，能量转化效率超过 52%，已在 9 米级客车中被批量应用。
	YHTG40		额定功率为 40.5kW，质量功率密度达到 0.27kW/kg，能量转化效率超过 53%，已在 10.5 米级客车中被批量应用。
	YHTG60		额定功率为 65kW，质量功率密度达到 0.25kW/kg，能量转化效率超过 57%，已在 12 米级客车中被批量应用。
燃料电池电堆	C290-40		额定功率为 47kW，体积功率密度达到 1.74kW/L，可在-40℃存储、-30℃启动，已在 9 米级客车中被批量应用。
	C290-60		额定功率为 76kW，体积功率密度达到 1.92kW/L，可在-40℃存储、-30℃启动，已在 12 米级客车中被批量应用。

资料来源：亿华通招股说明书，民生证券研究院

技术实力雄厚，实现电堆自主配套。公司坚持自主正向研发策略，由燃料电池发动机研发逐步深入到电堆研发，在电-电混合动力系统、燃料电池系统及辅助系统、电堆总成及核心部件、车载氢系统、燃料电池专用 DC/DC 等五大方面形成了十项核心技术，有效提升了发动机系统低温环境适应性、可靠性、安全性、效率及寿命，并降低了生产成本。公司曾先后承担多项国家高技术研究发展计划（863 计划）项目、科技部国家重点研发计划项目以及北京市科委、上海市科委项目等燃料电池领域重大专项课题，目前已形成 142 项发明专利、92 项实用新型专利、81 项软件著作权，主导和参与制订了 30 项现行和即将实施的燃料电池国家标准，是我国极少数实现电堆自主配套批量化生产的企业之一。

表21: 亿华通核心技术

核心技术	已授权专利	软件著作权	在申请专利
高功率密度燃料电池系统集成技术	74	1	31
高功率密度燃料电池电堆设计及集成技术	108	-	45
长寿命燃料电池系统控制技术	9	7	15
电-电混合动力系统匹配与控制技术	-	10	3
高可靠燃料电池系统故障诊断及容错控制技术	-	11	1
高安全车载氢系统集成与控制技术	20	3	17
整车集成与控制技术	2	32	5
高可靠燃料电池专用 DCDC 设计技术	4	5	8
测试评价技术	2	11	5
高效率燃料电池余热利用技术	3	1	21
燃料电池低温快速启动技术	3	-	8
总计	225	81	159

资料来源: 亿华通招股说明书, 民生证券研究院

产品具备较强竞争力, 性能接近国际领先水平。公司燃料电池发动机系统产品各项关键指标良好, 其中低温启动能力与系统峰值效率更达到国际领先水平。目前公司着重组织技术力量提升额定功率与质量功率密度性能, 进一步增强产品竞争力。

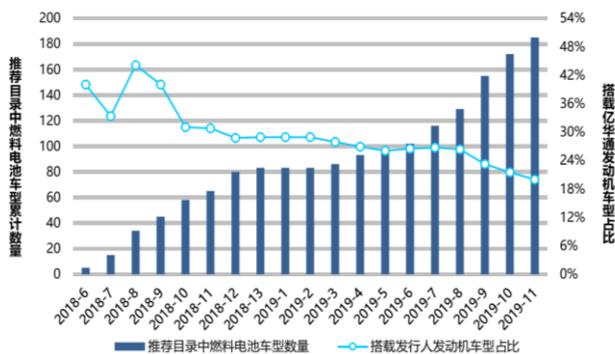
表22: 燃料电池发动机系统关键指标对比

行业参与者	Hydro genics	Ballard	亿华通	新源动力	上海重塑	弗尔塞	江苏清能
产品型号	Celerity	HD-60/85/100	YHTG 30/60/75	HYSYS-36	Caven-3/7	FSFCE-120/300/500 1/60kW	VL30/40/45
系统额定功率	kW	60	31.3/65/75	36	32/80	12/30/45/60	30/40/45
系统质量功率密度	Kw/kg	0.22	0.23/0.25/0.302	-	0.24/-	0.23/0.27/-	-
系统低温启动能力	°C	-10	-30	-10	-15/-30	-10/-10/-/-30	-
系统峰值效率	%	55	55/57/58	45	50/60	45/47/47/60	46-52

资料来源: 亿华通公司公告, 民生证券研究院

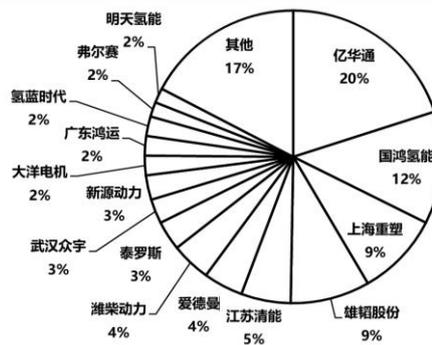
车型覆盖居行业第一, 市场优势显著。公司客户覆盖宇通客车、北汽福田、中通客车、中龙客车以及吉利商用车等多个国内知名的商用车企业。2019 年公司共计销售燃料电池发动机系统 498 套, 实现营收 5.49 亿元, 同比增长 50.25%。截至 2019 年末, 公司累计与 10 家整车厂商合作开发了 37 款现行有效的燃料电池车型, 约占纳入现行有效的《新能源汽车推广应用推荐车型目录》中的燃料电池商用车型数量的 20.00%, 位居行业第一位, 且领先第二位 8pct 左右。截至 7 月末, 公司拥有订单意向约 170 台发动机。目前搭载公司发动机系统的燃料电池客车已在北京、张家口、郑州、上海、苏州、成都等地上线运营, 市场反馈良好。此外, 公司与北汽福田、丰田汽车签署合作备忘录, 三方合作开发燃料电池大巴作为北京 2022 年冬奥会和冬残奥会大会用车。

图42: 亿华通燃料电池发动机系统车型占比趋势



资料来源: 亿华通招股说明书, 民生证券研究院

图43: 2019年燃料电池发动机系统



资料来源: 亿华通招股说明书, 民生证券研究院

2、雪人股份: 压缩机领先企业, 切入燃料电池设备及零部件领域

压缩机领先企业, 延伸布局氢能源业务。公司成立于2000年3月, 并于2011年12月在深交所中小板上市。公司以压缩机产品为核心业务, 布局石油化工、新能源等多个领域。公司氢能源产品链可分为四大业务板块, 分别是液氢装备、燃料电池集成系统、燃料电池核心零部件(空气供应系统与氢气循环系统)、加氢站装备等。

核心技术来源于全球并购或参股。2013年, 公司投资1.3亿元收购意大利的压缩机知名品牌“Refcomp”(莱富康)公司的资产, 掌握了压缩机设计和制造的核心技术, 成功转型先进装备制造企业。2015年, 公司旗下的并购基金投资4亿元收购瑞典OPCON核心业务两大子公司SRM和OES100%股权, 获得先进的螺杆膨胀发电机技术和氢燃料电池空气循环系统核心技术, 正式介入氢能领域。2017年, 公司认购加拿大Hydrogenics公司17.6%的股权, 并合作发展燃料电池电堆, 水电解制氢和加氢站相关技术。2018年, 公司氢燃料电池发动机项目列入国家工信部“工业强基示范应用计划”, 燃料电池空压机实现量产。目前公司向上延伸在燃料电池电堆积极开展技术布局。

产品已向多个知名客户供货。公司目前已开发出12个型号的燃料电池系统, 客户包括克莱斯勒、奔驰、通用、沃尔沃等众多国际知名汽车商, 2006年搭载AUTOROTOR空气循环系统的欧洲氢燃料电池汽车, 截止到目前已运行超过300万公里。近期公司组建燃料电池空压机及氢气循环泵的量产生产线, 已向宇通客车、东风汽车、金华青年曼汽车、武汉泰歌氢能汽车、厦门金旅、厦门金龙、一汽解放等21家企业供货。

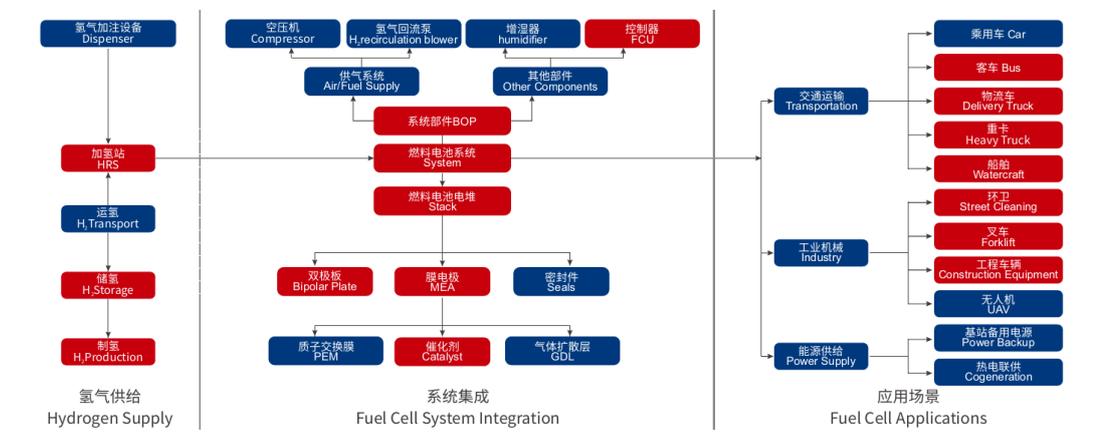
投资升级扩产加速。2019年3月, 公司与重庆两江新区管委会、重庆市经信委签署了合作协议, 拟在重庆市两江新区投资设立燃料电池发动机及其核心零部件制造项目, 投资总额45.5亿元, 产能达10万套燃料电池发动机及电堆等核心部件的产能, 同时在重庆市分期建设35座加氢站。一期6000台/套氢燃料电池发动机集成系统项目及17座加氢站项目预计在2021年投产。

3、雄韬股份：积极布局燃料电池，彰显战略雄心

大型蓄电池生产企业，铅酸电池出口多年领先。公司成立于1994年，并于2014年12月在深交所中小板上市。公司是全球最大的蓄电池生产企业之一，分销网络遍布全球。公司主营产品横跨铅酸电池、锂电池与氢燃料电池三大类电池系统，其中铅酸蓄电池业务连续多年位列中国密封铅酸蓄电池出口量第一。

卡位布局关键环节，打造协同平台。2016年起，公司参股氢璞创能，切入电堆生产领域。2017年，投资成立子公司氢雄燃料电池有限公司，此后陆续通过自设子公司及参股行业公司，完成制氢、膜电极、电堆、发动机系统、整车运营等关键环节的卡位布局。目前公司建成标准实验与检测中心1座，直接投资产业链企业5家，合作产业内研究机构3家。

图44： 雄韬股份业务布局



资料来源：雄韬股份公司网站，民生证券研究院

注：红色框体为已投资/部署或拟投资/部署的领域

人才储备充足，产品布局完善。在燃料电池研发方面，公司现有超过100人规模的研发团队，其中行业领军人物占比3%，海外人才占比10%，博士占比8%，硕士占比30%。公司自主研发的48-130kW燃料电池发动机系统，各项性能处于国内领先水平，并已实现在公交车、物流车、环卫车、重卡等多种车型上的应用；同时已完成针对船舶开发的180kW系统的设计，推动国产燃料电池向全功率技术迈进。自主研发的第一代电堆已小批量试产，性能满足车载要求；第二代电堆正进行装车验证。

产能布局合理，示范运营规模领先。公司在深圳、武汉、大同、广州投建产业园，目前深圳的首条电堆产线已落地，年产能5000套；武汉、大同、广州的首条燃料电池发动机产线均已落成，总产能达25000套。装载公司燃料电池发动机系统的85辆氢能源公交车已展开示范运营，运营规模全国领先；同时100辆氢能源物流车已上牌交付。同时，公司在武汉、大同投资建设的两座加氢站已落成并投入使用。

表23: 雄韬股份产能布局

	武汉氢能产业园	大同氢能产业园	广州氢能产业园	深圳氢能科技园
项目总投资	51 亿元	14 亿元	4 亿元	9 亿元
园区面积	399 亩	299 亩	-	-
规划产能	10 万套氢燃料电池发 动机系统+10 万套电 堆+50 万平米膜电极	5 万套氢燃料电池发 动机系统+5 万套电堆	1 万套氢燃料电池发 动机系统+1 万套电 堆	5000 套氢燃料电池发 动机系统+2.8 万套电 堆
预估产值	>300 亿元	>150 亿元	-	-
规划整车推广	全省范围内 5000 台	全市范围内 3000 台 全省范围内 5000 台	-	全省范围内 3000 台

资料来源：雄韬股份公司网站，民生证券研究院

4、鲍斯股份：压缩机优质企业，潜在空压机供应商

精密设备企业，压缩机优质市场。公司成立于 2005 年，并于 2015 年 4 月在深圳交易所创业板上市。公司为一家高端精密机械零部件及成套设备制造企业，产品主要包括压缩机、刀具、精密机件、真空泵液泵泵等精密零部件及成套设备。

签署战略合作协议，设备研发进展顺利。2019 年 12 月 19 日，公司与雄韬股份、华熵能源签订《战略合作三方协议》，三方将充分发挥自身优势，共同打造氢燃料电池汽车用的空压机、回氢泵等产品，并为新平台的良好发展提供帮助。目前研发的氢燃料电池的空气压缩机、氢循环泵进展顺利。

5、贵研铂业：燃料电池催化剂标的，样品处于验证阶段

公司成立于 2000 年，并于 2003 年 5 月在上交所主板上市。公司为从事贵金属及贵金属材料研究、开发和生产经营的国家级高新技术企业，主营业务包括贵金属特种功能材料、贵金属高纯功能材料、贵金属信息功能材料、贵金属环境及催化功能材料、镍矿冶炼、开发和深加工，产品涵盖 390 多个品种、4000 余种规格，广泛应用于汽车、电子信息、国防工业、新能源、石油、化学化工、生物医药、建材、环境保护等行业。公司积极布局燃料电池催化剂领域，与上汽集团就签署合作协议，开发氢燃料电池用铂基催化电极材料，目前处于实验室阶段，相关样品正处于市场和客户的验证阶段。公司为燃料电池催化剂唯一上市标的公司。

6、潍柴动力：携整车市场与品牌优势，燃料电池布局加速

重卡领先企业，前瞻布局新能源业务。公司成立于2002年，并于2004年在港交所上市，随后于2007年回归深交所主板上市。公司主要产品包括全系列发动机、重型汽车、轻微型车、工程机械、液压产品、汽车电子及零部件等，其中大功率发动机、重型变速器、重型车桥等长期保持市场领先地位，重型卡车在国内重卡行业位居第一阵营，具有很强的市场与品牌优势。根据公司2020-2030战略，公司聚焦固态氧化物燃料电池、氢燃料电池、HPDI天然气发动机三大新能源核心技术，作为柴油机的有效补充。

高举高打，燃料电池产业布局加速。2016年，潍柴动力战略投资国内氢燃料电池领先企业弗尔赛，并在氢燃料电池客车、氢燃料电池重卡等方面开展深度合作。2017年11月，与博世签署战略合作框架协议，共同合作开发生产氢燃料电池及相关部件。2018年5月，与英国Ceres Power签署战略合作协议，在固态氧化物燃料电池领域展开全面合作，并在中国建立合资公司。2018年11月，完成投资1.63亿美元收购加拿大Ballard 19.9%的股份，成为Ballard第一大股东，并签署《研发合作协议》，联合开发下一代质子交换膜燃料电池电堆，以及应用于客车、商用卡车和叉车的下一代质子交换膜燃料电池模组。2019年12月16日，完成对德国ARADDEX的战略收购。公司掌握氢燃料电池关键技术及资源，基本形成燃料电池关键材料、单电池、电堆、发动机、动力总成及整车的全产业链的布局。2020年3月31日，公司2万台氢燃料电池发动机工厂正式投产。截至2020年上半年，公司已在济南、潍坊、聊城三地推广220辆氢燃料电池公交车。

7、宇通客车：客车龙头，燃料电池布局先发制人

客车龙头，新能源客车细分市场常年第一。公司成立于1997年1月，并于1997年5月在上交所主板上市。公司主营业务为客车，拥有123个产品系列的完整产品链，主要用于公路客运、旅游客运、公交客运、团体通勤、校车、景区车、机场摆渡车、客车专用车等各个细分市场。公司大中型客车以及新能源客车的产销量常年稳居行业第一，龙头地位稳固。

燃料电池布局先发制人。公司为业内最早研发燃料电池客车的企业之一。2009年，成功推出第一代燃料电池客车。2012年，组建了专职的研发团队，自主研发燃料电池、电电混合动力系统。2013年，成功开发第二代燃料电池客车。2014年，获得国内商用车领域首个燃料电池客车资质认证。2015年，获得燃料电池客车生产资质的首家客车企业。2016年，成功开发第三代燃料电池客车。2018年1月，依托公司的郑州市燃料电池与氢能工程技术研究中心获批组建，为中国客车行业首个燃料电池与氢能专业研发平台。公司牵头承担的2项2018年度高新技术领域国家重点研发计划重点专项项目——《燃料电池公交车电-电深度混合动力系统平台》、《高性价比商用车混合动力系统开发与整车集成》。2019年公司实现燃料电池新能源汽车收入144.17亿元，同比增加15.89%；销量2.21万辆，同比下降10.74%。

8、中通客车：掌握燃料电池发动机集成技术，产品实现批量稳定出货

公司成立于1998年，并于2000年在深交所主板上市。公司主营业务为客车及相应零部件，客车产品涵盖5-18米不同系列各种档次，用途主要为公路、公交、旅游、团体、校车等细分市场。公司最早于2015年布局燃料电池客车战略研发规划，并于2017年初成功发布国内首台9米氢燃料电池客车。2018年，随着产品线不断扩充，形成公交、客运、高端商务、物流等全系列产品，并交付山西大同共40台氢燃料公交，为2018年下半年氢燃料产品最大订单。目前公司已自主掌握燃料电池发动机集成技术，形成7-12米全系列燃料电池客车平台，并实现批量稳定出货。

六、风险提示

政策不达预期，加氢站建设进度不及预期，关键设备技术进步及成本下降不及预期，氢能及燃料电池产业链重大安全问题。

插图目录

图 1: 氢能源利用场景全貌	4
图 2: 全球工业氢气原料占比	5
图 3: 全球工业氢气生产格局	5
图 4: 中国工业氢气原料占比	5
图 5: 日本氢能源原料占比	5
图 6: 我国氢气主要来源及消耗途径	6
图 7: 我国氢能行业的产业集群分布图	9
图 8: 主要能源的效率对比	11
图 9: 氢氧燃料电池构造及工作原理	11
图 10: 主要四种动力类型新能源汽车对比	12
图 11: 氢能源制取工艺流程示意图	14
图 12: 从拖车运输到管道运输不同类型氢气运输成本 (元/kg)	15
图 13: 典型氢能源运输图	16
图 14: 站内制氢:原料为天然气或者甲烷	16
图 15: 站外制氢:通过高压罐车按需配送	16
图 16: 中国加氢站建设成本构成图	17
图 17: 北京某加氢站	17
图 18: 北京天高隔膜压缩机	18
图 19: 隔膜压缩机示意图	18
图 20: 70 MPa 车载储氢罐	19
图 21: 主要厂商车载储氢罐参数	19
图 22: 我国燃料电池汽车保有量及燃料电池系统产能规划	23
图 23: 氢气制备及运输成本构成	24
图 24: 加氢站成本构成	24
图 25: 燃料电池汽车成本构成	24
图 26: 燃料电池堆系统成本构成	24
图 27: 不同途径制氢成本及价格对比(元/kg)	25
图 28: 美国能源局预测不同氢气单价对应电堆单价	26
图 29: 美国能源局预测燃料电池堆不同规模对应成本	26
图 30: 全球分应用领域燃料电池出货量 (MW)	27
图 31: 2015-2019 年中国燃料电池汽车上牌数 (辆)	27
图 32: 我国纯电动汽车销量及增速 (万辆)	28
图 33: 截止 2019 年底各国加氢站数量 (个)	30
图 34: 我国已运作中加氢站分布图	30
图 35: 上海化工区加氢站储氢罐	31
图 36: 500KG/D 加氢站各项目的成本比例	31
图 37: 电堆及其内部结构	32
图 38: 2020 年 1-7 批 TOP10 企业 PEMFC 公告情况	33
图 39: 燃料电池电堆内部的成本分布	34
图 40: 膜电极 (MEA) 内部结构	34
图 41: 主要三种常用双极板	35
图 42: 亿华通燃料电池发动机系统车型占比趋势	38
图 43: 2019 年燃料电池发动机系统	38
图 44: 雄韬股份业务布局	39

表格目录

表 1:	主要国家氢气、汽油成本及氢油比	6
表 2:	主要各类氢气来源制备成本	7
表 3:	我国主要类型氢气来源典型企业相关布局	7
表 4:	主要物质的热值对比	10
表 5:	燃料电池分类型主要参数对比	12
表 6:	主要类型电极燃料电池铂用量	18
表 7:	海外主要发达国家燃料电池汽车发展规划 (辆)	20
表 8:	2016-2020 燃料电池新能源汽车推广应用财政支持政策	20
表 9:	我国部分氢能示范省市燃料电池汽车发展规划	21
表 10:	我国氢能及燃料电池技术发展路线图	22
表 11:	主要燃料电池系统公司产品指标和技术解决方案	23
表 12:	汽车不同燃料形式能源使用成本对比	25
表 13:	国内燃料电池商用车产业化情况	28
表 14:	全球燃料电池乘用车产业化情况	29
表 15:	主要城市加氢站补贴力度及规划	30
表 16:	电堆产业代表企业	32
表 17:	国内外电堆厂家及产品性能	33
表 18:	燃料电池催化剂代表企业	34
表 19:	不同类型双极板特点和代表企业	35
表 20:	亿华通主营产品	36
表 21:	亿华通核心技术	37
表 22:	燃料电池发动机系统关键指标对比	37
表 23:	雄韬股份产能布局	40

分析师简介

于潇，民生证券电力设备新能源行业首席分析师，上海交通大学学士，北京大学硕士，先后就职于通用电气、中泰证券、东吴证券、华创证券，2020年8月加入民生证券。

分析师承诺

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，保证报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解，通过合理判断并得出结论，力求客观、公正，结论不受任何第三方的授意、影响，特此声明。

评级说明

公司评级标准	投资评级	说明
以报告发布日后的 12 个月内公司股价的涨跌幅为基准。	推荐	分析师预测未来股价涨幅 15% 以上
	谨慎推荐	分析师预测未来股价涨幅 5%~15% 之间
	中性	分析师预测未来股价涨幅-5%~5% 之间
	回避	分析师预测未来股价跌幅 5% 以上
行业评级标准		
以报告发布日后的 12 个月内行业指数的涨跌幅为基准。	推荐	分析师预测未来行业指数涨幅 5% 以上
	中性	分析师预测未来行业指数涨幅-5%~5% 之间
	回避	分析师预测未来行业指数跌幅 5% 以上

民生证券研究院：

北京：北京市东城区建国门内大街28号民生金融中心A座17层； 100005

上海：上海市浦东新区世纪大道1239号世纪大都会1201A-C单元； 200122

深圳：广东省深圳市深南东路 5016 号京基一百大厦 A 座 6701-01 单元； 518001

免责声明

本报告仅供民生证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。

本报告是基于本公司认为可靠的已公开信息，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、意见及预测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，且预测方法及结果存在一定程度局限性。在不同时期，本公司可发出与本报告所刊载的意见、预测不一致的报告，但本公司没有义务和责任及时更新本报告所涉及的内容并通知客户。

本报告所载的全部内容只提供给客户做参考之用，并不构成对客户的投资建议，并非作为买卖、认购证券或其它金融工具的邀请或保证。客户不应单纯依靠本报告所载的内容而取代个人的独立判断。本公司也不对因客户使用本报告而导致的任何可能的损失负任何责任。

本公司未确保本报告充分考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。本公司建议客户应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。

本公司在法律允许的情况下可参与、投资或持有本报告涉及的证券或参与本报告所提及的公司的金融交易，亦可向有关公司提供或获取服务。本公司的一位或多位董事、高级职员或/和员工可能担任本报告所提及的公司的董事。

本公司及公司员工在当地法律允许的条件下可以向本报告涉及的公司提供或争取提供包括投资银行业务以及顾问、咨询业务在内的服务或业务支持。本公司可能与本报告涉及的公司之间存在业务关系，并无需事先或在获得业务关系后通知客户。

若本公司以外的金融机构发送本报告，则由该金融机构独自为此发送行为负责。该机构的客户应联系该机构以交易本报告提及的证券或要求获悉更详细的信息。

未经本公司事先书面授权许可，任何机构或个人不得更改或以任何方式发送、传播本报告。本公司版权所有并保留一切权利。所有在本报告中使用的商标、服务标识及标记，除非另有说明，均为本公司的商标、服务标识及标记。