

国内外燃料电池产业知多少

安信证券研究中心 汽车研究团队

袁 伟 183 2172 1276

SAC执业证书编号：S1450518100002

联系人：刘国荣

2020年4月



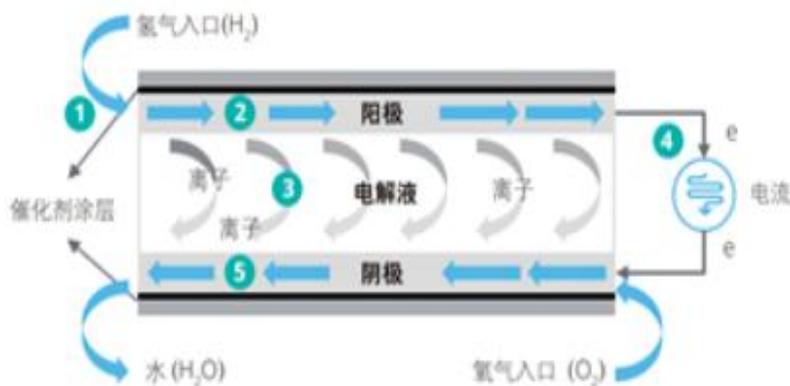
目录

- 燃料电池与纯电动的技术路线区别
- 产业化尚处初期，各国政策引导发展
- 国内技术快速追赶，尚待政策加码
- 投资建议与风险提示

燃料电池介绍及工作原理

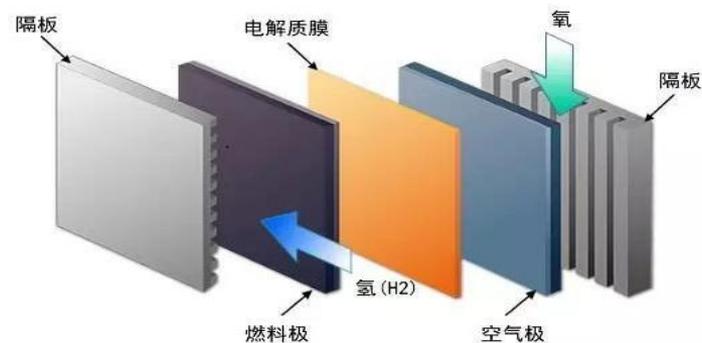
- 介绍：燃料电池是通过化学反应，将燃料与氧化剂中蕴含的化学能转化为电能的装置。
- 总化学式： $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$
- 工作原理：
 - 1) H_2 进入燃料电池的氢电极（阳极）；
 - 2) H_2 与覆盖在阳极上的催化剂反应，释放电子形成带正电荷的 H^+ ； $\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$
 - 3) H^+ 穿过电解液到达阴极；
 - 4) e^- 流入电路，形成电流，产生电能；
 - 5) 在阴极，催化剂使 H^+ 与空气中的 O_2 结合形成水。 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- + 1/2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$

燃料电池工作原理



资料来源：汽车之家，安信证券研究中心

燃料电池单元结构



资料来源：汽车之家，安信证券研究中心

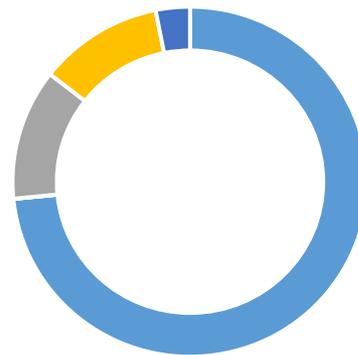
燃料电池分类

- 分类：根据电解质的不同，燃料电池可以分为质子交换膜燃料电池(PEMFC)、熔融碳酸盐燃料电池(MCFC)、磷酸燃料电池(PAFC)、固体氧化物燃料电池(SOFC)、碱性燃料电池(AFC)。
- PEMFC电池由于运行温度低，启动时间短，对氧化剂要求低等特性，成为应用最广泛的燃料电池。

燃料电池分类

燃料电池类型	电解质	运行温度(°C)	催化剂	比功率(W/Kg)	发电效率(%)	优势	劣势	应用领域
PEMFC	质子交换膜	50-100	铂金	30-1000	40-60	启动快； 工作温度低； 可以将空气作为氧化剂	对CO敏感； 需要将反应物加湿	汽车； 便携式电源
AFC	碱性电解液	90-100	镍、银	35-105	45-60	启动快； 工作温度低；	需要纯氧作催化剂	航空航天； 军事
PAFC	磷酸	150-200	LaMnO ₃ /LaCoO ₃	100-200	35-40	对CO ₂ 敏感；	对CO敏感； 启动较慢	分布式发电
SOFC	固体氧化物	650-1000	铂金	15-20	50-60	可以将空气作为氧化剂； 较高的能量效率	运行温度较高	大型分布式发电； 便携式电源
MCFC	熔融碳酸盐	600-700	镍	30-40	45-60	可以将空气作为氧化剂； 较高的能量效率	运行温度较高	大型分布式发电；

PEMFC电池应用最广泛



■ PEMFC ■ AFC ■ PAFC ■ SOFC ■ MCFC

资料来源：瑞士万通，安信证券研究中心

资料来源：瑞士万通，安信证券研究中心

燃料电池车VS电动汽车：续航+加氢时间

- **应用领域：**燃料电池应用广泛，由早期的潜艇、航天等特殊领域逐渐商业化至民用领域，主要分为固定式电源、便携式电源和交通运输等。
- **交通运输是爆发最迅猛、关注度最高的应用领域：**受益各国政策，大型车企的燃料电池汽车研发如火如荼，据国际能源署，交通运输类的燃料电池出货量从2011年的27.6MW暴涨至2018年的562.6MW，CAGR高达54%。
- **燃料电池车VS电动汽车：**
 - 1) **共同点：**EV与FCV是新能源汽车行业的两只主力军，共同点是电气化、绿色清洁和无噪音；
 - 2) **区别：**燃料电池车续航里程长，加氢时间短，但是成本高，基础设施不完善，更适合长途运输。电动汽车成本低，充电方便，续航里程短，更适合乘用车等短途运输。

燃料电池车VS电动汽车

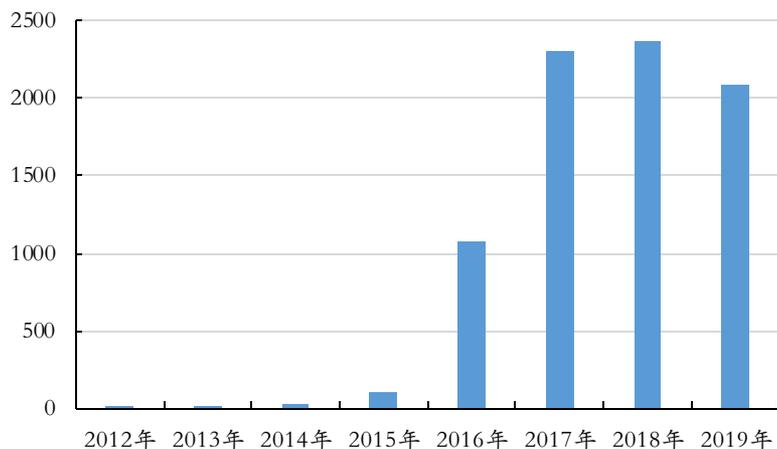
类别	项目	电动汽车	燃料电池车
环保	排放	无污染，零排放	无污染，零排放
车辆成本	整车成本	低	高（储氢罐，铂金）
	动力系统成本（美元/Kwh）	250	国外300-500，国内1000
	消耗成本（元/公里）	0.3-0.4	0.2-0.8
充能基站	补充方式	家庭充电或公共充电站	公共加氢站
	基础设施建设成本	超级充电站9000美元，停车场充电站6000美元，家庭充电站1000美元	自动售货加氢站75万美元，一体化加氢站210-330万美元
续航充能	续航里程（Km）	200-500	>500
	充电/加氢时间	快充30min，慢充6-8h	3-5min
	能量密度（wh/Kg）	320	1800
技术和产业	低温	低温影响续航	没有影响
	国外	技术相对成熟，产业链完善，仍在扩展	技术含量高，目前处于产业初期
	国内	续航较低，技术相对成熟，产业链完善，仍在扩展	技术落后于海外

资料来源：电动知家，安信证券研究中心

国外保有量和加氢站领先，中国处于发展初期

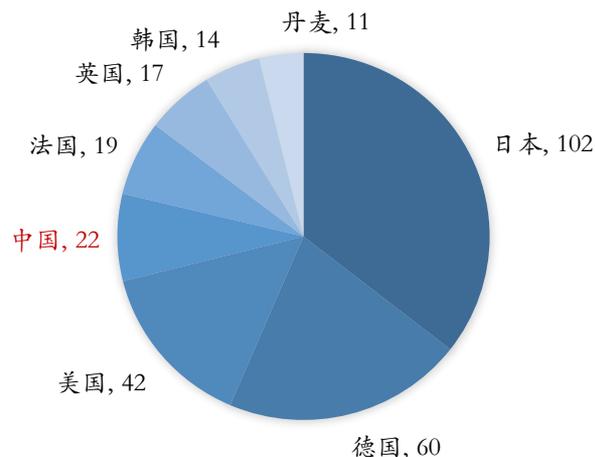
- **美国：FCEV海外最大市场，保有量第一。**截止2019年，美国燃料电池汽车保有量约8000辆，全球第一，以乘用车为主。
- **日本：燃料电池车技术领先。**日本汽车制造商自20世纪90年代起开始研究燃料电池技术，氢燃料电池领域的专利数目遥遥领先于其他国家，在燃料电池汽车开发和商业化上世界领先。2014年，丰田推出首款商用化的燃料电池车-Mirai，成为燃料电池车发展历史上的重要里程碑。2015年，本田紧随其后推出Clarity。
- **中国：中国燃料电池起步较晚，关键技术有所缺失，保有量约为5500辆，但是几无乘用车。**
- **加氢站：截止2018年，全球共有加氢站369座，其中欧洲152座，亚洲136座，北美78座。**日本凭借102座加氢站位居第一，德国和美国分别排名第二和第三，但与日本差距较大。日、德、美三国加氢站共有204座，占全球总数的55%，显示出三国在氢能与燃料电池技术领域的快速发展及前沿地位。中国加氢站数量为22座，位居全球第四位。

美国燃料电池车销量自2016年快速上涨



资料来源：Auto Alliance，安信证券研究中心

日韩和欧美加氢站多



资料来源：电动知家，安信证券研究中心

全球明星车型：现代NEXO和丰田Mirai

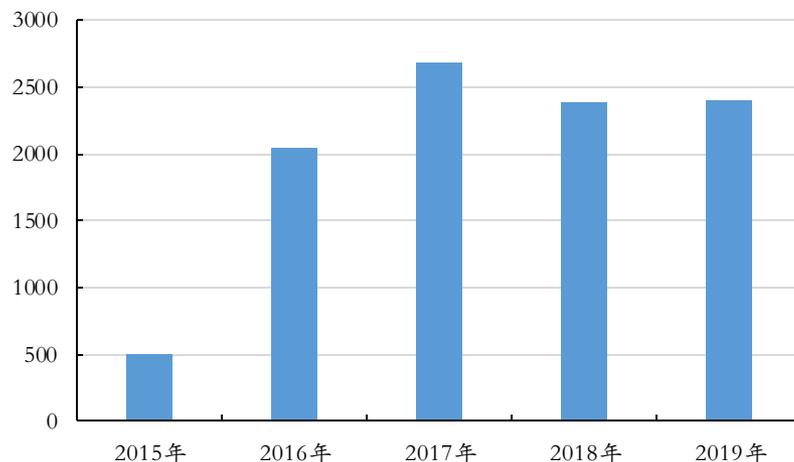
- **明星车型：**2019年全球氢燃料电池乘用车销量超过7500辆，其中现代NEXO氢燃料电池汽车销量为4818辆，丰田Mirai销量2407辆，合计占比超过90%。
- **丰田Mirai：**日本汽车制造商自20世纪90年代起开始研究燃料电池技术，2014年丰田推出首款商用化的燃料电池车-Mirai，成为燃料电池车发展历史上的重要里程碑。截止2019年，Mirai累计销售过万辆。2019年底，丰田发布第二代Mirai，预计2020年上市，新车改善了燃料电池的性能以及增加了氢气的储备容量，相比第一代增加了30%的续航里程。
- **现代NEXO：**1998年，现代成立麻北新能源技术研究院研发燃料电池技术，从此开启了现代研发燃料电池的历程。经过多年的研发，现代2013年推出量产的ix35 FCEV车型，2018年1月推出了第二代量产氢燃料电池车NEXO，2019年NEXO全球销量高达4818辆，是第二名Mirai的两倍。

全球主要燃料电池车参数

参数	丰田Mirai	现代NEXO	现代ix35 FCEV	本田Clarity	荣威950 FCV
上市时间	2014年	2018年	2013年	2015年	未上市
续航里程 (Km)	502	609	426	589	430
百公里加速 (s)	9.6	9.5	12.5	8.8	12
储氢重量 (kg)	5	5.64	5.64	5	4.2
储氢瓶压力 (Mpa)	70	70	70	70	35

资料来源：汽车之家，安信证券研究中心

丰田Mirai全球销量



资料来源：丰田官网，安信证券研究中心

全新Mirai接棒，丰田大力推进FCV产业进程

- **第二代丰田Mirai**：2019年10月10日，丰田第二代Mirai正式亮相，计划于2020年末开始在日本，北美和欧洲启动。2019年7月，丰田表示将在2020年扩建爱知县产线，将FCV产能提升至每月3000台，全新Mirai接棒，加之产能扩张，丰田仍将引领FCV产业进程。
- **续航**：燃料电池系统性能的改善和储氢能力的提高将使二代Mirai**续航里程提高30%，达到405英里**。
- **外观**：与一代Mirai紧凑的外观设计不同，新车型车基于丰田的后轮驱动TNGA平台进行了重新设计，轴距达到2920mm。从车侧来看，新车溜背造型明显，且前悬相对较短，座舱位置也比较靠后，视觉上营造出一种蓄势待发的运动感；尾灯则采用了当前比较流行的贯穿式灯带设计，车尾整体造型依然是丰田全新家族式风格。
- **内饰**：新车中控台造型复杂，向副驾驶员一侧倾斜的空调出风口平台营造出了很强的立体感，同时中控屏等部分又向驾驶员一侧倾斜，环绕式中控台对主驾驶位的包裹感较强；据悉，中控屏尺寸为12.3英寸，液晶仪表尺寸为8英寸。

第二代丰田Mirai 外观



第二代丰田Mirai 内饰



燃料电池产业化的瓶颈——技术和成本

- **技术：**我国燃料电池关键技术还没解决，燃料电池系统中更为细分的部件及材料生产制造问题尚未解决，燃料电池质子交换膜、双极板、高压气瓶核心部件基本依赖进口，国内生产能力有限，产品质量也难以满足要求。
- **成本：**成本居高不下极大制约了燃料电池产业化进程。
- 1) **造车成本高。**燃料电池车的材料成本昂贵，对技术的要求高，且整体产业链尚属起步阶段，运营车辆较少，车企盈利较为困难。
- 2) **加氢站建设成本高，基础设施配套不完整。**据香橙会研究院，截至2019年，我国已建成正在运营的加氢站仅有52座，真正实现商业化运行的加氢站不超过10个。加氢站投资建设成本极高，一座中型加氢站至少需要投资上千万元，因而大幅降低成本成为加氢站推广面临的首要难题。

目录

- 燃料电池与纯电动的技术路线区别
- 产业化尚处初期，各国政策引导发展
- 国内技术快速追赶，尚待政策加码
- 投资建议与风险提示

美国：率先将燃料电池技术作为国家战略的国家

- 美国是第一个将氢能和燃料电池技术作为国家战略的国家，美国早在2002年就颁布了《国家氢能发展路线图》，期间持续引导氢能和燃料电池发展，2019年发布《氢能经济路线图》，美国各项政策和倡议几乎覆盖到了氢能和燃料电池的全产业链。
- 美国在氢能源多年来的投资取得明显成效。据《氢能经济路线图》，截止2019年美国燃料电池车的保有量约8000辆，世界第一，美国拥有63座加氢站，仅次于日本和德国。

美国氢能及燃料电池相关政策梳理

时间	政策
1990年	美国能源部颁布《氢能研究、发展及示范法案》，制定氢能研究5年计划
1996年	美国能源部颁布《1996年氢未来法案》
2001年	《2030年及以后美国向氢经济转型的国家愿景》，转入制定国家氢能战略阶段
2002年	美国能源部颁布《国家氢能发展路线图》，为公共部门及私人部门如何协调长期发展氢能提供了蓝图
2003年	美国能源部颁布《氢燃料发展倡议》
2006年	美国能源部和美国交通部颁布《氢能源计划》
2010年	加州宣布为零排放、轻量化汽车提供1.6万美元的回扣激励措施
2012年	美国国会《美国燃料电池和氢基础设施法案》，将加氢站相关资产的税收优惠从30%提升至50%，并建立了分级税收奖赏制度，加大了对高效燃料电池的奖赏力度
2013年	加州立法机关通过20亿美元的延长纯净汽车和燃料补贴到2023年的法案
2013年	美国能源部启动H2USA，一个和燃料电池整车厂合作的PPP项目，推动氢气基础设施建设以推动燃料电池车的大规模应用
2014年	美国总统办公厅颁布了《作为经济可持续增长路径的全面能源战略》，明确了氢能在交通运输转型中的主导作用
2018年	美国国会对2017年购买燃料电池车、电动摩托车及安装了电动汽车充电基础的车主给予税收抵免政策
2018年	可再生能源税收抵免政策：将在5年内逐步减少30%的税收，最终确保燃料电池产品达到其他清洁能源产品同等发展水平
2019年	美国能源部宣布了高达3100万美元的氢能源资助计划，用于实现美国多行业中氢气生产、运输、存储及利用的规模化
2019年	加州燃料电池联盟提出到2030年建设1000座加氢站及达到100万辆燃料电池车的目标
2019年	燃料电池与氢能协会发布美国《氢能经济路线图》

《氢能经济路线图》

ROAD MAP TO A US HYDROGEN ECONOMY Executive summary 14

Figure 4
Scaling hydrogen – ambitious road map milestones

	Today	2022	2025	2030
	Immediate next steps	Early scale-up	Diversification	Broad rollout
H ₂ demand, metric tons	11 m	12 m	13 m	17 m
FCEVs on the road	7,600	50,000	200,000	5,300,000
Material-handling FCEVs	25,000	50,000	125,000	300,000
Fueling stations ¹	63	110	580 ²	5,600 ³
Material-handling fueling stations ⁴	120	300	600	1,500
Annual investment		\$0.7 bn	\$1.3 bn	\$8 bn
New jobs ⁵		+50,000	+100,000	+500,000

¹ Includes both fueling stations in operation and in development
² Stations of 500 kg/day; does not include material-handling fueling stations
³ Stations of 1,000 kg/day; does not include material-handling fueling stations
⁴ Data from Plug Power
⁵ Includes direct, indirect, and resulting jobs, building on an estimated 200,000 jobs in the sector today

资料来源：新能源网，安信证券研究中心

日本：氢能确定为国家能源，全力建设氢能社会

- **日本确定氢能发展为国策**：2013年日本将发展氢能提升为国策，2015年将氢能源定位为国家发电的第三个支柱能源，2018年提出从根本上落实氢能社会。
- **日本燃料电池商业化应用处于世界前沿**。1) 民用固定热电联产式燃料电池发电系统2009年首次实现商用化，使日本成为第一个将燃料电池引入民用领域的国家。2) 据《2019年全球加氢站年度统计报告》，日本燃料电池车由乘用车领域率先发展起来的，截止2019年6月，日本国内销售FCV3219辆。3) 日本拥有127家加氢站，数量全球第一。

日本氢能及燃料电池相关政策梳理

时间	政策
1993年	日本开始实施“世界能源网络”计划，深入研究氢及其基础设施技术，希望到2020年逐步推广氢能
2013年	安倍政府发布《日本再复兴战略》，将发展氢能提升为国策，启动加氢站建设前期准备工作
2014年	日本通过第4个战略能源计划，公布了氢气及燃料电池战略路线图，明确了氢气的生产、储存、运输和应用的发展路径
2015年	NEDD发布氢能源白皮书，将氢能源定位为国家发电的第三个支柱能源
2017年	日本政府发布《氢能源基础战略》，指出要在2030年实现氢能源发电的商用化
2018年	日本发布《第五期能源基本计划》，明确提出从根本上落实氢能社会
2019年	日本政府公布《氢能利用进度表》，旨在明确至2030年日本应用氢能的关键目标
2019年	日本氢能/燃料电池战略协会更新《氢能/燃料电池战略发展路线图》

日本氢能/燃料电池战略发展路线图

水素・燃料電池技術開発戦略の概要

- 評価・課題共有ウィークを踏まえ、ロードマップで掲げるターゲットの着実な達成に向け、重点的に取り組むべき技術開発3分野10項目を特定し、我が国の技術開発戦略として公表。



韩国：氢能——未来发展的投资战略

- 韩国将“氢能产业”确定为三大创新增长战略投资领域之一。早在2003年，韩国政府就将氢能定位于韩国政府“21世纪前沿科学计划”的主攻技术领域之一，2018年韩国将“氢能产业”确定为三大创新增长战略投资领域之一，2019年韩国发布氢能经济发展路线图，确定了2040年发展目标。
- 韩国“氢能经济”政策实施成效显著。据韩联社，2019年韩国投入3700亿韩元，韩国氢燃料汽车销量跃居全球第一，国内普及率同比增加6倍，首次突破5000辆关口。
- 加氢站：韩国拥有34个加氢站，总规模虽少于日德美，但全年新建数量居全球之首，为20个。

韩国氢能经济发展路线图

□ 수소 모빌리티 (누적)

		2018년	2022년	2040년
수소 모 빌 리 티	수소차	1.8천대 (0.9천대)	8.1만대 (6.7만대)	620만대 이상 (290만대)
	승용차	1.8천대 (0.9천대)	7.9만대 (6.5만대)	590만대 (275만대)
	택시	-	-	12만대 (8만대)
	버스	2대 (전체)	2,000대 (전체)	6만대 (4만대)
	트럭	-	-	12만대 (3만대)
	수소충전소	14개소	310개소	1,200개소 이상
	열차·선박·드론	R&D 및 실증을 통해 '30년 이전 상용화 및 수출프로젝트 추진		

* 위 수소차 목표는 내수와 수출을 포함한 생산량임

资料来源：中国储能网，安信证券研究中心

韩国氢能及燃料电池相关政策梳理

时间	政策
2008年	实施“低碳绿色增长战略”，为氢能燃料电池研发项目投资10亿韩元
2009年	《首都首尔计划推广氢燃料电池的使用》，力争到2020年使氢燃料电池的使用量占首尔全部替代资源使用量的30%
2010年	百万绿色家庭项目，计划在2020年之前安装10万套1Kw的燃料电池系统
2010年	斥资380亿美元的“绿色新政”项目，其中许多计划都与燃料电池和氢能项目相关
2012年	韩国政府实施“绿色氢城市示范”项目，计划在2012年到2018年间投入总额达到877亿韩元建设绿色氢城市，主要投资内容为氢气的生产和管理，燃料电池的生产等
2017年	自2017年9月到2020年，氢燃料电池汽车高速公路通行费减半
2018年	韩国政府将“氢能产业”确定为三大创新增长战略投资领域之一
2018年	韩国政府宣布五年内用于氢燃料电池及加氢站的补贴将达到2.6万亿韩元，把交通对原油的依赖减少20%。
2018年	韩国政府制定《氢燃料电池汽车产业生态战略路线图》，提出了尽快布局包括氢能燃料电池汽车、加氢站、氢能源在内的产业生态系统，还把健全完善氢经济相关的法律制度、创造多样的氢能商业模式、提前实现氢经济时代的内容编入国家能源规划
2019年	发布《韩国氢能经济发展路线图》，愿景是以氢燃料电池汽车和燃料电池为核心，将韩国打造成世界最高水平的氢能经济领先国家

资料来源：中国储能网，公开资料，安信证券研究中心

欧洲：能源转型重要方向，助力欧盟脱碳减排

- 欧盟将氢能源视作能源安全和能源转型的重要方向。2003年欧盟25个国家启动欧洲研究区项目（ERA），建立欧洲氢燃料电池技术研发平台，2019年发布《欧洲氢能路线图：欧洲能源转型的可持续路径》。截止2018年底，据《中国氢能源及燃料电池产业白皮书》，欧洲FCV保有量1080辆，加氢站152座，全球第一。
- 德国是欧洲氢能与燃料电池技术的领先国家。为推广氢能和燃料电池，德国成立国家氢能及燃料电池组织（NOW），负责管理和协调国家氢能及燃料电池创新项目（NIP），可再生能源制氢规模全球第一。据《第十一次全球加氢站年度评估报告》，截止2018年底，德国加氢站60座，欧洲第一，全球仅次于日本。
- 英国：虽然是最早发现氢气及制造氢燃料电池的国家，但是由于英国政策缺乏整体性，直到2016年才出台第一个氢能发展整体战略。

欧洲及德国氢能及燃料电池相关政策梳理

地区 时间 政策

	2000年	欧洲发布至2005年欧洲的研发与示范战略，明确提出2005年欧盟燃料电池研发所要完成的目标，核心是降低燃料电池的成本
	2003年	欧盟25个国家启动欧洲研究区项目（ERA），建立欧洲氢燃料电池技术研发平台
	2007年	欧盟“第6科研框架计划（2002-2006）”基础上，又发布新计划，拟于2007年-2015年投入74亿欧元的氢能和燃料电池技术研究实施计划
欧洲	2008年	欧盟成立燃料电池及氢能联合会（FCHJU），此PPP项目在欧洲发展及推广燃料电池中发挥重要作用
	2011年	欧盟启动大规模车辆示范项目“H2movesScandinavi”和欧洲城市清洁氢能项目（CHIC），投资5300万欧元，至少持续3年
	2013年	欧盟出台CPT项目，计划投入1.23亿欧元建设77个加氢站，针对15个已建有加氢站的成员国实现国与国之间的互联互通
	2013年	宣布在2014-2020年启动Horizon2020计划，将在氢能和燃料电池领域投入220亿欧元预算
	2016年	欧盟发布《可再生能源指令》等政策文件，提出将氢能作为能源系统的重要组成部分
	2019年	FCHJU发布《欧洲氢能路线图：欧洲能源转型的可持续路径》，为氢能和燃料电池在欧洲的大规模推广提供了路线
德国	1990年	燃料电池研发发展示范计划，推动燃料电池技术实现市场化
	1999年	德国启动H2 Argemuc项目，建立首家加氢站
	2006年	德国联邦政府联合研究机构代表及产业方发起NIP，旨在提升氢能在德国能源体系中的地位，2006-2016年NIP投资约7.1亿欧元
	2008年	启动callux项目，计划在2008-2015年投入500套燃料电池CHP装置，预算达7500万欧元
	2009年	德国政府与法国液化空气集团、林德等公司发起“H2 Mobility initiative”，计划投资3.5亿欧元在德国建立全国性氢能补给网络系统
	2016年	对满足性能要求的燃料电池CHP装置补贴6825-28200欧元
	2017年	启动国家氢能及燃料电池创新项目（NIP）二期，计划2016-2026年投入14亿欧元

资料来源：中国储能网，公开资料，安信证券研究中心

中国：规划政策力度加大，FCV发展窗口期将至

- 国家对氢燃料电池领域的规划和政策支持力度明显加大。近年来，国家对氢燃料电池领域的规划和政策支持力度明显加大，在《节能与新能源汽车产业发展规划（2012-2020年）》、《中国制造2025》、《能源技术革命创新行动计划（2016-2030年）》等一系列政策规划文件中，都提出要重点研发氢燃料电池技术，预示着我国氢燃料电池汽车产业发展窗口期已经到来。2019年，“氢能”首次写入我国政府工作报告。
- 据中汽协，中国燃料电池汽车保有量截止2019年底，约5000辆，全球第二，加氢站数量为22座，全球第四位。

中国氢能及燃料电池相关政策梳理

时间	政策
2001年	《863电动汽车重大科技专项计划》，国家拨款8.8亿，确定了电动汽车矩阵式研发体系，包含对燃料电池汽车和燃料电池系统的研发
2006年	《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006年-2020年）》中加入了氢能及燃料电池技术相关内容
2009年	《节能与新能源汽车示范推广财政补助资金管理暂行办法》首次在试点城市对燃料电池乘用车和客车给予25万/辆和60万/辆的财政补贴
2011年	《中华人民共和国车船税法》，燃料电池汽车免征车船税
2014年	《能源发展战略行动（2014年-2020年）》，国家正式将“氢能与燃料电池”作为能源科技创新战略方向
2014年	《关于新能源汽车充电设施建设奖励的通知》，符合国家技术标准且日加氢能力不少于200公斤的新建加氢站每个站奖励400万元
2015年	《关于2016年-2020新能源汽车推广应用财政支持政策的通知》，燃料电池乘用车，燃料电池轻型客车货车，燃料电池大中型客车、大中型货车分别给予每辆20万元、30万元和50万元的补助（2017年-2020年新能源汽车补助标准退坡，燃料电池汽车补贴不变）
2015年	《中国制造2025》继续推动燃料电池汽车发展
2016年	《中国氢能产业基础设施发展蓝皮书（2016）》，明确氢能产业基础设施近期、中期和远期的发展目标和主要任务，首次提出发展路线图
2016年	《节能与新能源汽车技术路线图》计划到2030年实现百万辆氢燃料电池汽车的商业化应用，建成1000座加氢站
2016年	《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》宣布，到2020年实现燃料电池汽车批量生产和规划化示范应用
2016年	氢能被列为《能源技术革命创新行动计划》中的15个关键领域之一
2017年	《汽车产业中长期发展规划》逐步扩大燃料电池试点示范范围
2018年	《关于调整完善新能源汽车推广应用财政补贴政策的通知》，对氢燃料电池汽车也给出了具体补贴
2018年	《推进运输结构调整三年行动计划（2018-2020）》加大新能源城市配送车辆配推广应用力度
2019年	氢能首次被写入《政府工作报告》，推动充电、加氢等设施建
2019年	《中国氢能源及燃料电池产业白皮书》，2050年氢能源占比10%

全球规划清晰，欧美暂时领先

全球燃料汽车及加氢站规划（燃料电池：万辆，加氢站：座）

国家	美国		中国		欧洲		日本		韩国	
	燃料汽车	加氢站	燃料汽车	加氢站	燃料汽车	加氢站	燃料汽车	加氢站	燃料汽车	加氢站
2018年	0.6	63	0.4	22	0.1	152	0.2	100	0.1	14
2020年			0.5	100			4	160		
2022年	5	110							8.1	310
2025年	20	580	5	300		750	20	320		
2030年	530	5600	100	1000	424.5	1500	80	900		
2040年									620	1200

资料来源：各国氢能经济发展路线图，安信证券研究中心

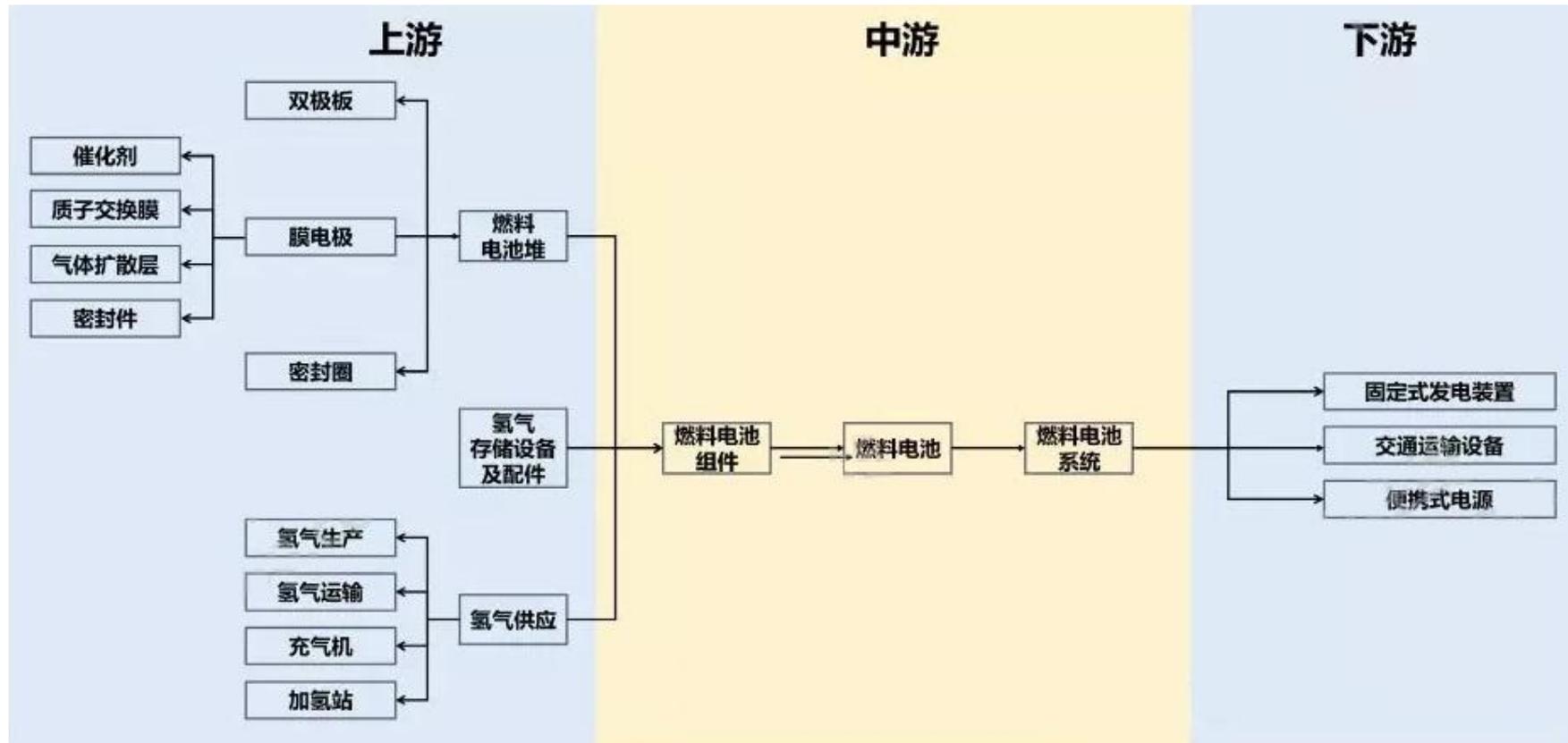
目录

- 燃料电池与纯电动的技术路线区别
- 产业化尚处初期，各国政策引导发展
- 国内技术快速追赶，尚待政策加码
- 投资建议与风险提示

燃料电池产业链一览

- 上游：包括氢气供应、燃料电池堆和氢气存储设备及配件，其中膜电极组件是最核心的部件。
- 中游：组装和集成。
- 下游：应用，包括固定式发电装置、交通运输设备和便携式电源等。

中国氢能及燃料电池相关政策梳理



制氢：制氢工艺技术多种多样

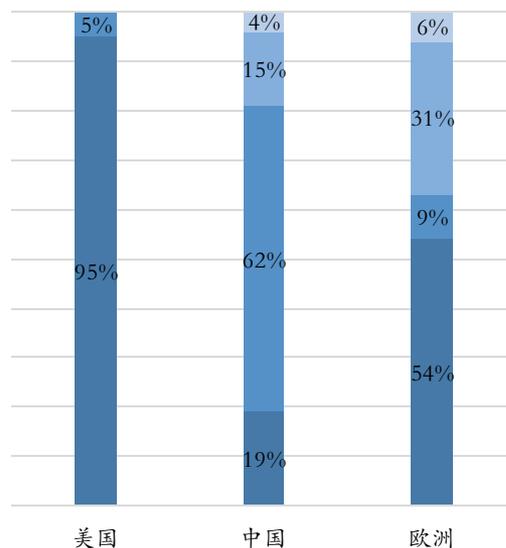
- 制氢工艺技术多种多样，可分为5种典型工艺。
- 氢气生产方式也因不同国家地理位置不同而有很大差异。1) 美国：95%的制氢通过大型中央工厂的天然气重整实现，主要原因是它是目前最经济实惠的做法。2) 中国：世界最大的制氢国家。2017年的制氢量约为1700万吨，62%的制氢量来自于煤或焦炭生产。3) 欧洲：欧洲氢气产量占全球21%，主要依赖于天然气生产。

制氢方式

类型	途径	生产成本 (元/m ³)	能源效率	优点	缺点
化石燃料	天然气蒸汽重整	1.2-1.5	68.0-69.1%	全球最成熟、可用的技术，成本较低、技术成熟	环保性差
	气化煤	0.9-1.2	53.8-55.9%	成本低、技术成熟	环保性差，杂质多，需净化
	烃类/原油产品热解	1.5-2.0		技术成熟	环保性差
生物质	生物质气化/热解	-		环保、可持续	过程复杂、成本高、需提纯
电解	电网电力电解	1.5-3.0	23.4-40%	技术成熟、纯度高、无污染	高能源消耗
	风能/太阳能电解	-		制氢的廉价来源、可再生、环保	技术不成熟，未来可广泛使用
	光解	-		清洁可持续、原料丰富	技术不成熟，尚处实验室阶段、转换效率低
	生物电解	-		清洁可持续	技术不成熟

资料来源：中国氢能联盟，安信证券研究中心

中国主要制氢方式是气化煤



■ 天然气 ■ 煤炭 ■ 烃类/原油 ■ 其他(电解)

资料来源：中国氢能联盟，安信证券研究中心

储氢和运氢：主要是气态氢

- 储氢方式有三种：高压气态储氢、低温液氢储氢、金属合物固态氢，气态储氢方便、储蓄条件容易满足、成本低，是最成熟、最常见的。
- 运输方式由储氢方式决定：压缩气态通过卡车/长管拖车/管道进行运输，液态氢由卡车或其它方式运输，一般适合中长距离运输，更具备经济性，固态氢主要在特殊的容器中储存，然后输送。

储氢技术

储氢技术	优势	劣势	应用
高压气态储氢	成本低、能耗少、充放速度快、技术成熟	体积储氢密度低	目前应用最多
低温液氢技术	体积比容量大、储氢容器体积小	能耗高、设备要求高、成本高	航天领域应用较多
金属合物固态氢	储氢量大、成本低、安全性好、可循环使用	专门加氢、脱氢装置费用高、技术复杂，效率低	仍处于实验室阶段

资料来源：中国氢能联盟，安信证券研究中心

运输氢的方式

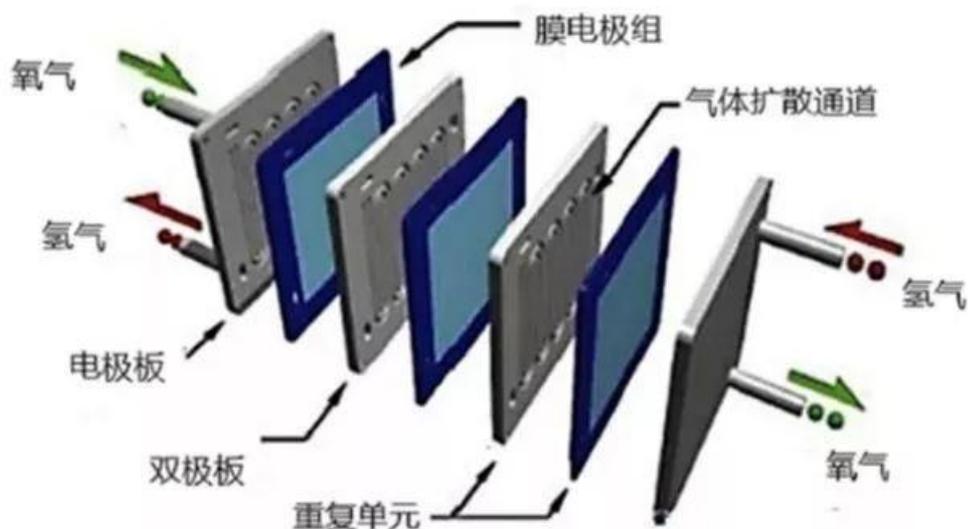
储氢技术	运氢方式	氢气压力/Mpa	载氢量 (Kg/车)	体积密度 (kgm ⁻³)	成本 (元/Kg)	能耗 (Kwh/Kg)	经济距离 (km)
高压气态	长管拖车	30	300-400	14.5	2.02	1-1.3	≤150
	管道	1-4	-	3.2	0.3	0.2	≥500
低温液态	槽罐车	0.6	7000	64	12.25	15	≥200
固态	卡车	4	300-400	50	-	10-13	≤150
有机液态	槽罐车	常压	2000	40-50	15	-	≥200

资料来源：中国氢能联盟，安信证券研究中心

燃料电池堆：燃料电池动力系统核心部分

- **燃料电池堆：**电堆是发生电化学反应的场所，也是燃料电池动力系统核心部分，由多个单体电池以串联方式层叠组合构成。将双极板与膜电极交替叠合，各单体之间嵌入密封件，经前、后端板压紧后用螺杆紧固拴牢，即构成燃料电池电堆。
- **工作原理：**电堆工作时，氢气和氧气分别由进口引入，经电堆气体主通道分配至各单电池的双极板，经双极板导流均匀分配至电极，通过电极支撑体与催化剂接触进行电化学反应。
- **供应：**1) 国外乘用车厂大多自行开发电堆，并不对外开放，例如丰田、本田、现代等。2) 国外可以单独供应车用燃料电池电堆的知名企业主要有加拿大的Ballard和Hydrogenics。3) 国内能够独立自主开发电堆并经过多年实际应用考验的只有大连新源动力和上海神力两家企业。

氢燃料电池电堆构成



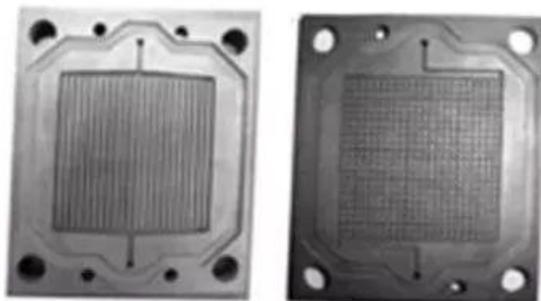
双极板：电堆的核心结构零部件

- **双极板：**双极板是电堆的核心结构零部件，起到均匀分配气体、排水、导热、导电的作用，占整个燃料电池60%的重量和~20%的成本，其性能优劣直接影响电池的输出功率和使用寿命。
- **种类：**双极板材料目前主要是石墨双极板和金属双极板，乘用车均采用金属双极板，而商用车一般采用石墨双极板。
- **供应：**1) 石墨双极板的主流供应商有美国POCO、美国SHF、日本Fujikura RubberLTD等。金属双极板主要供应商有瑞典Cellimpact、德国Dana、美国treadstone等。2) 石墨双极板已实现国产化，金属双极板国内还处于研发试制阶段。3) 复合双极板兼具石墨双极板的耐腐蚀性和金属双极板的高轻度，但是成本高，研发目前还比较少。

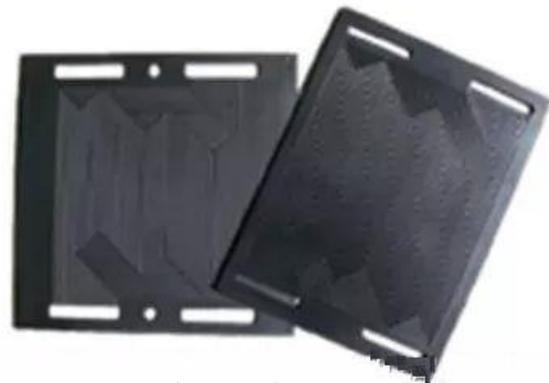
三种双极板



石墨双极板



金属双极板



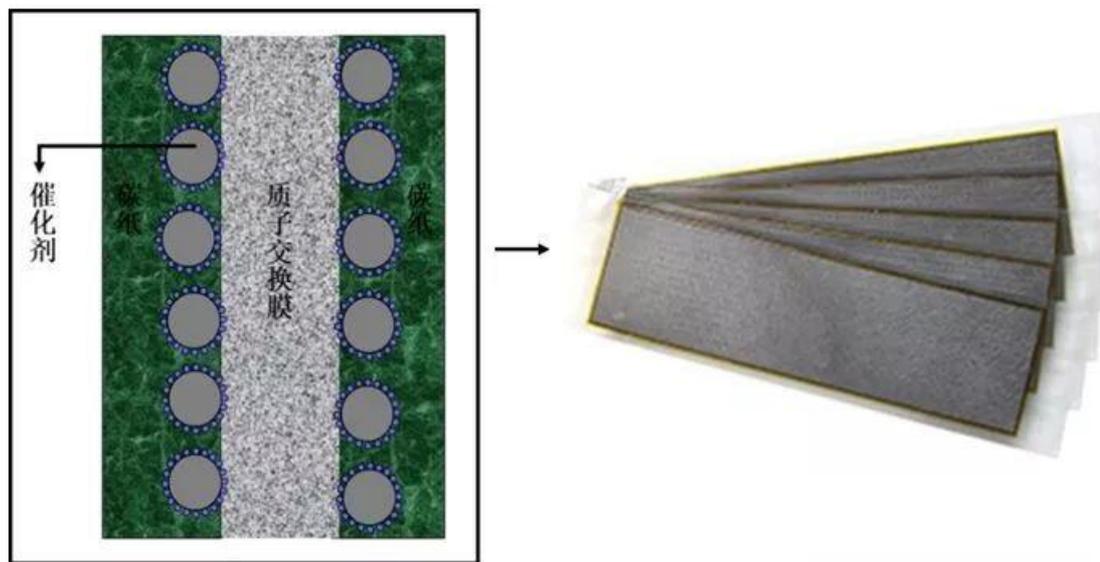
复合双极板

资料来源：燃料电池发动机工程技术研究中心，安信证券研究中心

膜电极：电堆的核心

- **膜电极：**膜电极是电堆的核心，类似于电脑里的CPU，决定了电堆性能、寿命和成本的上限。膜电极组件由质子交换膜、催化剂和气体扩散层（气体扩散层）组成。
- **国外膜电极水平高：**国外膜电极的供应商主要有3M、Johnson Matthey、Gore、Greenerity (Toray)、Kolon、Ballard等。丰田、本田等乘用车企业自主开发了膜电极，但不对外销售。
- **国产膜电极性能与国际水平接近，但专业性上（例如铂载量、启停、冷启动、抗反极等）与国际水平还有一定差距。**

膜电极示意图及实物图

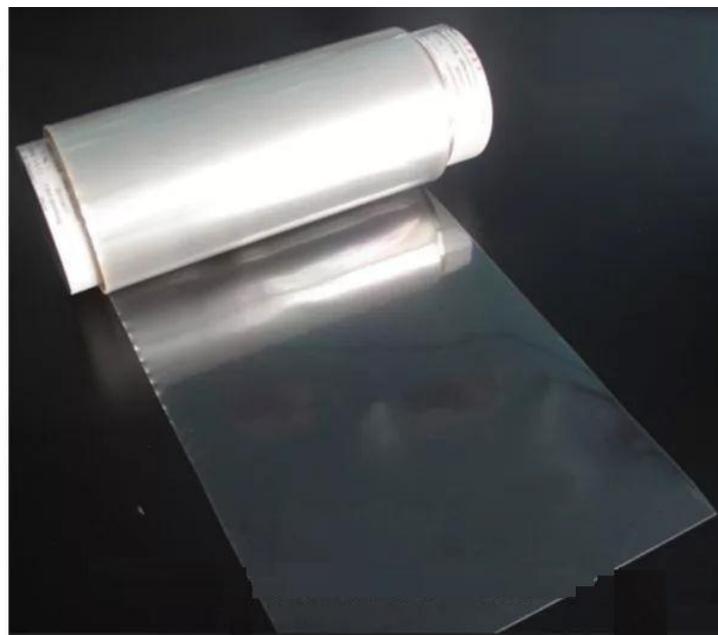
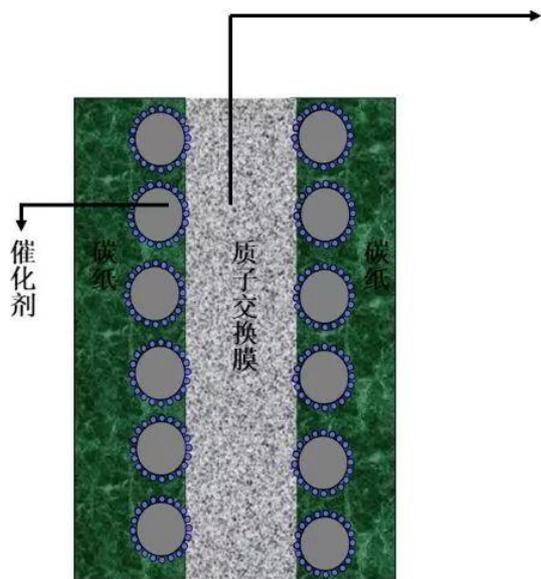


资料来源：燃料电池发动机工程技术研究中心，安信证券研究中心

质子交换膜：核心元件，国产化提速

- **质子交换膜**：质子交换膜燃料电池（PEMFC）的核心元件，以全氟磺酸膜为主，目前国产化进程提速。
- **主流趋势**：全氟磺酸增强型复合膜，质子交换膜逐渐趋于薄型化，由几十微米降低到十几微米，降低质子传递的欧姆极化，以达到更高的性能。
- **供应**：国外企业有美国Gore公司，科慕（以前的杜邦）、3M、日本的旭化成等，国内能够批量化供应只有山东东岳一家，山东东岳的膜已经进入了奔驰的供应链体系。

质子交换膜



催化剂：低铂是趋势

- **催化剂：**催化剂是燃料电池的关键材料之一，目前燃料电池中常用催化剂是Pt/C，即由Pt的纳米颗粒分散到碳粉（如XC-72）载体上的担载型催化剂。
- **低铂趋势：**受到资源和成本方面的限制，目前Pt的用量已经由10年前的0.8~1g/kW降低到目前的0.1~0.4g/kW。降低燃料电池电堆Pt用量的近期目标（2020年）是下降到0.1g/kW左右；长期目标是催化剂用量达到传统内燃机尾气净化器贵金属用量水平（<0.05g/kW）。
- **供应：**燃料电池催化剂的国外生产商主要有英国JohnsonMatthey，德国BASF，日本Tanaka，日本日清纺，比利时Umicore等；国内有贵研铂业，武汉喜马拉雅，中科中创、苏州擎动动力、昆山桑莱特等。

催化剂生产厂家及产品性能

地区	代表企业	产品性能
国外	英国JohnsonMatthey	铂纯度达到99.95%，拥有全球最先进的催化剂生产技术
	日本Tanaka	建立了稳定的催化剂供应系统，为丰田Mirai提供铂催化剂
	德国BASF	全球最大的化工产品企业
国内	贵研铂业	铂含量≥99.99%
	中科中创	单批次产量>200g
	武汉喜马拉雅	日产能达到200g

资料来源：燃料电池发动机工程技术研究中心，安信证券研究中心

催化剂

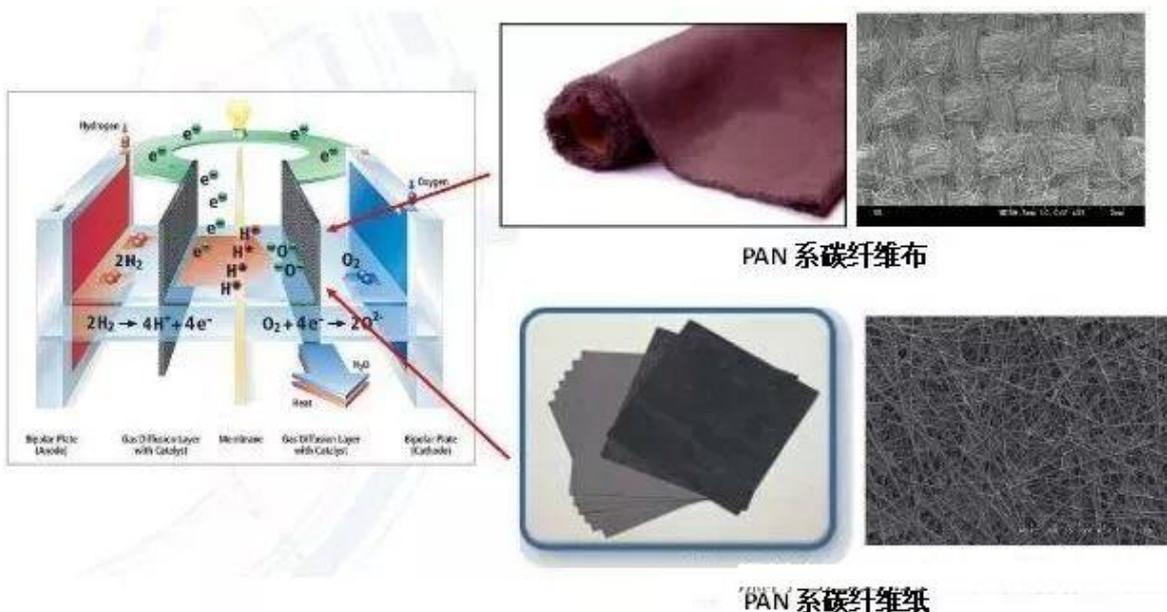


资料来源：燃料电池发动机工程技术研究中心，安信证券研究中心

气体扩散层：国外几乎垄断

- **气体扩散层：**气体扩散层（GDL）位于流场和膜电极之间，主要作用是为参与反应的气体和产生的水提供传输通道，并支撑膜电极。因此，GDL必须具备良好的机械强度、合适的孔结构、良好的导电性、高稳定性。
- **供应：**目前燃料电池生产商多采用日本东丽、加拿大Ballard、德国SGL等厂商的碳纸产品。东丽占据较大的市场份额，我国对碳纸的研发主要集中于中南大学、武汉理工大学等高校，国内江苏天鸟具备优秀的碳纤维织物的生产能力，但由于燃料电池市场太小，尚无量产计划。

气体扩散层（GDL）



国内技术快速追赶，距离国际水平仍有差距

- 国内上游的氢燃料电池产业：“技术引进”+“自主创新”的技术创新生态。
- 技术引进：1) 老牌氢燃料电池龙头加拿大巴拉德在国内与潍柴动力、大洋电机、亿华通、广东国鸿等多家技术合作企业，其中潍柴动力、大洋电机是巴拉德的前两大股东。2) 一向保守的日本氢燃料电池龙头丰田汽车宣布开放包括燃料电池及电机、电控等系列专利之后，与清华、亿华通、北汽福田之间达成的氢燃料电池汽车合作。
- 自主创新：国内氢燃料电池产业链各个环节的产学研合作更加密切。
- 部分核心技术以及成本控制等方面与世界先进水平仍有一定差距。1) 国内电堆技术主要针对商用车，而国际是商乘并举；2) 膜电极、双极板等产品性能参数不及国际水平；3) 催化剂、气体扩散层等核心材料国内并未量产。

国内电池燃料技术距离国际水平仍有差距

分类	产品	国内	国际
关键零部件	膜电极	电流密度：1.5 (A/cm ²)	电流密度：2.5 (A/cm ²)
	空压机	实车验证功率：30kw	实车验证功率：100kw
	储氢系统	35MPa	70MPa
	双极板	金属双极板试证阶段 石墨双极板小规模使用	金属双极板技术成熟 石墨双极板实车验证阶段
	氢循环装置	空白	技术成熟
关键材料	催化剂	小规模生产	产品化阶段
	气体扩散层	无量产	产品化阶段
	质子交换膜	较为成熟，中试阶段	产品化阶段
	密封剂	-	产品化阶段

资料来源：《中国氢能源及燃料电池产业白皮书》，安信证券研究中心

国内FCV产业化，尚待政策加码

- 推动国内FCV产业化的驱动因素：1) 燃料电池车优势，2) 规模化带来成本下降，3) 加氢站规划数量大，4) 政策驱动。
- 燃料电池车优势：1) 与燃油车相比，FCV环保、噪音低、能量转化率高；2) 与电动车相比，FCV续航久，加氢快，不受温度影响。
- 规模化带动成本下降：据美国能源部预测，如果燃料电池车的产量能够扩大十倍，整车成本就将下降23%；据欧洲燃料电池与氢能联合组织(FCHJU) 预测，在2025年，燃料电池系统生产量为50000套时，电池堆的成本可低至11.53美元/kW。
- 加氢站规划数量大：加氢站数量是制约FCV发展的重要因素。据香橙会研究院，截止2019年底，我国已建成正在运营的加氢站仅有52座，按照规划，2020年将达到100座，2025年将达到300座，2030年达到1000座。
- 政策驱动：与大多数先进技术一样，燃料电池技术在初期对政策的依赖度较高。从国际经验来看，美国、欧洲、日本等国家均出于不同原因，出台了相关政策及激励措施，促进燃料电池产业的发展。2019年“氢能”首次写入我国政府工作报告，我国燃料电池汽车产业的发展，尚待政策加码。

2020年燃料电池系统成本下降情况预测

2025年燃料电池系统成本下降情况预测

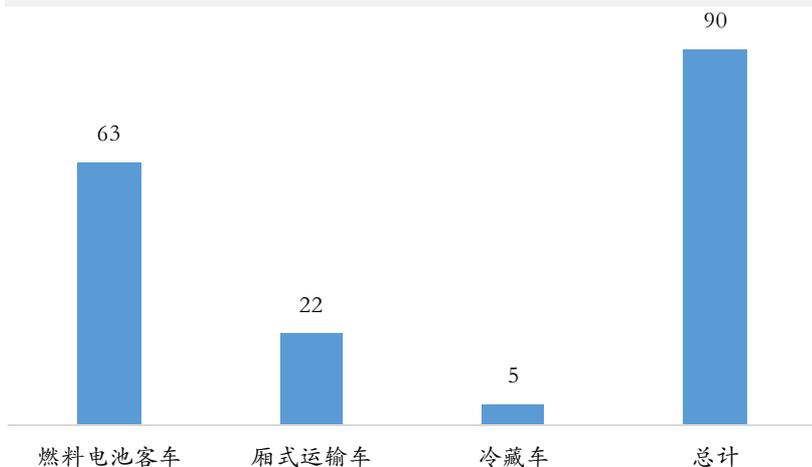
年生产量 (万套/年)	2020年燃料电池系统成本下降情况预测					2025年燃料电池系统成本下降情况预测					
	双极板 (美元/ 套)	膜电极 (美元/ 套)	其他部分 (美元/套)	电池堆总成 (美元/套)	电池堆成本 (美元/KWnet)	年生产量 (万套/年)	双极板 (美元/套)	膜电极 (美元/套)	其他部分 (美元/套)	电池堆总成 (美元/套)	电池堆成本 (美元/ KWnet)
0.1	1570	6655	731	8957	111.96	0.1	710	6298	696	7704	96.3
1	416	2299	237	2952	36.9	1	284	1710	208	2202	27.52
2	430	1639	211	2280	28.5	2	284	1138	183	1604	20.05
5	403	1263	184	1851	23.14	5	275	803	148	1227	15.34
10	387	1083	172	1643	20.53	10	266	670	140	1076	13.45
50	378	892	148	1417	17.71	50	262	535	127	922	11.53

资料来源：欧洲燃料电池与氢能联合组织(FCHJU)，安信证券研究中心

国内发展路径明确，先商后乘

- **中国燃料电池汽车发展路径：先商后乘。**通过商用车实现规模化生产，降低燃料电池车成本，同时带动加氢站等配套设施建设，后拓展至乘用车领域。
- **原因：**1) 燃料电池车具备续航长、加氢快等技术特点，更适合进行中长途运输的商用车；
2) 商用车一般是固定线路，沿线建设加氢站可有效提升加氢站利用率；
3) 据近18批次工信部发布的《新能源汽车推广应用推荐车型目录》，燃料电池商用车推荐名录中70%为燃料电池客车，多为政府采购，对价格敏感度较低，能够起到一定的社会推广效果。
- **重卡“柴转氢”是趋势。**节能减排的现实需要和政府的强势引导，给重卡“柴转氢”创造了有利的外部条件。同时，在大于3.5吨的商用车上，考虑车辆载重引起的能耗、自重增加等问题，纯电动车型囿于自重、续航等性能局限，已经无法成为此类车型的最优选择。与锂电池相比，燃料电池具备更长的续航里程、更短的充电（加氢）时间、更轻的重量、更大的性能提升空间等显著优点，**更适合长距离运输领域的重型卡车。**

工信部燃料电池汽车推荐名录中70%是客车



资料来源：工信部，安信证券研究中心

3个月内，4款氢能重卡亮相

时间	事件
2019年9月	江铃燃料电池牵引车进入工信部324批《道路机动车辆生产企业及产品公告》
2019年10月17日	大运的首款燃料电池牵引车进入工信部325批《道路机动车辆生产企业及产品公告》
2019年10月21日	由国投中科、青岛前湾集装箱码头、机科（山东）重工、江苏奥新四家参与研发、测试的3台氢能源集卡车正式投入实景测试运营



安信证券
ESSENCE SECURITIES

资料来源：氢能网，安信证券研究中心

目录

- 燃料电池与纯电动的技术路线区别
- 产业化尚处初期，各国政策引导发展
- 国内技术快速追赶，尚待政策加码
- 投资建议与风险提示

关注标的：中通客车、潍柴动力、宇通客车

- **中通客车**：国内少数具有燃料电池客车研发生产能力的公司。公司超前布局燃料电池行业，2017年2月公司LCK6900FCEAG下线，成为国内首台9米氢燃料电池客车。此后，公司不断加大在燃料电池领域的投入，2019年9月公司与青岛理工大等联合启动氢燃料电池系统及整车开发与产业化项目，2020年公司携3款燃料电池汽车，登上工信部327《机动车产品公告》。
- **潍柴动力**：氢燃料电池龙头巴拉德第一大股东。公司作为重卡产业链龙头，积极布局燃料电池行业。2018年11月，公司通过全资子公司潍柴动力（香港）国际发展有限公司以1.64亿美元认购加拿大巴拉德动力系统有限公司19.9%股份完成交割，成为巴拉德第一大股东。按照双方达成的协议，双方将共同出资11亿元人民币成立合资公司，合资公司将拥有巴拉德下一代质子交换膜燃料电池电堆及模组技术产品在中国客车、商用卡车和叉车市场的独家权利，未来有望领跑中国燃料电池商用车市场。
- **宇通客车**：全球客车龙头，前瞻性布局燃料电池行业。从2003年开始，公司销量连续15年保持中国大中客车销量第一，连续7年全球第一，是当之无愧的客车龙头。公司自2009年开始研发燃料电池客车，2012年组建了燃料电池客车研发团队，2015年，宇通取得国内首款燃料电池公告，经过多年努力，宇通2016年成功开发出三代燃料电池客车，正在开发第四代燃料电池客车，涵盖公交、公路等细分市场。此外，宇通还建立了行业首个燃料电池与氢能工程技术研究中心，该研究中心的建立将使我国燃料电池客车技术水平再上新台阶，突破燃料电池技术瓶颈，打通燃料电池与氢能产业链，加速推进燃料电池汽车产业化进程。

风险提示

- 燃料电池产业政策及补贴不及预期；
- 燃料电池技术进步不及预期；
- 燃料电池成本下降进程不及预期；
- 加氢站等相关基础配套建设配套不及时风险。

分析师声明

■ 分析师声明

本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，勤勉尽责、诚实守信。本人对本报告的内容和观点负责，保证信息来源合法合规、研究方法专业审慎、研究观点独立公正、分析结论具有合理依据，特此声明。

■ 本公司具备证券投资咨询业务资格的说明

安信证券股份有限公司（以下简称“本公司”）经中国证券监督管理委员会核准，取得证券投资咨询业务许可。本公司及其投资咨询人员可以为证券投资人或客户提供证券投资分析、预测或者建议等直接或间接的有偿咨询服务。发布证券研究报告，是证券投资咨询业务的一种基本形式，本公司可以对证券及证券相关产品的价值、市场走势或者相关影响因素进行分析，形成证券估值、投资评级等投资分析意见，制作证券研究报告，并向本公司的客户发布。

免责声明

本报告仅供安信证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因为任何机构或个人接收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本报告基于已公开的资料或信息撰写，但本公司不保证该等信息及资料的完整性、准确性。本报告所载的信息、资料、建议及推测仅反映本公司于本报告发布当日的判断，本报告中的证券或投资标的价格、价值及投资带来的收入可能会波动。在不同时期，本公司可能撰写并发布与本报告所载资料、建议及推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息及资料保持在最新状态，本公司将随时补充、更新和修订有关信息及资料，但不保证及时公开发布。同时，本公司有权对本报告所含信息在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。任何有关本报告的摘要或节选都不代表本报告正式完整的观点，一切须以本公司向客户发布的本报告完整版本为准，如有需要，客户可以向本公司投资顾问进一步咨询。

在法律许可的情况下，本公司及所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券或期权并进行证券或期权交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务，提请客户充分注意。客户不应将本报告为作出其投资决策的惟一参考因素，亦不应认为本报告可以取代客户自身的投资判断与决策。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议，无论是否已经明示或暗示，本报告不能作为道义的、责任的和法律的依据或者凭证。在任何情况下，本公司亦不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。

本报告版权仅为本公司所有，未经事先书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表、转发或引用本报告的任何部分。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“安信证券股份有限公司研究中心”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。本报告的估值结果和分析结论是基于所预定的假设，并采用适当的估值方法和模型得出的，由于假设、估值方法和模型均存在一定的局限性，估值结果和分析结论也存在局限性，请谨慎使用。

安信证券股份有限公司对本声明条款具有惟一修改权和最终解释权。

销售联系人

上海联系人

朱贤	021-35082852	zhuxian@essence.com.cn
李栋	021-35082821	lidong1@essence.com.cn
侯海霞	021-35082870	houhx@essence.com.cn
潘艳	021-35082957	panyan@essence.com.cn
刘恭懿	021-35082961	liugy@essence.com.cn
孟昊琳	021-35082963	menghl@essence.com.cn
苏梦	021-35082790	sumeng@essence.com.cn
孙红	18221132911	sunhong1@essence.com.cn
秦紫涵	021-35082799	qinzh1@essence.com.cn
王银银	021-35082985	wangyy4@essence.com.cn
陈盈怡	021-35082737	chenyy6@essence.com.cn

北京联系人

温鹏	010-83321350	wenpeng@essence.com.cn
姜东亚	010-83321351	jiangdy@essence.com.cn
张莹	010-83321366	zhangying1@essence.com.cn
李倩	010-83321355	liqian1@essence.com.cn
姜雪	010-59113596	jiangxue1@essence.com.cn
王帅	010-83321351	wangshuai1@essence.com.cn
曹琰	15810388900	caoyan1@essence.com.cn
夏坤	15210845461	xiakun@essence.com.cn
袁进	010-83321345	yuanjin@essence.com.cn

深圳联系人

胡珍	0755-82528441	huzhen@essence.com.cn
范洪群	0755-23991945	fanhq@essence.com.cn
聂欣	0755-23919631	niexin1@essence.com.cn
杨萍	13723434033	yangping1@essence.com.cn
巢莫雯	0755-23947871	chaomw@essence.com.cn
黄秋琪	0755-23987069	huangqq@essence.com.cn
王红彦	0755-82714067	wanghy8@essence.com.cn
黎欢	0755-23984253	lihuan@essence.com.cn

欢迎关注!



安信证券研究中心 汽车研究团队

袁伟 yuanwei2@essence.com.cn

徐慧雄 xuhx@essence.com.cn

刘国荣 liugr@essence.com.cn