

燃料电池行业深度报告： 车用燃料电池产业链梳理

华西机械☆刘菁团队 2020/02/19

刘菁 (SAC NO: S1120519110001)

俞能飞 (SAC NO: S1120519120002)

田仁秀: tianrx@hx68.com

李思扬: lisy@hx168.com

请仔细阅读在本报告尾部的重要法律声明

目录

contents

1. 氢燃料电池产业链：PEMFC为主，车用为主要方向
 - 1.1 质子交换膜燃料电池为主流方向，车用为主
 - 1.2 详解燃料电池核心部件：电堆为成本、技术核心

2. 上游氢能产业链：制、储、运、加，有望先于下游发力
 - 2.1 氢气制备：我国氢能资源丰富，工业副产氢为主
 - 2.2 氢气储运：目前国内以高压储运方式为主
 - 2.3 氢气加注：加氢站建设有望先行爆发

3. 氢燃料电池仍处产业化早期阶段，政策为主要驱动力

4. 风险提示

锂电池和燃料电池被视为两种清洁的车用供能方式而广受关注，但两者存在本质区别。锂电池是储能器件，燃料电池是发电装置，作用类似于发动机，需配套储氢罐（类似油箱）。

在车用场景中，燃料电池可解决锂电池里程焦虑，且燃料电池充氢时间短，在重载、长距离场景中优势明显。但目前燃料电池仍存在成本高、循环衰减性能差、加氢站建设不足等问题，仍处产业化初期阶段。

我们判断，相对燃料电池核心部件及电堆、系统等环节，上游氢能产业链有望先行发展。重点关注氢气储运、加注环节投资机会。

1. 氢燃料电池产业链：PEMFC为主，车用为主要方向

1.1 质子交换膜燃料电池为主流方向，车用为主

1.2 详解燃料电池核心部件：电堆为成本、技术核心

1.1 质子交换膜燃料电池为主流方向，车用为主

燃料电池广受关注原因：0排放、无里程焦虑、加氢快

电和氢都是利于储存且没有污染的能源，锂电池和燃料电池被视为两种清洁的车用供能方式。

- **两者本质区别：**锂电池是储能器件，燃料电池是发电装置，作用类似于发动机，需配套储氢罐（类似油箱）。
- **燃料电池可解决锂电池里程焦虑：**常用的磷酸铁锂为120wh/kg，三元材料180 wh/kg。远期计划通过石墨烯或者纳米技术，将锂电池能量密度提高到300 wh/kg以上。而目前燃料电池系统能量密度达到350 wh/kg以上。
- 锂电池充电时间长，燃料电池充氢时间短，增压压力足够，一般单次加氢5分钟内。
- **目前燃料电池主要问题：**成本高、循环衰减性能差、加氢站建设不足、大规模使用时的氢能来源等。

根据电解质不同，燃料电池分质子交换膜燃料电池（PEMFC）、熔融碳酸盐燃料电池、高温磷酸燃料电池等。其中PEMFC综合性能最优，为目前产业化主流方向，车用燃料电池主要配套PEMFC电堆。

图1：燃料电池汽车成本构成

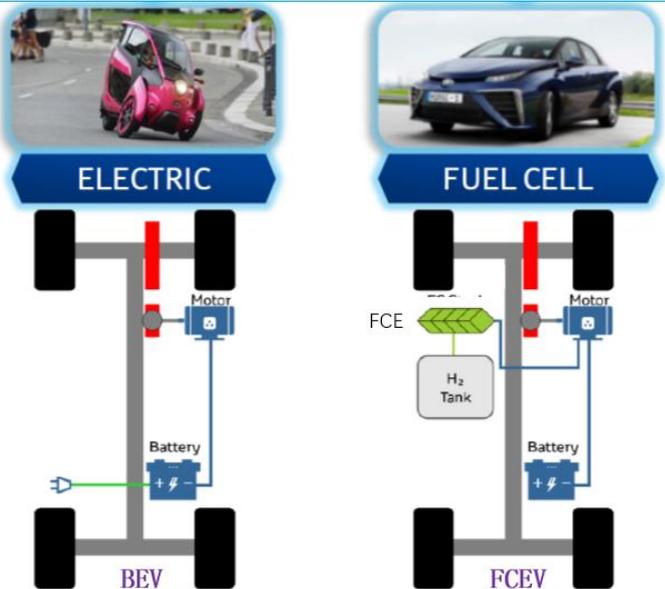


表1：燃料电池汽车成本构成

	PEMFC	DMFC	MCFC	PAFC	SOFC	AFC
电解质	质子交换薄膜	聚合薄膜	熔融碳酸盐	高温磷酸	固态陶瓷	氢氧化钾
工作温度	-20-80℃	20-130℃	620-660℃	200℃	1000℃	20-90℃
电能转换率	40%-60%	40%	45-60%	35-40%	50-65%	45-60%
功率	<250KW	<1KW	>200KW	>50KW	<200KW	>20KW
应用领域	电动汽车、移动电子设备、无人机	电动汽车、公共汽车	大型发电厂	小型固定供应设备	中大型发电厂	宇宙飞船

资料来源：Toyota MetroHyve Presentation，华西证券研究所

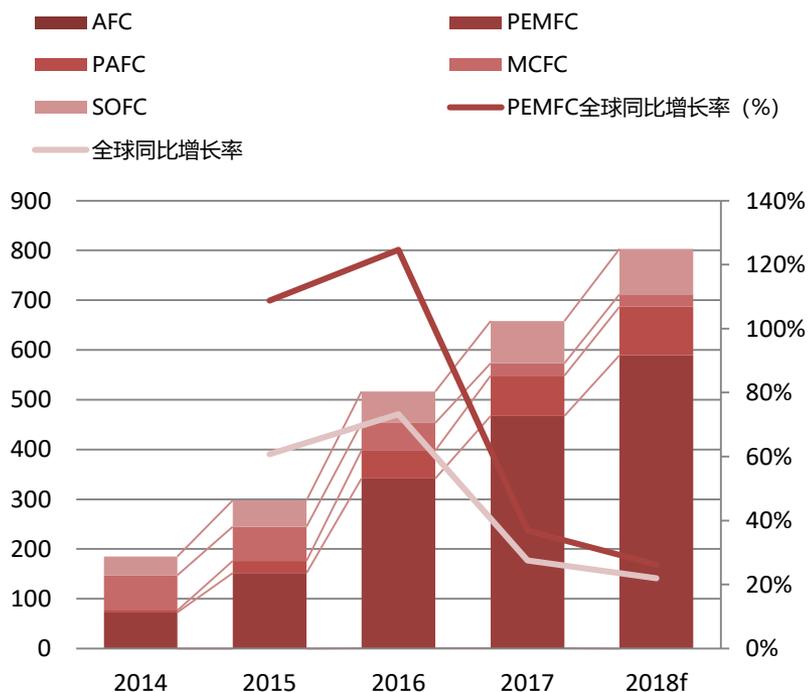
资料来源：公开资料，华西证券研究所

1.1 质子交换膜燃料电池为主流方向，车用为主

燃料电池种类较多，PEMFC独占产量、专利大部分份额，为产业化主要方向

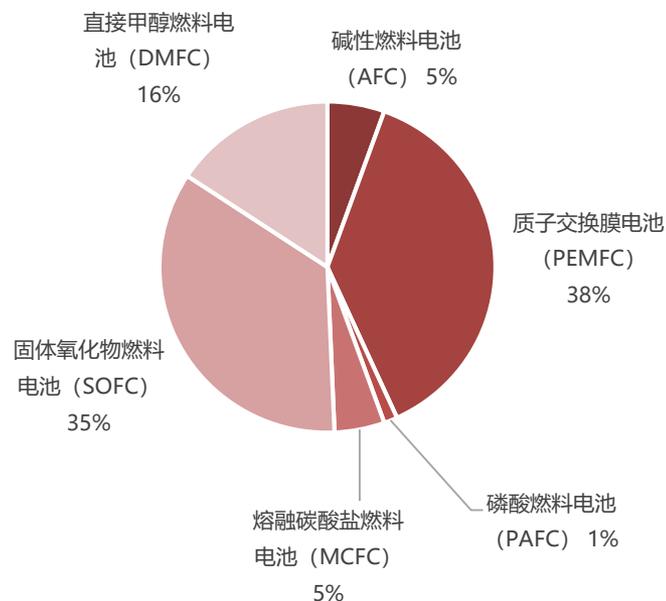
燃料电池在目前市场上共有五种，各自有其合适的应用场景，而质子交换膜燃料电池（PEMFC）更加适合交通领域。是启动温度低、比能量高、启动快、寿命长、应用最广的第五代燃料电池。PEMFC目前不仅占据出货量大头，短期市场份额高，在研究专利成果数上也较有优势，未来发展潜力大。提升关键部件性能、降低成本是PEMFC未来方向。

图2：全球燃料电池出货量（按电池类型记 WM）



资料来源：E4Tech，华西证券研究所

图3：燃料电池领域研究专利成果分布

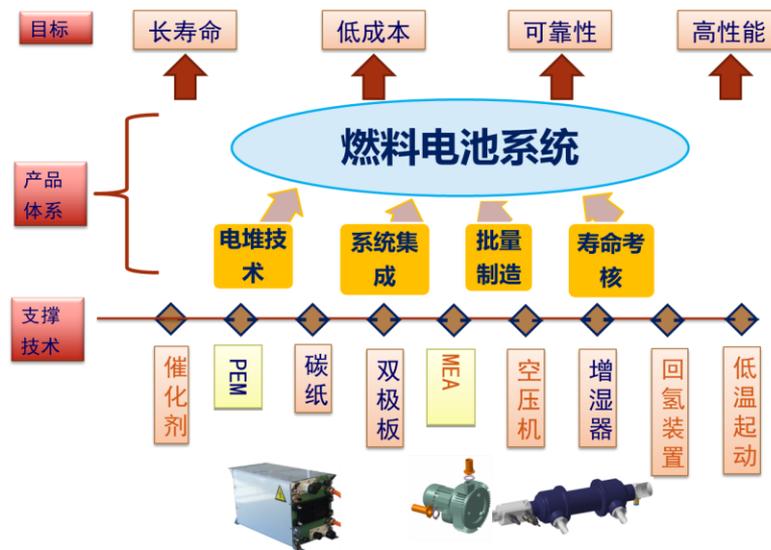


资料来源：国家知识产权局，华西证券研究所整理

1.2 详解燃料电池汽车核心部件：电堆为成本、技术核心

- 燃料电池汽车以燃料电池为动力装置，配套储氢罐，通过氢气在燃料电池内的电化学反应发电，具清洁无污染，续航里程高等优势，是燃料电池的主要应用方向之一。
- 目前，燃料电池产业布局尚未完全，部分关键部件无法规模化量产，部分技术与国外仍有差距，但整体发展形势向好，国产化进程持续加速，未来有望与锂电池车形成互补，构建新能源车体系。
- 燃料电池电堆是燃料电池汽车的成本、技术核心，其中电堆的主要组成部分是膜电极（MEA）和双极板。其中膜电极主要由气体扩散层、催化层和质子交换膜组成。

图4：燃料电池汽车核心技术体系



资料来源：华西证券研究所整理

图5：燃料电池汽车成本构成



资料来源：DOE，华西证券研究所整理

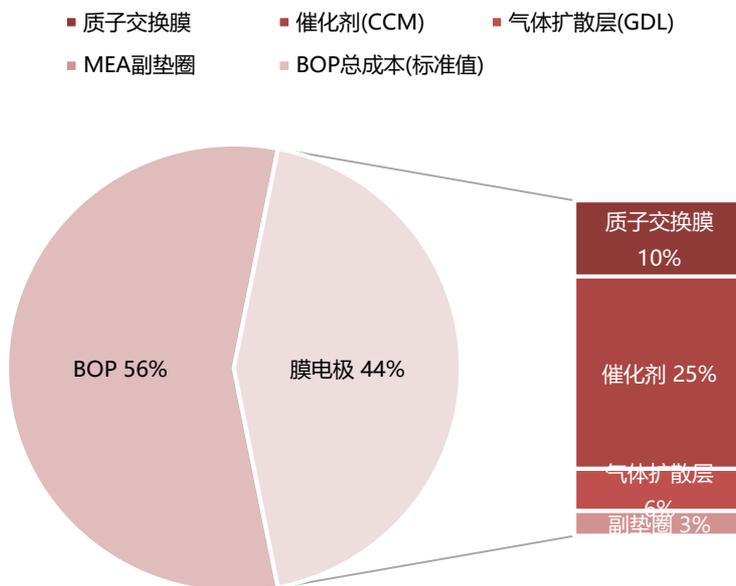
1.2.1 膜电极：燃料电池技术核心

燃料电池膜电极是PEMFC电堆技术核心，国内已有自主研发生产线

燃料电池的核心是MEA组件和双极板。MEA作为化学反应的发生场所，是燃料电池汽车的动力心脏。MEA是将两张喷涂有Nafion溶液及Pt催化剂的碳纤维纸电极分别置于经预处理的质子交换膜两侧，使催化剂靠近质子交换膜，在一定温度和压力下模压制成。

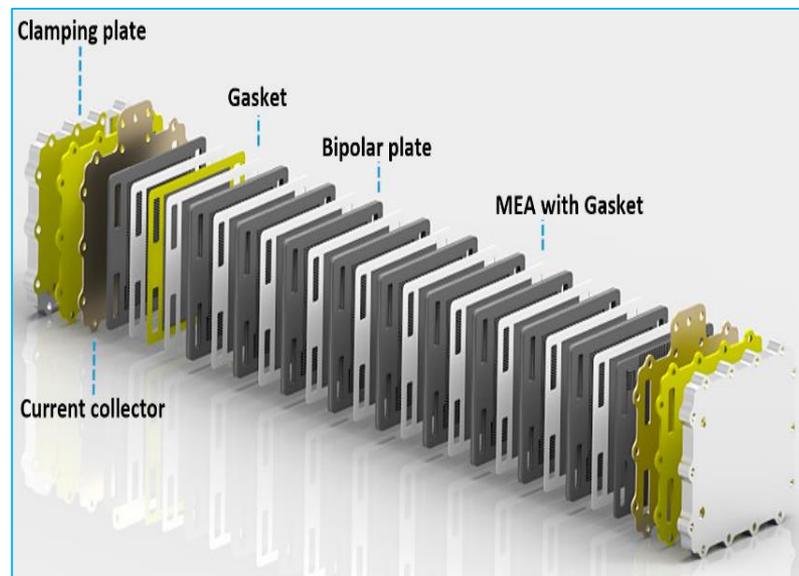
技术方面：膜电极目前经历了两次热压、CCM、梯度化、有序化共五次技术迭代，目前国际主流技术为CCM。目前我国企业主要布局客车、专用车等车型电堆，乘用车电堆技术仍以海外垄断为主。国内装机也主要为客车。

图6：膜电极与下游部件成本占比



资料来源：DOE，华西证券研究所

图7：燃料电池结构：MEA、双极板堆叠形成电堆



资料来源：DOE，华西证券研究所

1.2.2 双极板：气体扩散通道，石墨板向金属板进展

短期国内仍以石墨板为主，金属板开模成本高，研发投入大

- 双极板按材料主要分为石墨板、金属板、复合板。目前国内以石墨板为主，金属板为未来主流技术。乘用车因空间要求高配备金属板、商用车倾向配备石墨板
- 对于石墨板，目前在技术、商业化层面均已成熟且占据大量市场份额，成本难以进一步降低，行业发展，需等待上游石墨材料技术升级带来成本降低激发需求。常用石墨双极板厚度约2~3.7mm，经铣床加工成具有一定形状的导流流体槽及流体通道，其流道设计和加工工艺与电池性能密切相关。

图8：金属板石墨板相关指标比较

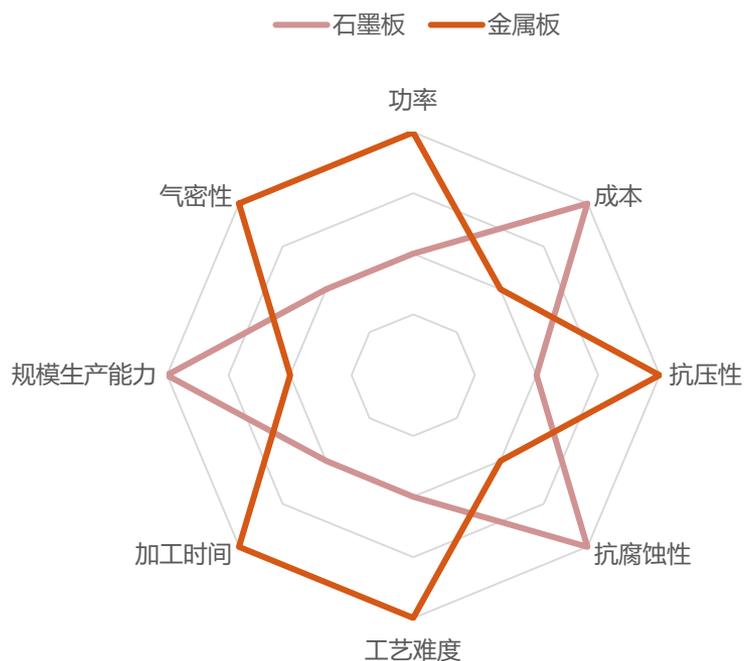
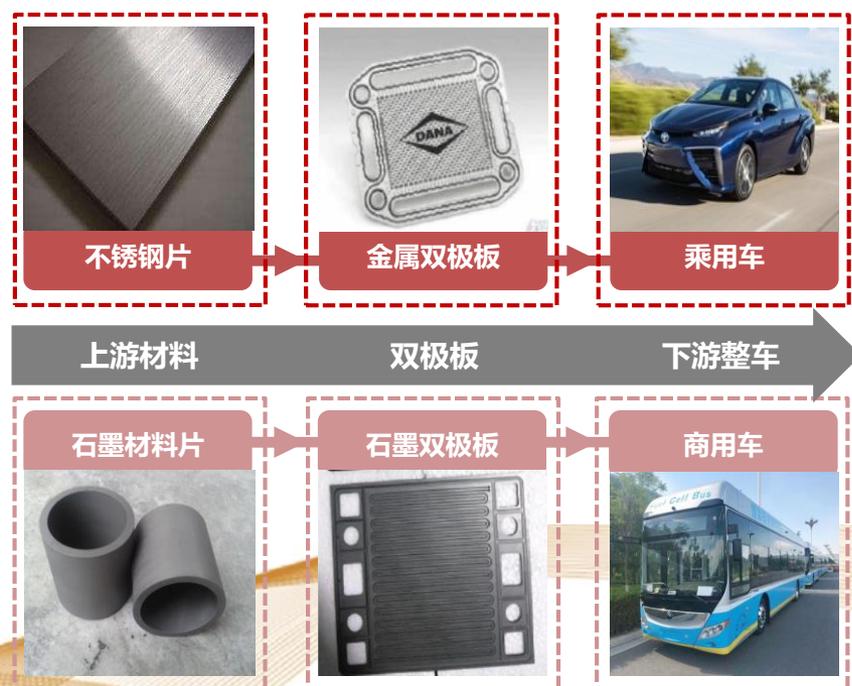


图9：双极板上下游对应关系概览

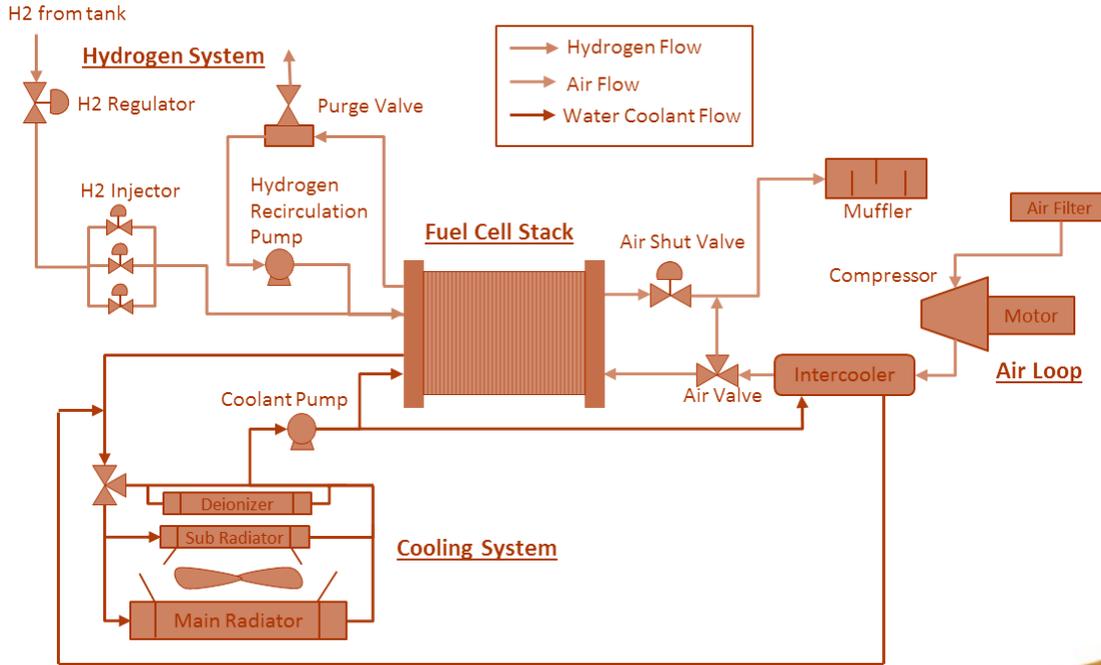


1.2.3 BOP是电堆稳定运行的关键环境，空压机为核心部件

BOP是电堆稳定运行的关键环境，其中空气回路的CEM部件为成本中心

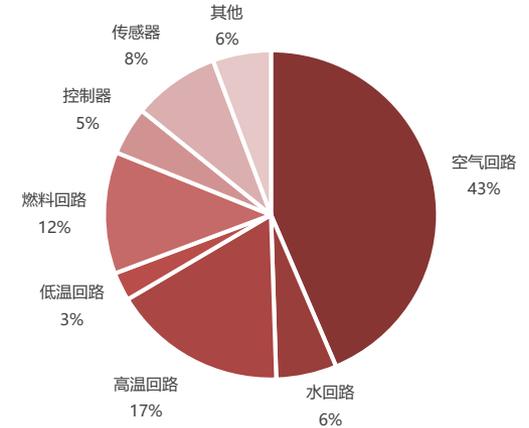
从Mirai燃料电池系统概览图可以明显地看出燃料电池系统BOP部件为电堆提供了必要的外部环境，引导氢气流、空气流、冷凝水流有序组织协同，是电堆稳定运行的重要因素。对于BOP，其成本构成相对分散，空压机和电机(Compressor-Expander-Motor, CEM)是空气回路部分核心部件。

图10: Mirai燃料电池系统概览图



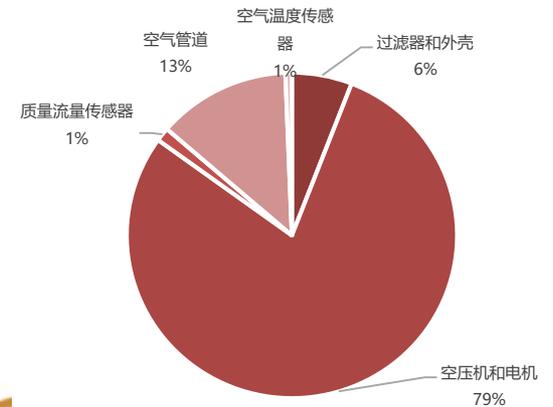
资料来源: DOE, 华西证券研究所

图11: 燃料电池BOP部件成本构成



资料来源: DOE, 华西证券研究所

图12: 空气回路成本构成



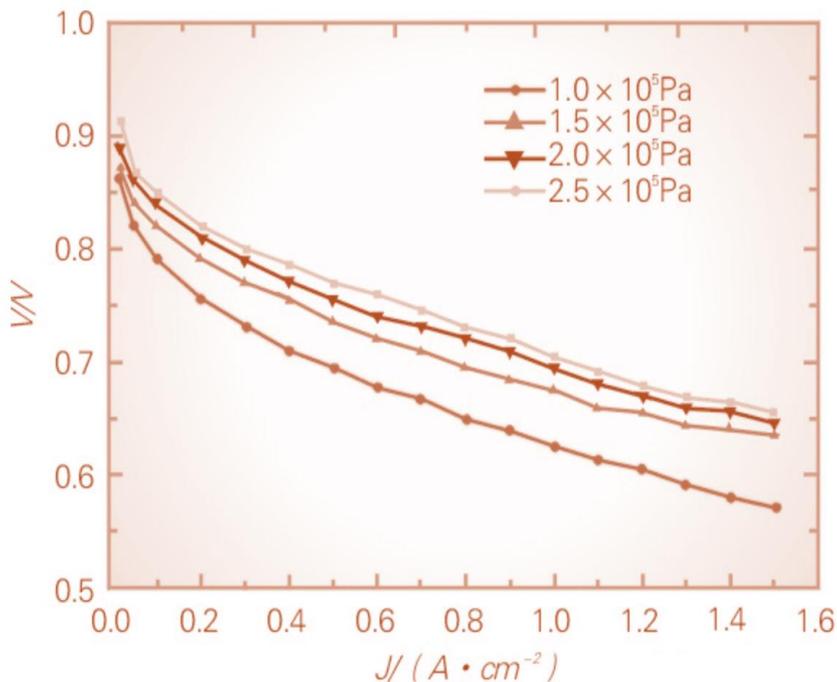
资料来源: DOE, 华西证券研究所

1.2.3 BOP是电堆稳定运行的关键环境，空压机为核心部件

车载空压机作为成本中心，国内已有规模量产

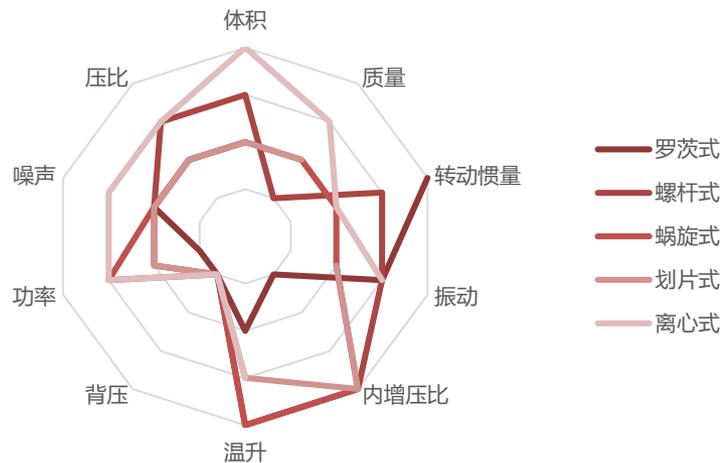
燃料电池空压机对电堆的性能有较大的促进作用。其种类较多，其中离心式压缩机在密度、效率、噪声的方面拥有较好的综合效果，是主要发展方向。国内空压机布局以雪人股份为主，主要布局空压机、发动机以及氢循环泵环节。

图13：不同空气压力对电堆性能的影响



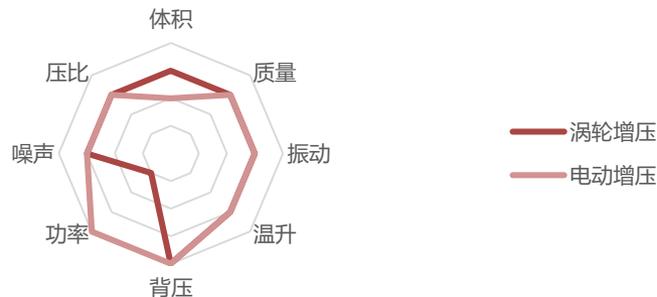
资料来源：空压机网，华西证券研究所

图14：I型空压机性能比较



资料来源：空压机网，华西证券研究所

图15：II型空压机性能比较



资料来源：空压机网，华西证券研究所

2. 上游氢能产业链：制、储、运、加，有望先于下游发力

2.1 氢气制备：我国氢能资源丰富，工业副产氢为主

2.2 氢气储运：目前国内以高压储运方式为主

2.3 氢气加注：加氢站建设有望先行爆发

2.1 氢气制备：我国氢能资源丰富，工业副产氢为主

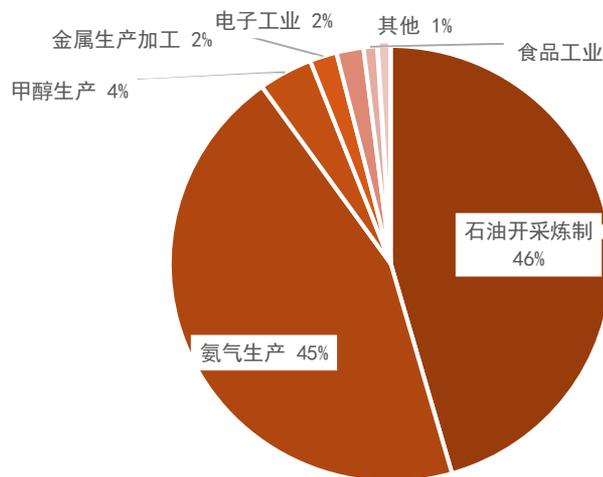
- **全球制氢行业体量庞大，我国是世界第一产氢国，产业基础深厚：**2015年，全球氢气总产量为6500万吨，我国占比34%，产量高达2200万吨。全球范围内超过90%的氢气用于以合成氨与石油炼制为代表的化工领域，近年来在氢能方面的应用稳步提升。
- **目前化工行业内氢气自产自自用占主流，商品化氢气制备迅速崛起：**由于化工行业氢气需求量巨大，工厂内一般自带氢气制备设施以降低原料成本。一方面，随着化工行业对氢气的需求超过工厂内部副产氢气提纯回收和纯氢自产能力，外购氢气需求上升；另一方面，氢能与燃料电池的市场推广，使得氢气的民用需求不断扩大。
- **提高副产氢气利用率+降低化石能源重整制氢碳排放，是当前的行业关注重点：**目前电解水和其他新型制氢手段受技术水平和成本限制规模尚小，以化石燃料作为制氢原料占到了96%。化石燃料制氢成本低、技术成熟，但污染严重。我们认为，短期内的发展目标是化石燃料（尤其是煤炭）的清洁化利用，并且通过充分利用副产氢气，平衡化石燃料消耗。

图16：我国氢气产量已超过2千万吨，占全球1/3以上



资料来源：前瞻产业研究院，华西证券研究所

图17：氢气生产和石油炼化是氢气的主要用途，其工厂内部自产自用的氢气占到总氢气生产与消费的90%以上



资料来源：美国能源局，华西证券研究所

2.1 氢气制备：我国氢能资源丰富，工业副产氢为主

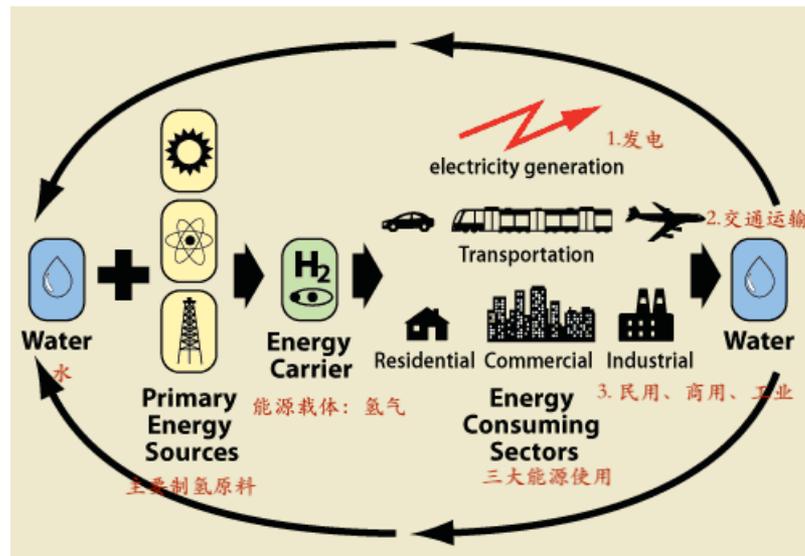
- ▶ **氢能具有数倍于传统燃料的能量密度，是极优质的储能媒介：**每1kg氢气相当于2.5kg天然气、2.8kg汽油、33.70kWh电力。尤其是作为燃料电池发电原料时，其能源转换效率可达到60%-80%，比汽油内燃机20-30%的效率高出1-2倍，优势相当明显。随着氢燃料电池在我国的推广，氢气制造业将引来新的增长点。
- ▶ **现阶段氢气在能源领域的应用占比小于1%，氢气供应来自集中制氢厂和加氢站自带的制氢设备：**除了大型化工厂自产自用的氢气外，小于10%的氢气制造由专门生产氢气的大型制氢厂承担。这些商品化氢气供给外购氢气的电子工业、食品加工行业、氢燃料电池应用的燃料补充。

表2：氢能与其他常见能源性能对比

性质	燃料			
	E10汽油	压缩天然气 (CNG)	电力	氢气
化学结构	C ₄ - C ₁₂	CH ₄ , C ₂ H ₆		
原料	原油	地下储存和沼气	煤炭、核能、天然气、水力、和小部分的风能和太阳能	天然气、甲醇和电解水
汽油加仑当量 (GGE)	97% 100%	每5.5磅或123.57 cu ft的CNG拥有一加仑的汽油能量	33.70 kWh 相当于一加仑汽油	1 kg 或 2.198 lbs 相当于一加仑汽油
含能量 (低发热值)	500	20,160 Btu/lb		51,585 Btu/lb
含能量 (高发热值)	120	22,453 Btu/lb		61,013 Btu/lb
物理状态	液态	压缩气态	电力	压缩气态/液态
闪点	45 °F	300 °F		
自燃点	495 °F	1,004 °F		1,050 to 1,080 °F

资料来源：美国能源局，华西证券研究所

图18：氢能的多重利用场景



资料来源：联合国工业发展组织，华西证券研究所

2.1 氢气制备：我国氢能资源丰富，工业副产氢为主

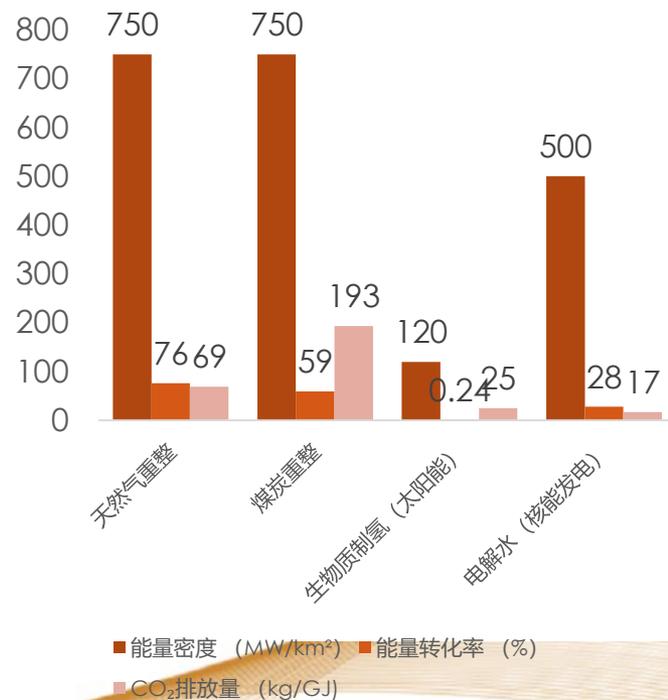
➤ **制氢路径的选用取决于成本、排放、原料充足程度和转换效率等多重因素。目前，化石燃料制氢的综合效益最高：**从能源转化效率的角度来看，天然气重整可将能量损失控制在30%以下，因此在天然气利用率高的欧美国家占据主流地位，而在我国，煤制氢仍然以其优异的可获得性和低成本占据过半市场。电解水技术可实现零污染氢气循环制备，是最具可持续发展潜力的制氢方式。**在电力成本可控的前提下，具有高产能、高运行压力电解水设备生产技术的企业同样具有光明前景。**电解水技术性高，我国已有多家企业布局相关设备的研发与生产。

表4：目前主流专门制氢手段的优缺点对比

主流制氢方法	优点	缺点	适用规模	建设地点
天然气制氢	使用范围广	原料利用率低、操作难度高、工艺复杂，我国天然气缺乏	大规模生产，经济规模在1000nm ³ /h以上	受限于天然气供应，占地：(50mX30m)/1000立方米每小时
煤气化制氢	运转成熟、自动化程度高、成本低	污染大、二氧化碳排放量大	大规模，经济规模在1000-2000nm ³ /h之间	占地规模大
甲醇裂解制氢	投资低、建成快、无污染；原料可获得性	生产规模小	规模小	受限于甲醇供应，占地：(20mX15m)/1000立方米每小时
电解水制氢	技术成熟、过程简单	耗电量大、成本高	规模小，国内单台最高制氢能力为2000nm ³ /h	不受地域限制，适合小型加氢站使用

来源：电池中国，华西证券研究所

图20：化石燃料：更高的能量密度和更大的二氧化碳排放



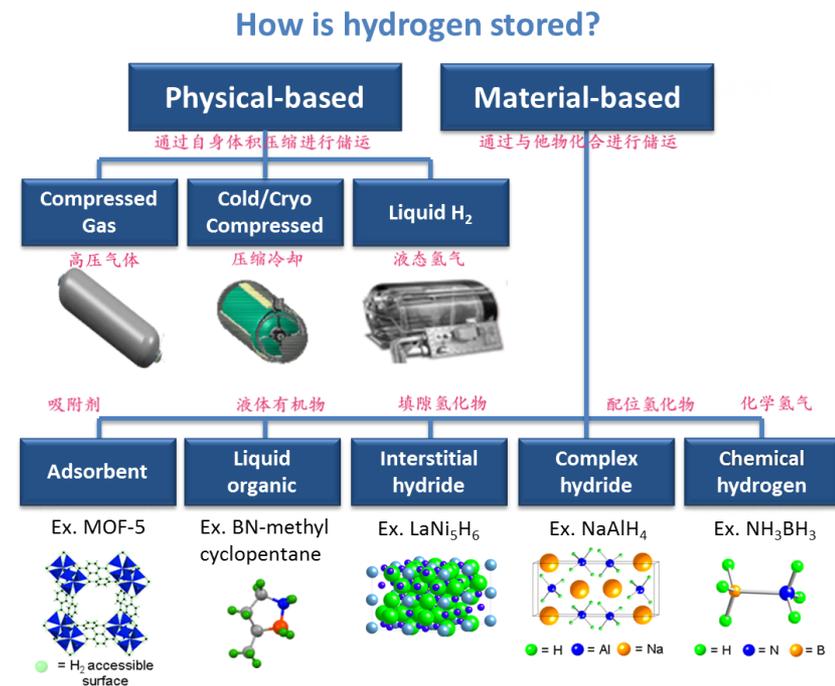
来源：上海能源情报局，华西证券研究所

2.2 氢气储运：目前国内以高压储运方式为主

关键点：氢气储运的多种形态

作为一种储能物质，氢能产业链的本质是化学能/电能—氢气—电能的循环，出厂氢气储运是整个产业链中的关键环节。出厂后的高纯度氢气气体积大、质量密度小（288.15 K、0.101 MPa 条件下，单位体积氢气的能量密度仅为12.1 MJ/立方米），需要经过压缩，后运输到各加氢场景，从而输入燃料电池，使得其贮藏的能量得以应用。储氢手段分为物理手段压缩和化学反应合成两种；其中，目前国内使用最广的是高压气态储氢技术，市场占比超过90%。

图19：氢气储存方式主要分为物理压缩和化合反应两种



来源：美国能源局，华西证券研究所

表3：较有潜力的储氢方法中，高压储氢发展最为成熟

种类	储存方法	相关设备/材料	优点	缺点
物理	高压气态储氢	金属储罐、金属内衬纤维缠绕储罐和全复合轻质纤维缠绕储罐。	具有成本较低、能耗低、易脱氢、工作条件较宽等特点，是发展最成熟、最常用的储氢技术	储氢密度受压力影响较大，压力又受储罐材质限制。
	低温液化储氢	低温液氢储罐	体积密度为气态时的845倍，实现高效储氢	对储罐材质的绝热要求高，因此保温层厚，液化储氢罐体积小，氢气质量密度为10%。低温液化的过程会导致约30%的能量消耗
化学	有机液体储氢技术	不饱和和液体有机物（环己烷等）、催化剂	常温常压，安全性高，耗能小；有机液体可循环利用；储氢密度高；成本较低	脱氢过程复杂、效率低、需要高温；催化剂容易结焦失活
	液氨储氢	氨气、催化剂	液氨的储存条件十分缓和，大大降低设备投入	
	固态吸附反应储氢	金属合金、碳质储氢、金属框架物	实现高密度储氢	氢化物过于稳定，热交换比较困难，加/脱氢只能在较高温度下进行

资料来源：华西证券研究所整理

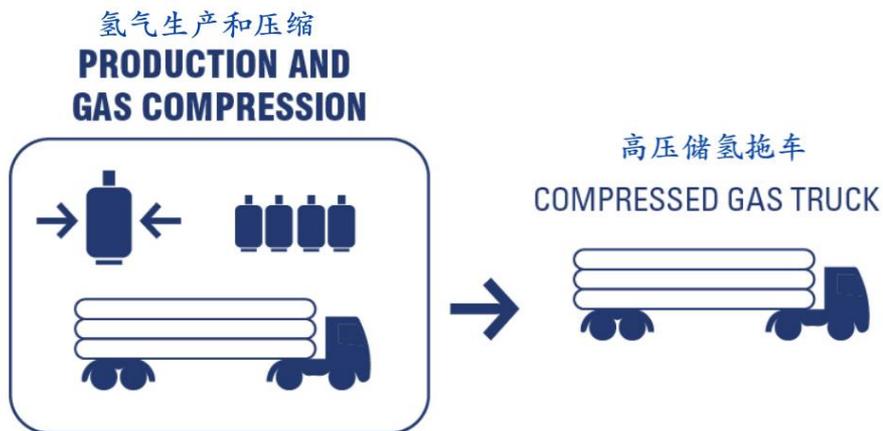
2.2 氢气储运：目前国内以高压储运方式为主

高压气氢+长管拖车运输：储氢瓶仍与发达国家存在技术差距

利用拖车对装有高压氢气的储氢管束进行运输，在我国各种氢气储运方式中具有压倒性占比优势。

- 高压气态运输目前国内工作压力是20MPa，工作温度为-40~60摄氏度。氢气在出厂后被压缩到20MPa，充装入直径为0.5米、长约10m的钢瓶中由拖车进行运输。到达加氢站后，管束与车头分离开来，也可作为辅助储氢容器。
- 长管拖车在制氢厂一般通过压缩机充装，平均每辆车可载8-10个管束（共240-460kg氢气），加注时间约8小时。
- 运输量小，受成本因素限制，该方式适用于短距离氢气运输，经济运输半径为200km左右。
- 管束内氢气利用率与加氢站的压缩机吸入压力有关，大约在75%-85%。

图21: 氢气运输示意图



来源：美国能源局，华西证券

表5: 长管拖车气体运输产业在我国已经十分成熟，在该产业中布局企业数量不少

企业	主营业务
浙江巨化	储氢罐
氢阳新能源控股	
葛洲坝	
富瑞特装	
安泰科技	
华昌化工	
神华集团	车载高压储氢容器
北京科泰克	
京城股份	
沈阳斯林达	
中国中氢	
中集氢能	
中材科技	气罐、气罐车（运输设备）
博源（湖北）实业	
安瑞科	
北京海德利森科技	固定式高压氢气储存设别

资料来源：华西证券研究所

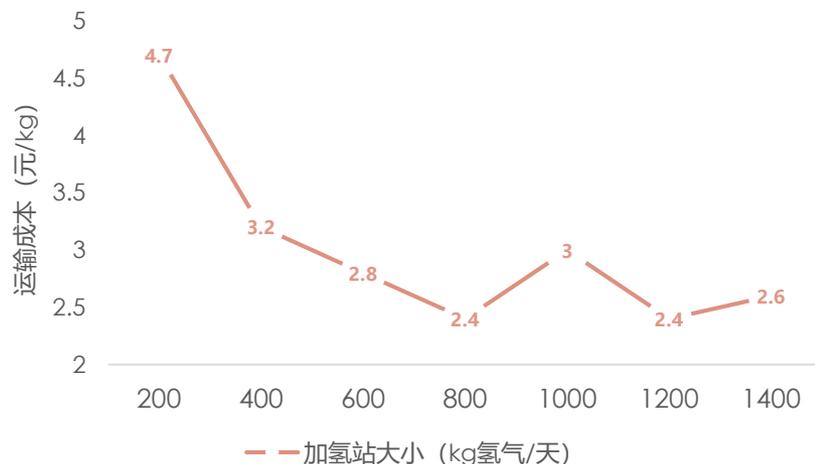
2.2 氢气储运：目前国内以高压储运方式为主

高压气氢+长管拖车运输：储氢瓶仍与发达国家存在技术差距

➤ 气氢的拖车运输具有能耗低、技术简单、脱氢方便等优点；但目前储氢容器材料的耐压性欠优，限制了储氢密度，给大量运氢造成了不小的成本负担；

- 使用金属合金储氢罐时，氢气重量仅占钢瓶的不到3%，经济性极不理想；
- 高压装载本身具有诸多风险：1. 储氢材料强度不足引发裂纹、疲劳损坏甚至导致爆炸；2. 高压氢气在充装过程中会放出大量热量、损坏设备；在氢气泄露的情况下有燃烧风险；
- 目前的痛点在于金属储氢材料的厚重、不耐压。更加优越的金属内衬纤维缠绕储罐和全负荷轻质纤维缠绕储罐自重更轻、单位容积储氢质量更大，正在研发和商业化中。

图22: 高压氢气的运输成本受运输规模影响大，在200km范围内，最低可至2.4元/kg氢气



来源：《加氢站氢气运输方案比选》，华西证券研究所

表6: 目前我国主流的储氢容器以金属储罐为主，在储氢罐材料上仍与发达国家有不少差距

类别	材料	特点	适用范围
金属储罐 17.5-30MPa	性能较好的金属材料（如钢）	单层结构，无法实时监测；采用高强度无缝钢管，氢脆敏感性强	仅适用于固定式、小储量氢气储存
金属内衬纤维缠绕储罐 25-70MPa	以高强度玻纤、碳纤、凯夫拉纤维等作为金属储罐的纤维增强层	纤维材料轻质、高强度、高模量、耐疲劳、稳定性强；多层结构的采用不仅可防止内部金属层受侵蚀，还可在各层间形成密闭空间，以实现储罐安全状态的在线监控。耐压约为40MPa	成本相对较低，储氢密度相对较大，也常被用作大容积的氢气储罐。
全复合轻质纤维缠绕储罐 35-70MPa	用具有一定刚度的塑料代替金属，加上纤维增强层；包含三层：塑料内胆、纤维增强层、保护层。	塑料内胆的冲击韧性优于金属内胆，且具有优良的气密性、耐腐蚀性、耐高温和高强度、高韧性等特点。由于全复合轻质纤维缠绕储罐的质量更低，约为相同储量钢瓶的50%，因此，其在车载氢气储存系统中的竞争力较大。耐压高达70MPa	在研发中仍面临氢气透过塑料内胆渗漏、塑料内胆的连接密封问题等；目前真正实现商业化的国家只有日本和挪威

资料来源：气体圈子，华西证券研究所

2.3 氢气加注：加氢站建设有望先行爆发

固定加氢站构成 & 关键设备

- **截止2018年底，我国运营加氢站共计23座，在建40余座，主要集中在北上广深等经济发达地区。**加氢站是氢能产业链的最后一环，也是氢能落地民用的关键。作为一种基础配套设施，加氢站是否能够实现密集分布、高效加氢和价格控制，对于燃料电池行业能否实现规模化、氢气能否成为人们信赖并逐渐习惯使用的能源载体至关重要。
- 从场地要求来看，可分为固定式加氢站、撬装式移动加氢站、移动加氢车和简易加氢装置。固定式加氢站是世界各国发展的重点，其余仅为辅助/紧急加氢设施。
 - 固定式加氢站的表面构造与加油站十分相似，其后台则由四个关键系统组成，分别是压缩、储氢、加注和站控系统。

图23: 加氢站构造与传统加油站十分类似

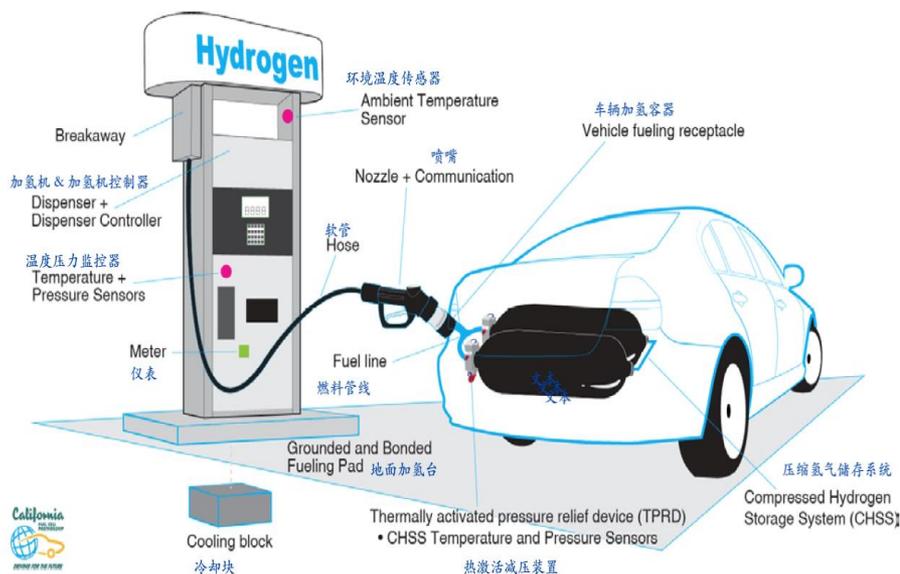


表7: 固定加氢站关键设备，其中压缩设备是重中之重

设备	介绍
高压储氢装置	一般两种方式，一种是用具有较大容积的气瓶，该类气瓶的单个水容积在600L~1500L之间，为无缝锻造压力容器；另一种是采用小容积的气瓶，单个气瓶的水容积在45L~80L。从成本角度看，大型储氢瓶的前期投资成本较高，但后期维护费用低，且安全性和可靠性较高。
氢气压缩设备	常用的氢气压缩设备为隔膜式压缩机，该型压缩机靠金属膜片在气缸中作往复运动来压缩和输送气体，压力通常超过400bar/850bar。氢气压缩机在加氢站中占据重要地位，目前我国加氢站所采用的氢气压缩机仍需外购。未来国内加氢站与生产压缩机的外资企业加强合作以及加快国产化速度的情况下，有望将压缩机的成本减少50%以上。
氢气加注设备	氢气加注设备与天然气加注设备原理相似，由于氢气的加注压力达到35Mpa，远高于天然气25Mpa的压力，因此对于加氢机的承压能力和安全性要求更高。根据加注对象的不同，加氢机设置不同规格的加氢枪。如安亭加氢站设置TK16和TK25两种规格的加氢枪，最大加注流量分别为2kg/min和5kg/min。加注一辆轿车约用3-5分钟，加注一辆公交车约需要10-15分钟。
站控系统	作为加氢站的神经中枢，站控系统控制着整个加氢站的所有工艺流程有条不紊的进行，包括泄漏、火焰、消防、防雷、防静电等预警及防护。站控系统功能是否完善对于保证加氢站的正常运行有着至关重要的作用。

来源：California Fuel Cell Partnership, 华西证券研究所

资料来源：《氢能产业链分析（4）》，中电丰业，华西证券研究所

2.3 氢气加注：加氢站建设有望先行爆发

性价比更高的高压气氢站点在近期仍将主导市场

- 由于技术和法规限制，我国现有加氢站全部使用外供氢气+高压气态氢组合。在美日德等氢能发展成熟地区，使用低温液态储氢气和站内自带制氢系统的加氢站已得到广泛应用；在欧美，站内制氢和外部供氢各占50%，日本液氢使用份额已与气氢持平；
- 与液氢储运型加氢站相比，高压储运型加氢站具有低成本和流程简单直接的特点。我国目前大多数加氢站是试验和示范项目，日加氢量不超过500kg，运输距离在200km以内，建设高压储运型加氢站更具性价比。随着我国液氢生产的规模化和民众用氢量加大，单位储氢量更大，且无需高耗能气体压缩环节的液氢将更受青睐。

图24: 外供氢气+高压储运型加氢站工艺流程图解

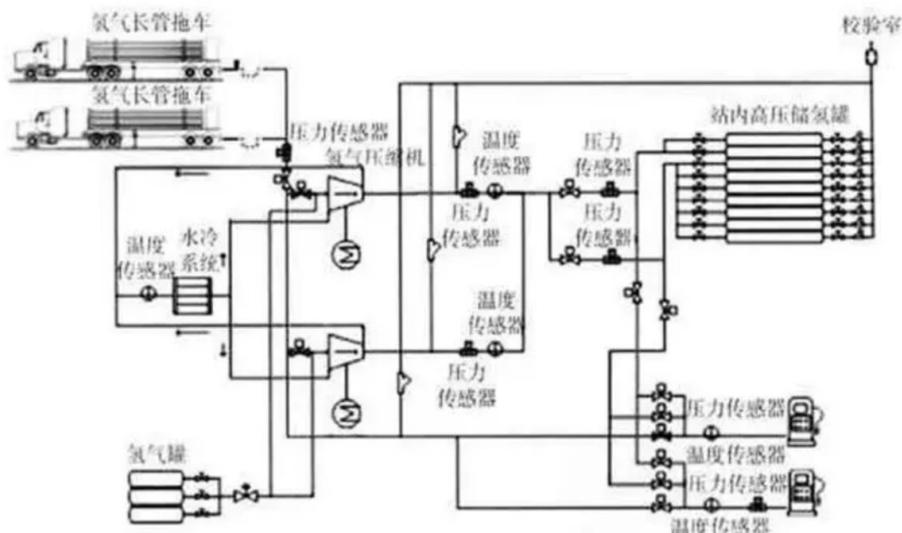


表8:液氢储氢和高压储型加氢站对比

	液氢储运型加氢站	高压储运型加氢站
运费(比例)	1	8
经济运输半径(km)	1000	150
组成	液氢储罐的优势在于体积和重量小，采用高真空多层绝热形式，主要有绝热储罐、蒸发器、真空阀门、安全装置、管道附件及操作箱组成	高压储氢罐主要采用碳纤维复合材料或纤维全缠绕铝合金制成的新型轻质耐压内胆，外加可吸收冲击的坚固壳体，容器壁复合材料复杂的制备和成型工艺
优势	体积和重量小，体积储氢密度高、液态氢纯度高、储存压力低	成本较低、技术成熟、充放氢快、能耗低、易脱氢、工作条件较宽
技术难点	液氢蒸发损失偏高、耗能大且成本较高	体积储氢密度低，体积比容量小：存有泄漏、爆炸的安全隐患
国内进展	中科富海与空气产品公司已签订协议，将引进液氢储运加氢站成套设备，并计划于广东省建成中国首座商业运营的液氢储运型加氢站	基本攻克70MPa高压气态储氢关键技术，但尚未大规模应用
未来发展方向	降低蒸发量及成本	高密度、高安全化
氢运输方式	主要使用液氢槽罐运输	主要使用长管拖车和低压管道运输

来源：能链，华西证券研究所

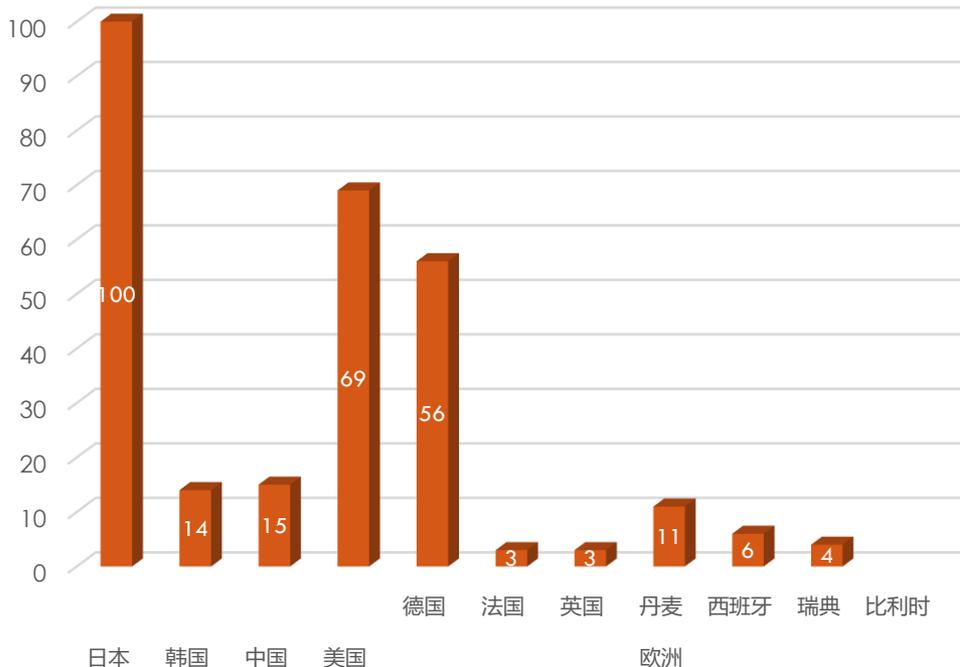
资料来源：Bavarian Hydrogen Center, 华西证券研究所

2.3 氢气加注：加氢站建设有望先行爆发

建设现状：数量稀少，分布有明显地域性特征

- 我国加氢站数量稀少，建设速度慢，目前仅占全球总数不到5%。与之相比，我国公共充电桩约占全球总数的50%。相较于已经基本成型的电动汽车行业，我国的燃料电池产业起步较晚，发展相对缓慢，落后于美日等发达国家。
- 加氢站建设选点地域性强，已形成华北、华东、华南和华中四个氢产业集群。加氢站耗资巨大，政府的积极倡导、规划乃至补贴至关重要，例如广州佛山、江苏如皋两地，当地政府的全力开发，氢能源布局较早；同时，拥有高等院校和研究所的教育中心，如京津冀，也十分适合进行氢能领域的科研探索。

图25: 2017年底全球已建成加氢站数量对比，中国远远落后于日、美、德三国，在分布比例上也逊色于欧洲多国



来源：高工氢能，华西证券研究所

图26:加氢站分布有明显地域特征，东部沿海多内陆少。其中以广东省、江苏省、上海市最为集中



资料来源：车创，华西证券研究所

2.3 氢气加注：加氢站建设有望先行爆发

- ▶ 尽管各地纷纷出台推进氢能发展的意见与规划，对加氢站建设落实补贴的省市却仍在少数。目前，仅广州、江苏和安徽等少数省份发布了关于加氢站建设的具体补贴标准，并划定产业基地和产业园区，大力支持氢能基础设施建设。

表9: 全国各地关于加氢站建设的具体补贴情况，广东省走在全国前列

发布者	详情
财政部、科技部、工业和信息化部、发展改革委	《关于新能源汽车充电设施建设奖励的通知》：2013至2015年符合国家技术标准且日加氢能力不少于200公斤的新建燃料电池汽车加氢站每个站奖励400万元，有效期至2015年末。
广东省（省级）	《广东省省级新能源汽车推广应用专项资金管理办法》：建设一座200KG以上的加氢站获得100万元，有效期至2015年末。
广东省中山市	广东省中山市《新能源汽车充电基础设施示范应用项目资助实施细则》：2018年建成竣工验收并投入使用的充电基础设施，按直流充电桩550元/千瓦、交流充电桩100元/千瓦予以补贴；2019-2020年建成竣工验收并投入使用的充电基础设施，按直流充电桩300元/千瓦、交流充电桩60元/千瓦予以补贴。加氢站的补贴标准：100万元/站。
广东省佛山市南海区	《佛山市南海区促进加氢站建设运营及氢能源车辆运行扶持办法(暂行)》：同时补贴加氢站建设和运营，根据加氢站的类型和建成时间对加氢站建设进行梯段式补贴，最高可达800万元（按日加氢能力固定式加氢站350公斤至500公斤、500公斤以上，撬装式加氢站350公斤及以上，建成年限2018年底前建成、2019年内建成、2020~2022年内建成等依梯度分别给予150~800万元补贴。其中，日加氢能力500公斤以上，2018年12月31日前建成的新建固定式加氢站的按800万元/个的标准进行补贴。）
江苏省盐城市	政府预计加氢站初期建设费用为1000万元/座，由政府先行投入一半以上，通过竞标入股引入参与营运，通过初期政府投入、企业竞标参股营运的方式加快氢能源交通体系建设
海南省海口市	对新能源配套基础设施建设单位，按配套基础设施主要设备投资额的40%给予地方财政补贴，省市各补贴20%，省市补贴总额不超过600万元
安徽省六安市	《关于大力支持氢燃料电池产业发展的意见》：对于加氢能力达到400kg/d的35MPa加氢站或加氢能力达到200kg/d的70MPa加氢站，按加氢站设备投入金额的30%补助，最高不超过200万元。对于加氢能力达到1000kg/d的35MPa加氢站或加氢能力达到400kg/d的70MPa加氢站，按加氢站设备投入金额的30%补助，最高不超过400万

来源：电池联盟，华西证券研究所

2.3 氢气加注：加氢站建设有望先行爆发

扩大加氢站布局的可行方案：加油加气一体化

- **加氢站建设面临的首要问题是土地问题，包括高昂地价和批地手续。**通过在加油站的基础上增添氢气加注设备，能够有效节约用地成本，同时还能缩短建设审批流程，加快项目落地进程。根据加州燃料电池联盟数据显示，由于节约了施工成本和通用性设备的采购成本，该方法将使加氢站建设成本降低 200 万美元以上。
- **传统能源化工企业参与加氢站建设优势重重：**雄厚资金、充足氢源（自产和副产氢气），丰富的安全生产管理经验和完善的加油站网络，都将大大提高我国加氢站建设步伐
- **氢能推广尚处初期，经济前景尚不明朗，油氢合建能够减少投资风险，提高投资热情。**自2016年国内第一座加氢充电合建站在安亭落地，石化企业和科研机构纷纷将目光转向油氢电合建站，以期降低加氢站建设的成本问题。

图27：我国现有的加油加氢站项目与参与方

项目名	参与方
安亭加氢充电合建站	同济大学、舜华新能源、上海国际汽车城
云浮新兴县加油加氢站	中国石化、云浮新兴国资办
王府加油加氢站	中石化北京石油分公司
云浮新区加氢加油合建站	舜华新能源、四周能源
佛山浪沙750kg/d加氢充电合建站	佛山禅城区国联氢能技术有限公司
上海化工区加氢充电合建站	驿蓝能源

来源：能链，华西证券研究所

图28:加油加氢站设计图



资料来源：云浮时光，华西证券研究所

2.3 氢气加注：加氢站建设有望先行爆发

加氢站投资企业：呈多元化趋势

- **我国积极参与加氢站建设投资的企业主要包括车企和新能源（氢能&燃料电池）企业。**除此之外，一些气体公司和设备生产商也参与其中，企业布局呈现多元化趋势。2017年，日本成立了加氢站基础设施建设企业联盟。通过加强基础设施开发商、汽车制造商和金融机构之间的协作，降低成本、整合资源，这一模式值得我国相关企业学习借鉴。
- **国内外石油企业积极布局加氢站建设引人关注：**利用庞大的加油站网点，大型石油企业可施行加氢、加油站联建，从而大幅节约成本，抢占市场先机。

表10：我国参与加氢站投资、建设和运营的企业性质多元，善于合作

企业性质	举例
氢能企业	上海舜华、氢枫能源、北京派瑞华
电池企业	亿华通、新源动力、上海神力、爱德曼、明天氢能、大洋电机、广东国鸿、武汉氢雄
气体公司	浦江特种气体、佛山南海燃气、四川燃气、林德、空气化工、顺德兴顺燃气、华昌化工、滨化集团、广东联悦氢能
车企	丰田、宇通、中通、奥新汽车、西安新青年、东风特汽、佛汽运输
车辆租赁运营企业	氢车熟路、国能联盛、国联氢能、上海驿动
能源企业	中石化、神华集团、美锦能源、金鸿控股
加油站建设运营企业	四周能源、武汉众义达石油、国杰物资
加氢站建设供应商	上海舜华、张家港富瑞氢能、四川金星

来源：高工氢燃料电池，华西证券研究所

表11：我国与国际大型石油企业利用雄厚的资金实力和广泛的加油站布点建设加氢站、改建加油加氢合建站

公司	加氢站布局
壳牌	2017年，壳牌与丰田达成合作协议，在加州建造7座加氢站，并将在2025年增加至100座
道达尔	道达尔与林德公司和宝马公司在氢气加注技术方面展开了合作，截至2019年1月，道达尔在德国共有20个加氢站
中国石化	2018年中国石化与亿华通签订协议，在氢气供应、车辆加氢、加氢站运营等方面展开全面深入合作
BP	BP同戴姆勒克莱斯勒和福特公司合作研究先进燃料电池技术，投资350美元在北京中关村建成了第一座加氢站 BP与通用电气达成了电厂建设协议，双方将联合开发和建设氢电厂，减少二氧化碳排放
中国石化	2019年4月，中国石油北京销售分公司与北京海珀尔氢能科技公司签署战略合作协议，双方将北京一所加油站扩建为加氢加油站

来源：中国石油报，华西证券研究所

3. 氢燃料电池仍处产业化早期阶段，政策为核心驱动力

3. 氢燃料电池仍处产业化早期阶段，政策为核心驱动力

自2009年我国能源局发布《节能与新能源汽车示范推广财政补贴资金管理暂行办法》，对试点城市的新能源汽车（混合动力汽车、纯电动汽车和燃料电池汽车）进行购置补贴开始，我国逐渐形成了以购置补贴为主、税收减免为辅，和国家补贴为先、地方按比例跟补的补贴生态。2018年2月，财政部等四部门发布《关于调整完善新能源汽车推广应用财政补贴政策的通知》，氢燃料电池汽车成为唯一一个补贴无明显退坡的国家持续扶持新能源项目。目前2020年的补贴执行标准尚未落地，具体变化仍需观望。

其次，FCV虽然较其它车型在续航里程、加气时间等方面有客观性能优势，却同样存在核心技术国产化进展慢，成本居高不下，性价比较低等问题。根据政策指向方向，FCV行业发展应遵循“功率比例+技术难度双缓冲提高”发展，从商用车向乘用车平稳过渡发展。

表12：国内燃料电池补贴标准与方式

车型	补贴方式	补贴标准
燃料电池乘用车	按燃料电池系统的额定功率进行补贴	6000元/kw 上限20万/辆
轻型燃料电池客车/货车	定额补贴	上限30万/辆
大中型燃料电池客车/货车	定额补贴	上限50万/辆

资料来源：《节能与新能源汽车示范推广财政补贴资金管理暂行办法》，华西证券研究所

3. 氢燃料电池仍处产业化早期阶段，政策为核心驱动力

从扶持力度上看，我国对燃料电池汽车补贴力度较大，且短期内没有退坡。

从扶持方法上看，我国目前一方面通过购置补贴来降低价格、刺激需求端；另一方面，频频发布氢能与燃料产业战略规划，并投入大量资金作为研发支持，不断为供给端释放积极信号。据高工产业研究院 (GGII) 统计，截至目前，国家重点研发计划“新能源汽车”重点专项项目公示清单达到四批，其中对于燃料电池汽车的研发支持资金近8.27亿元。

表13：各国燃料电池补贴政策与类型对比

国家	补贴政策	补贴类型
美国	燃料电池汽车税收抵免额度为4000美元；个别州政府为氢燃料电池汽车买家提供2500-5000美元不等的购置补贴、停车和加氢优惠等	中央：税费减免 地方：购置补贴+其他优惠
日本	买家由东京都政府补贴100万日元（约合7942美元），并由中央政府补贴200万日元（约合15884美元）	购置补贴
韩国	买家由中央政府提供2250万韩元、地方政府提供1000万-1250万韩元补贴；最多见面720万韩元的税费，高速公路费见面50%、国营停车场停车费减免50%	购置补贴 +其他优惠
丹麦	免税收	购置税费减免
德国	2.5亿欧元（约合2.6亿美元）投入氢燃料电池汽车的研发和推广	车型开发奖励
英国	买家由政府提供4500英镑（约合6600美元）补贴	购置补贴
中国	中央：燃料电池乘用车、轻型客货车、大中型客货车分别获得最高20、30、50万元/辆的购置补贴 部分省市根据中央同期补贴标准的1:0.3-1:1给予地方财政补助	购置补贴

资料来源：公开资料，华西证券研究所整理

3. 氢燃料电池仍处产业化早期阶段，政策为核心驱动力

表14 地方燃料电池产业补贴政策一览（按时间顺序）

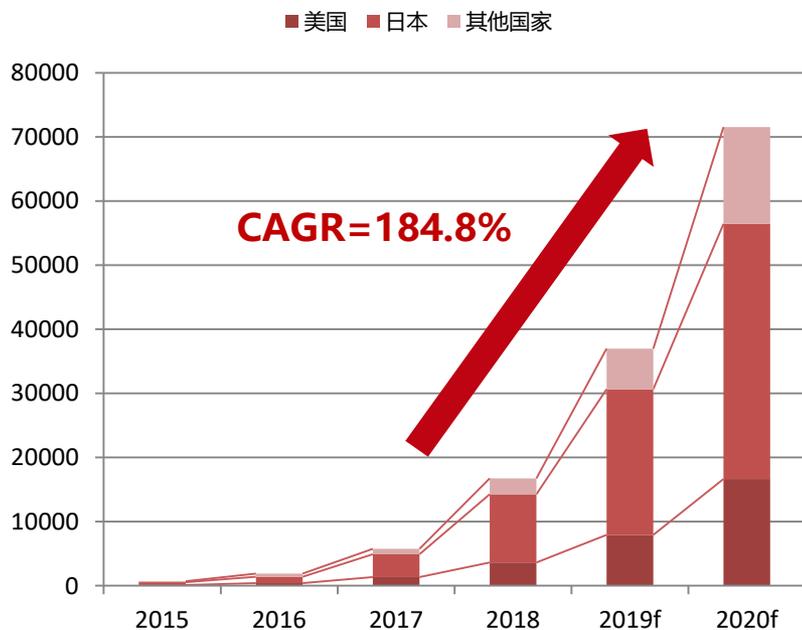
时间	地点	政府公文	明细
2018年1月31日	广东省	《关于印发做好广东省新能源汽车推广应用地方财政补贴工作的通知》	燃料电池汽车地方补贴不超国家补贴
2018年2月9日	湖北省武汉市	《武汉市新能源汽车推广应用地方财政补贴资金实施细则》	对单位和个人购买的燃料电池汽车，按照中央财政单车补贴额1:1的比例确定地方财政补贴标准。
2018年5月21日	上海市	《上海市燃料电池汽车推广应用财政补助方案》	燃料电池车按照中央财政补助1:0.5给予本市财政补助。燃料电池系统达到额定功率不低于驱动电机额定功率的50%，或不小于60kW的，按照中央财政补助1:1给予上海市财政补助。
2018年5月29日	陕西省西安市	《西安市新能源汽车推广应用地方财政补贴资金管理暂行办法》	公共服务领域(包括公交领域，巡游出租车领域，环卫用车、救护车和校车)的燃料电池车按1:0.5给予地方补贴，非公共服务领域的单车按1:0.3给予地方补贴。
2018年6月	海南省	《关于调整完善新能源汽车推广应用财政补贴政策的通知》	新能源汽车(包括燃料电池汽车)购置地方财政补贴标准继续按中央财政同期补贴标准的1:0.5执行，其中，省、市县两级财政各承担50%。
2018年6月5日	河南省	《关于调整河南省新能源汽车推广应用及充电基础设施奖补政策的通知》	燃料电池车按国家补助标准的30%给予推广应用补助。
2018年6月5日	广东省广州市	《广州市推动新能源汽车发展若干政策》	燃料电池汽车按照不超过国补1:1的比例给予地补。
2018年6月14日	青海省	《关于调整2017年-2018年新能源汽车推广应用购置补贴政策的通知》	新能源汽车(包括燃料电池汽车)补贴标准按国家同期补贴标准1:0.5执行。
2018年6月20日	重庆市	《关于调整2017年-2018年新能源汽车推广应用购置补贴政策的通知》	新能源汽车(包括燃料电池汽车)补贴标准按国家同期补贴标准1:0.5执行。
2018年7月24日	浙江省宁波市	《关于宁波市2018年新能源汽车推广应用地方财政资金补助政策的通知》	财政补贴的对象是消费者。消费者包括个人用户和法人用户。燃料电池汽车按照同期中央财政补助标准1:0.5给予地方财政补助。
2018年8月22日	安徽省合肥市	《关于进一步做好我市新能源汽车推广应用工作的通知(征求意见稿)》	燃料电池车按中央财政补助标准1:0.2的比例给予地方配套补助
2018年8月29日	广东省深圳市	《深圳市2018年新能源汽车推广应用财政支持政策》	燃料电池乘用车20万元/辆，燃料电池轻型客车、货车30万元/辆，燃料电池大中型客车、中重型货车50万元/辆。
2018年12月4日	湖北省襄阳市	《关于襄阳市2018年新能源汽车推广应用财政支持政策》	燃料电池乘用车20万元/辆，燃料电池轻型客车、货车30万元/辆，燃料电池大中型客车、中重型货车50万元/辆。

3. 氢燃料电池仍处产业化早期阶段，政策为核心驱动力

美国日本引领全球市场高速发展浪潮，国内市场仍以客车为主

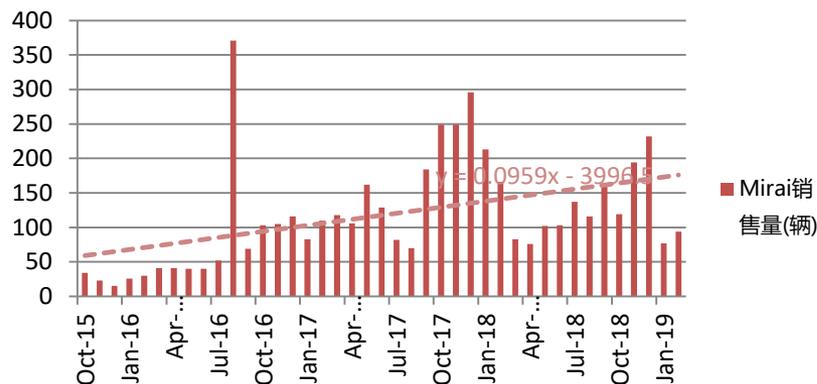
全球FCV市场现状总体处于导入期。其中国外已初步形成规模，以乘用车为主；我国起步较晚，规模未起，以商用车为主，在数量与结构上国内外均有明显差异。

图29：燃料电池乘用车全球销量（辆）



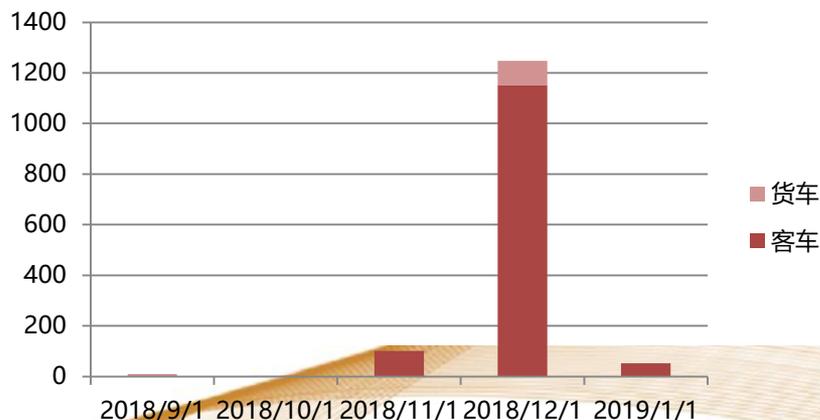
资料来源：Information Trends, 华西证券研究所

图30：Mirai美国销量（辆）



资料来源：CarSalesData, 华西证券研究所

图31：燃料电池汽车我国市场结构（辆）



资料来源：Wind, 华西证券研究所



04 风险提示

- 1) 核心技术国产化进度不及预期
- 2) 中美贸易摩擦目前有所缓和，但仍然存在较大不确定性，可能会影响相关产业政策。

刘菁：八年实业工作经验，涉足新能源汽车、光伏及机器人行业。五年券商工作经验，2015年新财富评选中小盘第一名核心成员，2016年水晶球机械行业第一名，2017年水晶球评选30金股第一名。

俞能飞：厦门大学经济学硕士，从业5年，曾在国泰君安证券、中投证券等研究所担任分析师，作为团队核心成员获得2016年水晶球机械行业第一名，2017年新财富、水晶球等中小市值第一名。目前专注于半导体设备、自动化、汽车电子、机器人、工程机械等细分行业深度覆盖。

田仁秀：毕业于上海交通大学，动力工程专业硕士(锂电池、燃料电池方向)，曾就职于华西证券，重点覆盖能源装备。

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6个月内公司股价相对上证指数的涨跌幅为基准。	买入	分析师预测在此期间股价相对强于上证指数达到或超过15%
	增持	分析师预测在此期间股价相对强于上证指数在5%—15%之间
	中性	分析师预测在此期间股价相对上证指数在-5%—5%之间
	减持	分析师预测在此期间股价相对弱于上证指数5%—15%之间
	卖出	分析师预测在此期间股价相对弱于上证指数达到或超过15%
行业评级标准		
以报告发布日后的6个月内行业指数的涨跌幅为基准。	推荐	分析师预测在此期间行业指数相对强于上证指数达到或超过10%
	中性	分析师预测在此期间行业指数相对上证指数在-10%—10%之间
	回避	分析师预测在此期间行业指数相对弱于上证指数达到或超过10%

华西证券研究所：

地址：北京市西城区太平桥大街丰汇园11号丰汇时代大厦南座5层

网址：<http://www.hx168.com.cn/hxzq/hxindex.html>

免责声明

华西证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具备证券投资咨询业务资格。本报告仅供本公司签约客户使用。本公司不会因接收人收到或者经由其他渠道转发收到本报告而直接视其为本公司客户。

本报告基于本公司研究所及其研究人员认为的已经公开的资料或者研究人员的实地调研资料，但本公司对该等信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。本报告所载资料、意见以及推测仅于本报告发布当日的判断，且这种判断受到研究方法、研究依据等多方面的制约。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及预测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息始终保持在最新状态。同时，本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者需自行关注相应更新或修改。

在任何情况下，本报告仅提供给签约客户参考使用，任何信息或所表述的意见绝不构成对任何人的投资建议。市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告视为做出投资决策的惟一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。在任何情况下，本报告均未考虑到个别客户的特殊投资目标、财务状况或需求，不能作为客户进行客户买卖、认购证券或者其他金融工具的保证或邀请。在任何情况下，本公司、本公司员工或者其他关联方均不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也不对任何人因使用本报告而导致的任何可能损失负有任何责任。投资者因使用本公司研究报告做出的任何投资决策均是独立行为，与本公司、本公司员工及其他关联方无关。

本公司建立起信息隔离墙制度、跨墙制度来规范管理跨部门、跨关联机构之间的信息流动。务请投资者注意，在法律许可的前提下，本公司及其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。在法律许可的前提下，本公司的董事、高级职员或员工可能担任本报告所提到的公司的董事。

所有报告版权均归本公司所有。未经本公司事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、转发或公开传播本报告的全部或部分内容，如需引用、刊发或转载本报告，需注明出处为华西证券研究所，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。