

氢能时代开启，燃料电池应用深化



川财证券
CHUANCAI SECURITIES

燃料电池系列深度报告之一

核心观点

❖ 氢能引领趋势，符合全球能源发展方向

二氧化碳排放、化石能源枯竭、环境污染使得人类寻找一种可持续发展的燃料，而氢能将会是理想的能源形式。现阶段，氢能的制取、储存、运输及应用处于相对初期，各环节在技术和配套上还存在诸多问题。然而现有矛盾通过政策的引导逐步解决，未来十年将会是氢能大发展的时代，氢能将在发电、储能和交通等领域发挥难以想象的作用。

❖ 燃料电池技术日趋成熟，应用逐步拓展

燃料电池具备远超发电机/发动机的能量使用效率，随着关键技术环节的攻克和规模效应的释放，后端应用有望逐步深化。日本的热电联动已经证明其家庭储能领域的巨大应用潜力，将能量利用率提升至难以置信的80%以上，该储能系统未来有望进入千家万户；丰田 Mirai 车型的售价已经下探至30~40万区间，按照过去成本下降的速度，与燃油车竞争的时代很快来临。

❖ 政策助力，商用车将承载应用市场

商用车被认为是大气污染的一个重要来源，部分环保承压的地区逐步开始限制柴油车的应用；另一方面，考虑到商用车的经济性，电动化趋势已经确立，而高能量密度的燃料电池会是最优选择。长期的环保和经济特性将驱动燃料电池商用车市场的发展，在技术和成本还未形成足够竞争力的初期，政策的支持显得尤为重要。现阶段，鼓励和补贴政策的强度依旧维持，各产业链均衡发展，国产化替代趋势明显。对比锂电新能源车发展的历程，锂电池价格从2015年2.4元/wh下降至2019年的1.1元/wh，鼓励和补贴政策进入尾声，新能源车已具备和传统燃油车分庭抗礼的能力。

❖ 产业进入高速成长期，国产化需求强烈

我国的巨大商用车市场支撑着需求，2018年燃料电池商用车销量约1600辆，而今年有望实现150%的增长，2020年销量目标超过万辆，行业开始从孕育期走向高速成长期。然而，美国和日本在该产业持续投入超过半个世纪，技术和工程化基础相对牢固，我国在关键环节还需加大研发力度，国产化需求强烈。

❖ **投资机会：**氢能的产业链包括制氢、储运氢、加氢站、燃料电池、汽车等环节。技术日渐成熟、规模化效应释放、政策持续推行、国产化需求强烈是现阶段产业的特点，行业进入高速成长期。我们建议关注具备前期研发和产业化基础的企业，如潍柴动力、厚普股份、雄韬股份、东岳集团、中通客车等。

❖ **风险提示：**政策执行不及预期、重大安全事故频现。

☑ 证券研究报告

所属部门 | 股票研究部
报告类别 | 行业深度
所属行业 | 能源制造/汽车
行业评级 | 增持评级
报告时间 | 2019/5/10

☑ 分析师

孙灿
证书编号：S1100517100001
021-68595107
suncan@cczq.com
白竣天
证书编号：S1100518070003
010-66495962
baijuntian@cczq.com

☑ 联系人

黄博
证书编号：S1100117080004
huangbo@cczq.com
张天楠
证书编号：S1100118060014
zhangtiannan@cczq.com
赵旭
证书编号：S1100117090010
zhaoxu@cczq.com

☑ 川财研究所

北京 西城区平安里西大街28号中海国际中心15楼，100034
上海 陆家嘴环路1000号恒生大厦11楼，200120
深圳 福田区福华一路6号免税商务大厦30层，518000
成都 中国（四川）自由贸易试验区成都市高新区交子大道177号中海国际中心B座17楼，610041

正文目录

一、燃料电池简介.....	5
1.1.燃料电池：燃料能量的高效释放方式.....	5
1.2 燃料电池：终极清洁能源的主力军.....	5
1.3 燃料电池：种类繁多，应用分化.....	6
二、氢气制备：因地制宜，前景广阔.....	8
三、氢气储运、加注：多种路线并行发展.....	11
3.1.氢气储存和运输主要技术路线比较.....	12
四、加氢站：方兴未艾，建设先行.....	15
4.1. 加氢站作为关键基础设施供不应求，地方政府加码提速.....	15
4.2.加氢站分类和基本工作原理.....	17
加氢站的分类及其基本工作原理.....	17
高压压缩氢气加氢站的基本工作流程和主要设备.....	21
4.3. 加氢站核心技术国产化，设备市场不容忽视.....	22
4.4. 相关标的：厚普股份.....	22
五、燃料电池：储能领域再添新兵.....	22
5.1. 国外氢能规划宏大.....	22
5.2.我国积极探索风光+氢储能应用方式.....	23
5.3.氢储能与风光相结合可缓解弃风、弃光问题.....	24
5.4.关注氢储能在调峰调频与用户自储能方向的应用.....	25
六、燃料电池：市场应用.....	25
6.1.国际市场：欧美日韩燃料电池商业化开启，合作研发成为趋势.....	25
6.2.中国市场：尚处发展初期，政策财政双重支持.....	30
七、结语：氢能引领能源演变，燃料电池应用持续开启.....	35
风险提示.....	37

图表目录

图 1: 燃料电池示意图.....	5
图 2: 质子交换燃料电池原理.....	5
图 3: 各类燃料电池特点.....	8
图 4: 燃料电池适用领域.....	8
图 5: 全球人工制氢原料占比.....	9
图 6: 中国人工制氢原料占比.....	9
图 7: 国内氯碱副产品氢气理论产量.....	11
图 8: 高压、液态和金属氢化物储氢方式比较.....	12
图 9: 国内各类储氢相关企业.....	14
图 10: 国内采用高压储氢路线的部分相关企业.....	14
图 11: 中国燃料电池汽车产量“J”型增长.....	14
图 12: 氢气长管拖车供氢加氢站工艺流程.....	18
图 13: 液氢槽车供氢加氢站工艺流程.....	19
图 14: 管道输送供氢加氢站工艺流程.....	19
图 15: 站内电解水制氢加氢站工艺流程.....	20
图 16: 站内天然气重整制氢加氢站工艺流程.....	21
图 17: 加氢站工作流程.....	21
图 18: 我国氢储能发展规划.....	23
图 19: 近四年全国弃风量（亿千瓦时）.....	24
图 20: 近四年全国弃光量（亿千瓦时）.....	24
图 21: 新能源电站储能示意图.....	25
图 22: 丰田 MIRAI 内部动力构成.....	27
图 23: 丰田 MIRAI 燃料动力电池汽车.....	27
图 24: 现代 NEXO 内部动力构成.....	27
图 25: 现代 NEXO 燃料动力电池汽车.....	27
图 26: 奔驰 GLC F-CELL 燃料电池汽车.....	29

本报告由川财证券有限责任公司编制 谨请参阅尾页的重要声明

表格 1. 燃料电池分类比较.....	7
表格 2. 人工制氢技术对比.....	8
表格 3. 不同制氢工艺成本对比.....	10
表格 4. 我国氢能产业基础设施技术发展路线.....	11
表格 5. 国内近期鼓励氢能利用政策.....	11
表格 6. 各地方政府加氢站建设规范化梳理.....	11
表格 7. 中国燃料电池相关政策.....	30
表格 8. 跨国车企新能源汽车在华产品战略.....	32
表格 9. 国内车企新能源汽车发展战略.....	33
表格 10. 产业链相关企业.....	36

一、燃料电池简介

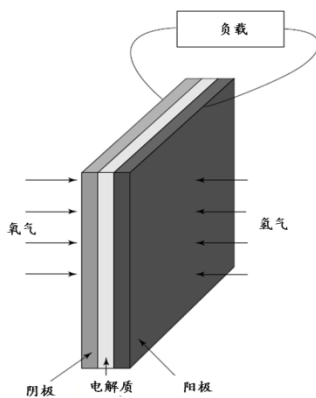
1.1. 燃料电池：燃料能量的高效释放方式

燃料电池是一种把燃料所具有的化学能直接转换成电能的化学装置，它是按照原电池电化学原理，把贮存在燃料和氧化剂中的化学能直接转化为电能，因而实际过程是燃料和氧气的氧化还原反应。

燃料电池中作为燃料的物质可以很多，核心是与氧气有足够的电势差和较高的能量密度，比较常见的燃料有氢气、甲醇、天然气等。

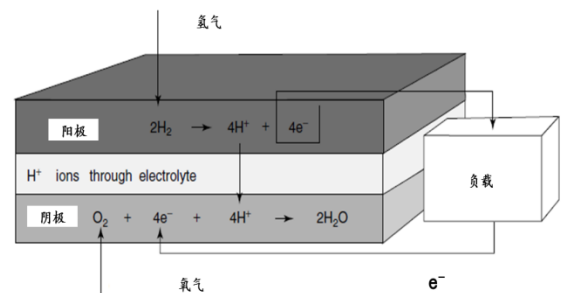
燃料电池单体主要由四部分组成，即阳极、阴极、电解质和负载外电路。燃料和氧化气分别由燃料电池的阳极和阴极通入。燃料在阳极上释放电子，电子经外电路传导到阴极并与氧化物结合生成离子。离子在电场作用下，通过电解质迁移到阳极上，与燃料物反应，形成电流。

图 1：燃料电池示意图



数据来源：Fuel Cell Systems Explained, 川财证券研究所

图 2：质子交换燃料电池原理



数据来源：Fuel Cell Systems Explained, 川财证券研究所

1.2 燃料电池：终极清洁能源的主力军

燃料电池在发电效率、环境保护、能量密度、工作噪声、可靠性上都有较大优势，是一种前景光明的发电装置。

发电效率高：燃料电池发电不受传统发动机卡诺循环的限制。理论上，它的发电效率可达到 85%~90%，但由于工作时各种极化的限制，通电的过程中有部分化学能转化成为热能，电能的转化效率约为 40%~60%。若实现热电联供，燃料的总利用率可高达 80% 以上。

本报告由川财证券有限责任公司编制 谨请参阅尾页的重要声明

环境友好度高：若燃料电池以氢气或者天然气等富氢气体作燃料物，二氧化碳的排放量比热机过程减少 40% 以上，如果是氢气，将不会有二氧化碳的排放。另一方面，燃料电池几乎不会有硫或者氮化物产生，大大减轻了传统发电机/发动机对环境施加的影响。

能量密度高：液氢燃料电池的理论质量能量密度是是锂离子电池的 10 倍。即使受制于氢气储存技术的限制，实际应用中能量密度有所降低，但是仍可轻松满足汽车续航 500 公里以上的需求。

运行噪音低：相对于发动机的做工原理，燃料电池结构简单，运动部件少，工作时噪声很低。即使在 11MW 级的燃料电池发电厂附近，所测得的噪音也低于 55dB。

燃料范围广：对于燃料电池而言,材料所选范围广，只要含有氢原子的物质都可以作为燃料，例如天然气、石油、甲醇等，因此燃料电池非常符合能源多样化的需求,可减缓主流能源的耗竭。

可靠性高：跟其他二次电池一样，燃料电池会很快响应负载的变化。无论处于额定功率以上过载运行或低于额定功率运行，它都能承受且效率变化不大。由于燃料电池的运行高度可靠，可作为各种应急电源和不间断电源使用。

易于建设：燃料电池具有组装式结构，安装维修方便，对环境的要求并不高。

1.3 燃料电池：种类繁多，应用分化

燃料电池分类形式很多，按运行机理来分类：可分为酸性燃料电池和碱性燃料电池；按燃料的类型来分类：有直接式燃料电池和间接式燃料电池；按燃料电池工作温度分：有低温型(低于 200°C)；中温型(200-750°C)；高温型(高于 750°C)。常用的分类方式是按电解质的不同来分类：

1、碱性燃料电池 (AFC)：该类电池采用氢氧化钾水溶液作为电解液，性能稳定，成本低廉，但是不足之处是能量密度非常有限，仅为质子交换膜电池的十分之一。早在 20 世纪 60 年代就成功的应用于航天飞行领域，这种具有高效、轻质的以及稳定的动力源一直是美国航天领域的首选，典型的应用是阿波罗计划的太空车。

2、磷酸盐型燃料电池 (PAFC)：该类电池以磷酸溶液为电解液，工作温度在 200°C 左右，有相对较高的反应速度。PAFC 已经成功商用在 200-kW 储能装置，在美国、欧洲和日本有很多常年连续工作的案例。

本报告由川财证券有限责任公司编制 谨请参阅尾页的重要声明

3、碳酸盐型燃料电池 (MCFC)：该类电池是由多孔的电极和电解质，配上熔融态的碳酸盐作为电解液，工作温度高达 600°C，成本低廉，无需使用贵金属催化剂，适用于较大型的电站储能设施

4、固体氧化物型燃料电池 (SOFC)：该类电池应用无机固态电解质，是工作温度最高的一类燃料电池，广泛适用煤气、天然气、混合气体等多种燃料气体。由于 SOFC 发电的排气有很高的温度，具有较高的利用价值，可以提供天然气重整所需热量，也可以用来生产蒸汽，更可以和燃气轮机组成联合循环，非常适用于分布式发电。

5、质子交换膜燃料电池 (PEMFC)：该类电池是一种常温电池，应用质子交换膜作为隔膜和电解质，具有较高的能量效率和能量密度，体积重量小，冷启动时间短，运行安全可靠。该类电池早在 1965 年美国“双子星座”得到应用，早期的发展一直受着昂贵的必须结构材料和高 Pt 覆盖量所阻碍，直到 20 世纪 80 年代，通过大量的技术改进，其才重现活力，成为汽车能源提供的有力竞争者。

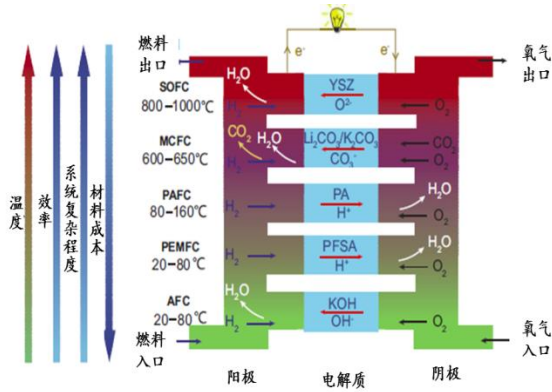
表格 1. 燃料电池分类比较

类型	碱性燃料电池 (AFC)	磷酸盐型燃料电池 (PAFC)	碳酸盐型燃料电池 (MCFC)	固体氧化物型燃料电池 (SOFC)	质子交换膜燃料电池 (PEMFC)
燃料	纯氢	氢气	氢气、煤气、天然气、沼气等	氢气、煤气、天然气、沼气等	氢气、甲醇
氧化剂	纯氧	空气、氧气	空气、氧气	空气、氧气	空气、氧气
电解质	氢氧化钾	磷酸盐基质	碳酸锂、碳酸钠、碳酸基质	稳定氧化锆等薄膜或薄板	聚合物膜
迁移离子	OH ⁻	H ⁺	CO ₃ ²⁻	O ²⁻	H ⁺
催化剂	无	铂	无	无	铂
工作温度	50-200°C	180-200°C	600-700°C	700-1000°C	30-100°C
发电效率	60%	40%	45%-50%	60%	固定式 35% 运输 60%
发电能力	10-100kw	1kw-100kw	100-400kw	300kw-3mw	1kw-2mw
用途	太空、军事	分布式发电	分布式发电、电力公司	辅助电源、电力公司、分布式发电	备用电源、移动电源、分布式发电、运输、特种车辆

资料来源：川财证券研究所

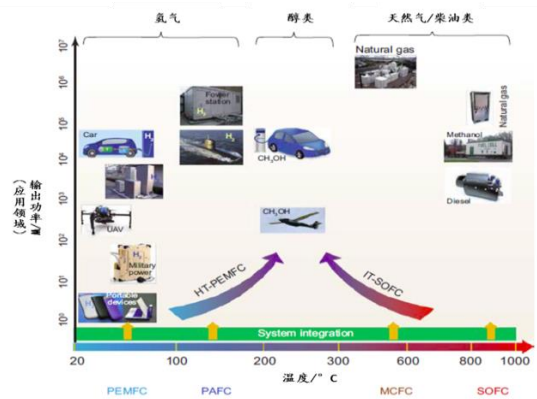
本报告由川财证券有限责任公司编制 谨请参阅尾页的重要声明

图 3：各类燃料电池特点



数据来源：PERSPECTIVES, 川财证券研究所

图 4：燃料电池适用领域



数据来源：PERSPECTIVES, 川财证券研究所

二、氢气制备：因地制宜，前景广阔

人工制氢依赖化石资源，国内煤制氢占比较大。目前，全球人工制氢的主要原料以石油、天然气、煤炭等化石资源为主，相较其他的制氢工艺（如：电解水制氢、光解水制氢、微生物制氢等工艺），化石资源制氢的工艺相对成熟、原料成本低廉，产量较高，但会排放大量温室气体，对环境造成负担。2017年，全球主要人工制氢原料的96%以上是化石资源，其中约48%为天然气，仅4%左右来源于电解水。从国内的制氢原料结构看，煤炭是我国人工制氢的主要原料，占比高达为62%，符合我国“富煤但油气不足”的资源结构特点，天然气制氢的占比次之，约19%。

表格 2. 人工制氢技术对比

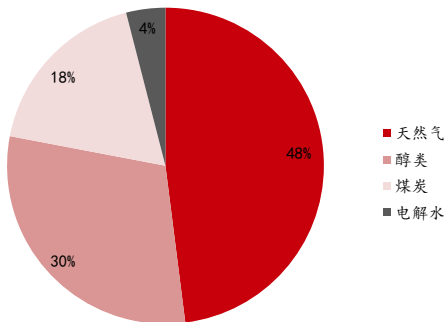
制氢方法		反应简介	优点	缺点
化石燃料制氢	煤制氢	主要分为煤的焦化和煤的气化	产量高、成本较低，商业化技术成熟	排放温室气体
	天然气、轻质油制氢	与水蒸气反应生成氢气产物	产量高、成本较低	排放温室气体

本报告由川财证券有限责任公司编制 谨请参阅尾页的重要声明

重油制氢	采用部分氧化法，重油与水蒸气及氧气反应，制得氢气产物	成本低	反应所需温度高，制得氢气纯度不高，排放温室气体
电解水制氢	将直流电通入水中而在阴阳两极引起水分解为氢和氧的非自发的氧化还原反应	环保、纯度高	成本高
光解水制氢	利用催化剂吸收太阳光催化水分，解放出氧气	环保无污染，利用太阳能	技术不成熟，转化率较低
微生物制氢	借助于微生物产生氢酶，进而催化水分解，制取氢气	环保，产量高	技术不成熟

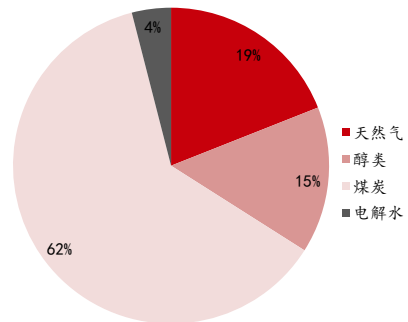
资料来源：《氢能利用的发展现状及趋势》，川财证券研究所

图 5：全球人工制氢原料占比



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》，川财证券研究所

图 6：中国人工制氢原料占比



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》，川财证券研究所

化石资源制氢的成本优势明显，具备较强经济效益。参考相关文献以及行业数据，以天然气裂解制氢（水蒸气转化法+变压吸附净化工艺）、甲醇裂解制氢（变压吸附联合工艺）、电解水制氢（三塔流程纯化工艺）等三种制氢路线为例，假设天然气、甲醇、工业用电价格分别为 2.6 元/m³、2300 元/吨、0.6 元/kWh，测算出天然气制氢、甲醇制氢、电解水制氢三种工艺的单位制氢成本分别为 1.97 元/Nm³、1.99 元/Nm³、3.31 元/Nm³。与电解水工艺制氢相比，化石资源制氢成本低廉，具备较强的经济效益，但天然气制氢的一次性投资较高，一般适合 1000Nm³/h 以上的制氢产能。

本报告由川财证券有限责任公司编制 谨请参阅尾页的重要声明

表格 3. 不同制氢工艺成本对比

天然气制氢		甲醇制氢		电解水制氢	
项目	成本	项目	成本	项目	成本
天然气等费用 (万元)	1248	甲醇 (万元)	1324.8	电费 (万元)	2400
单耗 (m ³ /m ³)	0.6	单耗 (kg/m ³)	0.72	单耗 (kWh/m ³)	5
制氢规模 (万m ³)	800	制氢规模 (万m ³)	800	制氢规模 (万m ³)	800
单价 (元/m ³)	2.6	单价 (元/吨)	2300	单价 (元/kWh)	0.6
设备及土建折旧 (万元)	144	设备及土建折旧 (万元)	100	设备及土建折旧 (万元)	133
天然气制氢及纯化设备	1300	天然气制氢及纯化设备	900	天然气制氢及纯化设备	1200
设备安装	52	设备安装	36	设备安装	48
土建工程及其他	176	土建工程及其他	122	土建工程及其他	162
维修费 (万元)	27	维修费 (万元)	19	维修费 (万元)	25
人工及管理费 (万元)	120	人工及管理费 (万元)	120	人工及管理费 (万元)	60
财务费用 (万元)	36	财务费用 (万元)	25	财务费用 (万元)	33
合计 (万元)	1575	合计 (万元)	1588.5	合计 (万元)	2650.9
单位氢气成本 (元/Nm ³)	1.97	单位氢气成本 (元/Nm ³)	1.99	单位氢气成本 (元/Nm ³)	3.31

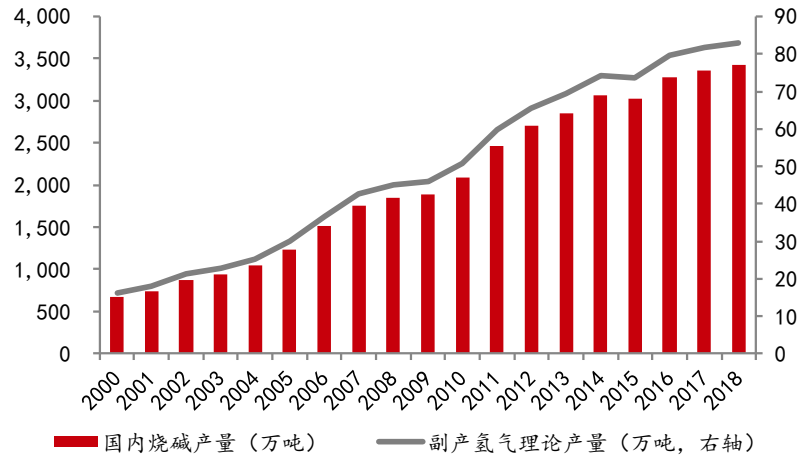
备注：设备按10年折旧、土建按20年折旧；土建工程及其他、维修费分别按照设备购置及其他安装费的13%、2%计算；财务费用按总投资70%贷款、10年期6%年利率等额本息计算；天然气、甲醇制氢工作人员按10人计算，电解水制氢按5人计算。

资料来源：《天然气制氢、甲醇制氢与水电解制氢的经济性对比探讨》，川财证券研究所

工业尾气制氢为当前我国燃料电池所用氢气的主要来源，看好氯碱副产氢气。从我国氢气原料结构来看，利用煤为原料制备的氢气占全部制氢产量的62%，但由于煤制氢气中含有的杂质较多，对于纯化装置要求较高，从而抬高了生产总成本，因此我国燃料电池原料主要采用氯碱工业副产品的氢气。氯碱厂以食盐水为原料，采用离子膜或石棉隔膜电解槽，生产出烧碱、氯气、以及副产品氢气。大部分氯碱厂采用物理吸附法 PSA 法，将其副产品氢气提纯，可获得高纯度氢气，该工艺具备能耗低、投资少、自动化程度高、产品纯度高、无污染等优势。目前国内氯碱厂对副产的氢气有两种利用方式，其一为与氯气反应制备盐酸或制备其它化工品，其二为燃烧释放热能（前期投资大），较高比例的氢气被直接放空，形成资源浪费。考虑到氯碱工业副产制氢的成本只有 1.3-1.5 元/Nm³，且氢气纯度可高达 99.99%以上，与其他制备方法相比，成本、环保优势凸显。产量上看，2018 年国内烧碱产量达到 3420 万吨，按每生产 1 吨烧碱副产 270 立方米氢气计算可知，2018 年我国氯碱工业副产氢气理论产量为 83 万吨，理论上可供应超过 250 万辆燃料电池车，足以满足国内现有需求。

本报告由川财证券有限责任公司编制 谨请参阅尾页的重要声明

图 7：国内氯碱副产品氢气理论产量



资料来源：Wind，川财证券研究所

三、氢气储运、加注：多种路线并行发展

表格 4. 我国氢能产业基础设施技术发展路线

项目	2016 年	2020 年	2030 年	2050 年
制氢	工业副产氢气回收 天然气制氢 煤制氢 电解水	可再生能源制氢 CCS 技术	低碳煤基制氢技术 制氢多元化制氢体系	规模化可再生能源制氢 工业副产氢气回收 规模低碳煤制氢 形成绿色氢能供应体系
氢储存与运输	35MPa 气态储存 液氢罐车 长管拖车	35MPa 气瓶技术安全监测 预警技术 高效液态储氢 复合体系储氢	高压储氢设备轻量化技术； 安全控制技术； 100MPa 级氢安全仪器仪表	掺氢天然气管道输送技术 长距离高压氢气管道技术
氢能利用设施	35MPa 加氢 4 座加氢站	70MPa 加氢 100 座加氢站 20 万 kw 发电 1 万辆车	1000 级加氢站 氢能高速公路 1 亿 kw 发电 200 万辆车 3000km 氢气管线	全国范围氢能供给和利用设施 1000 万辆车

资料来源：工信部，国家能源局，川财证券研究所

本报告由川财证券有限责任公司编制 谨请参阅尾页的重要声明

3.1. 氢气储存和运输主要技术路线比较

储氢方式分为物理储氢和化学储氢两大类。物理储氢主要有液氢储存、高压氢气储存、活性炭吸附储存、碳纤维和碳纳米管储存等。化学储氢法主要有金属氢化物储氢、有机液氢化物储氢、无机物储氢等。衡量储氢技术性能的主要参数是储氢体积密度、质量分数、充—放氢的可逆性、充放氢速率、可循环使用寿命及安全性等。

从技术条件和目前的发展现状看，高压储氢、液化储运及固态储氢（复合储氢技术）三种方式更适用于商用要求。

高压气态储氢主要使用大容量轻质高压气罐或传统钢瓶来储存气态氢，具有较高的质量储氢密度，但其体积储氢密度低、压力高、安全性差，而且占用汽车空间大，难以保证汽车的实用空间，同时，压缩氢气还需使用加压设备，增加了成本和能耗，纯氢的压缩还会导致纯氢的纯度降低；

低温液态储氢技术是将氢气冷却到-253℃使之液化，然后灌装到低温绝热储氢罐进行储存，其储氢密度高，但能耗大、成本高，对隔热装置要求苛刻，而且存在挥发损失及安全性差等问题；

固态储氢是将储氢材料存入密闭容器中，利用储氢材料的吸氢能力实现氢气的固态储存，具有很高的体积储氢密度。常用的储氢材料主要有金属氢化物、配位氢化物、纳米储氢材料、液态有机液体储氢材料等。其中，金属氢化物是最为常见的储氢材料。但是固态储氢方式的质量储氢密度相对较低，且吸放氢过程受到热量交换的限制，使得固态储氢装置的充装和释放速率较慢。

图 8：高压、液态和金属氢化物储氢方式比较

储氢方式	普通高压储氢罐	超高压储氢罐	液态储氢罐	金属氢化物储氢罐	低温高压储氢罐	高压金属氢化物储氢罐
重量储氢密度	☆	☆☆☆☆	☆☆☆☆☆	☆☆	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆
体积储氢密度	☆	☆☆	☆☆☆	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆	☆☆☆☆
动力学	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆
价格	☆☆☆☆☆	☆☆	☆	☆☆☆	☆	☆☆
安全性	☆	☆	☆	☆☆☆☆☆	☆	☆

资料来源：储氢技术综述及在氢储能中的应用展望（徐丽，马光等，储氢技术综述及在氢储能中的应用展望）

根据供氢方式不同，加氢站各系统的设备有所不同，但差异不大，与现有较为成熟的压缩天然气（CNG）加气站相似。主要包括卸气柱、压缩机、储氢罐、加氢机、管道、控制系统、氮气吹扫装置、放散装置以及安全监控装置等，其主要的核心设备是压缩机、储氢罐和加气机。

本报告由川财证券有限责任公司编制 谨请参阅尾页的重要声明

1) 压缩机

目前加氢站使用的压缩机主要有隔膜式压缩机和离子式压缩机两种。隔膜式压缩机因无需润滑油润滑，从而能够获得满足燃料电池汽车纯度要求的高压氢气。但隔膜式压缩机在压缩过程中需要采用空气冷却或液体冷却的方式进行降温。离子式压缩机能实现等温压缩，但因技术尚未成熟，没有大规模使用。

目前，国内氢能源用压缩机主要以进口为主，国外供应商Hydro-Pac和美国PDC为主，国内代表机构是中船重工718研究所，国内可能具备加氢站压缩机技术和产品储备的国内相关上市公司主要有金通灵等。

2) 储氢容器

储氢罐是加氢站的核心设备之一，很大程度上决定了加氢站的氢气供给能力。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。

当前国内企业采用较多的储运技术是高压储氢技术，高压储氢时的加氢过程是一个储氢气源与使用单元的物质和能量交换，使大量的高能气体进入到空气瓶中的过程。根据生产和使用的不同应用方式，高压储氢设备大致可分为三种：车用高压储氢容器、高压氢气输运设备、固定式高压氢气储存设备。储氢容器国外供应商美国AP和美国CPI为主，国内具备相应技术和产品储备的国内相关上市公司主要有富瑞特装、安泰科技、京城股份、中材科技等。

图 9：国内各类储氢相关企业

储运氢技术	企业	主营业务
高压气态储氢	浙江巨化	储氢罐
	北京科泰克 京城股份 沈阳斯林达 中国中氢 中集氢能 中材	车载储氢
	博源（湖北）实业	气罐、气罐车
	安瑞科 北京海德利森科技	运输及站用储氢罐
	中国航天科技集团101所 张家港富瑞氢能	液氢生产 液氢生产、低温槽车
	北京浩运氢能 厦门钨业 北京有色金属研究总院	储氢合金
固态储氢	安泰科技 江苏申健氢能 内蒙古稀奥科贮氢合金 四会市达博文 中山天骄稀土材料 甘肃稀土 三德电池 鞍山鑫普新材料	储氢材料
	武汉氢阳 杭州聚力氢能	有机物储氢

资料来源：中国电池联盟、氢能网，川财证券研究所

图 10：国内采用高压储氢路线的部分相关企业

储运氢技术	企业	主营业务
高压气态储氢	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	车用高压储氢容器
	北京科泰克	
	京城股份	
	中国中氢	
	中集氢能	高压氢气运输设备
	中材科技	
博源（湖北）实业	固定式高压氢气储存设备	
安瑞科		
北京海德利森科技		

资料来源：中国电池联盟、氢能网，川财证券研究所

3) 加氢机

加氢机是实现氢气加注服务的设备，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、安全装置等等。当燃料电池汽车需要加注氢气时，若加氢站是采用4级储气的方式，则加氢机首先从氢气长管拖车中取气；当氢气长管拖车中的氢气压力与车载储氢瓶的压力达到平衡时，转由低压储氢罐供气；依此类推，然后分别是从中压、高压储氢罐中取气；当高压储氢罐的压力无法将车载储氢瓶加注至设定压力时，则启动压缩机进行加注。加注完成后，压缩机按照高、中、低压的顺序为三级储氢罐补充氢气，以待下一次的加注。这样分级加注的方式有利于减少压缩机的功耗。

目前，加氢机国外供应商以德国Linde和美国AP为主，国内具备相应技术和产品储备的国内相关上市公司主要有富瑞特装、厚普股份、中泰股份、深冷股份等。

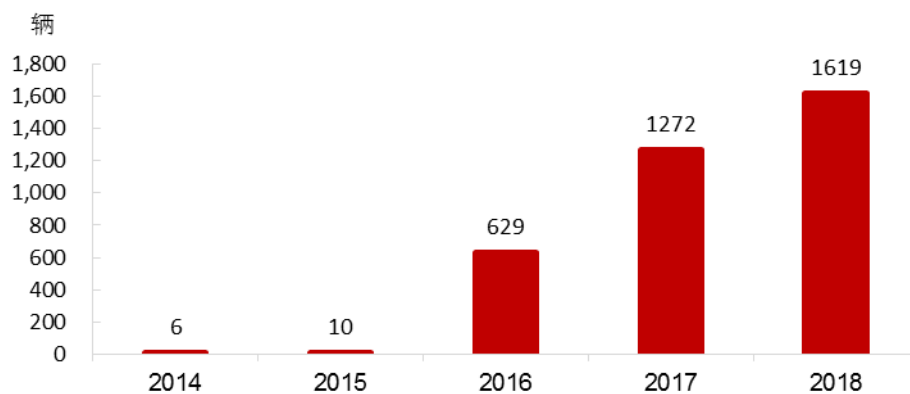
本报告由川财证券有限责任公司编制 谨请参阅尾页的重要声明

四、加氢站：方兴未艾，建设先行

4.1. 加氢站作为关键基础设施供不应求，地方政府加码提速

近年受益政策支持，中国燃料电池汽车产量呈“J”型增长，2017 全国燃料电池汽车产量达到 1272 辆，2018 年是燃料电池汽车商业化运营的元年，产量跃升至 1619 辆，燃料电池汽车产业开启以补贴为基石的内生性增长时代。截止 2018 年底，全国投入运营车辆约 694 辆，其中公交 234 辆左右，物流车约 300 辆，轻客 160 辆。其中，燃料电池物流车在上海已经开展商业化运营，目前在运营数量达到 300 辆左右，运营里程超过 400 万 km，用户包括京东、申通快递、盒马鲜生、宜家等物流用户。

图 11：中国燃料电池汽车产量“J”型增长



资料来源：中汽中心，川财证券研究所

加氢站是燃料电池汽车产业链上必不可少的关键性基础设施，燃料电池汽车的发展和商业化离不开加氢站的建设发展。但目前国内加氢站较少，建设速度有待大幅提升。截至 2018 年 12 月国内已建成加氢站 25 座，分别位于北京、上海、江苏、大连、安徽、河南、广东等地，氢燃料电池汽车保有量 3428 辆。而中国标准化研究院与全国氢能标准化技术委员会曾发布《中国氢能产业基础设施发展蓝皮书》，书中提出：到 2020 年，加氢站达 100 座，燃料电池车达 10000 辆；到 2030 年，加氢站达 1000 座，燃料电池车达到 200 万辆。工信部组织制定的《节能与新能源汽车技术路线图》明确提出，到 2030 年国内实现百万辆氢燃料电池汽车商业化应用，建成 1000 座加氢站。虽然这两年加氢站建设提速，但是相对于氢燃料电池产业需求，加氢站作为基础设施远远供

本报告由川财证券有限责任公司编制 谨请参阅尾页的重要声明

不应求，未来氢能利用领域的市场空间十分广阔。

2019 年以来国家政策大力鼓励加氢站的建设，加氢站为整个氢能源产业链前端链条的环节，也是当前制约整个产业的核心环节，政策顶层设计启动将有助于全产业链的发展。3 月 15 日，国务院新闻办就 2019 年《政府工作报告》的修订情况进行解读，在推动消费稳定增长部分，补充了“推动加氢设施建设”的内容；3 月 28 日李克强总理在博鳌论坛提出要加快发展氢能源等新兴产业；4 月 8 日，国务院发布国发【2019】8 号文，落实《政府工作报告》中重点工作部门分工意见，意见中提到加氢设施建设由财政部、工信部、发改委、商务部、交通部、住建部、国家能源局等按职责分工负责。过去加氢站审批机制欠缺，建站速度缓慢，伴随多次意见出台与落实，未来加氢站审批速度加快，将推动加氢站建设进一步提速。

表格 5. 国内近期鼓励氢能利用政策

时间	报告	详情
2019/3/15	《政府工作报告》	推动充电、加氢等设施建设。
2019/3/26	2019 新能源汽车补贴政策	地方应完善政策，过渡期后不再对新能源汽车（新能源公交车和燃料电池汽车除外）给予购置补贴，转为用于支持充电（加氢）基础设施“短板”建设和配套运营服务等方面。
2019/4/9	国务院关于落实《政府工作报告》重点工作部门分工的意见	加氢设施建设由财政部、工信部、发改委、商务部、交通部、住建部、国家能源局等按职责分工负责。

资料来源：政府网站，川财证券研究所

上有国家政策支持完善，下有地方政府规划明确。加氢站建设涉及土地、危化品管理、建设流程不通畅等问题，地方政府的态度将对加氢基础设施的建设进度起到关键性作用。目前地方政府积极性极强，各地区陆续推出氢能源产业规划，针对加氢站建设也提出明确的目标。梳理目前规划，至 2020 年有望落实加氢站建设超 200 家，远超《中国氢能产业基础设施发展蓝皮书》所提数量。另外，四部委发布 2019 年新能源汽车补贴政策时提到过渡期后，地方购置补贴应转向充电、加氢等基础设施和运营服务，地方积极参与相应加氢站建设。

本报告由川财证券有限责任公司编制 谨请参阅尾页的重要声明

表格 6. 各地方政府加氢站建设规划梳理

区域	目标
上海	2017-2020 年：建设加氢站 5-10 座，燃料电池车运行规模 3000 辆；2021-2025 年：建成加氢站 50 座，燃料电池乘用车不少于 2 万辆，其他特种燃料电池车辆不少于 1 万辆。
苏州	2018-2020 年：建成加氢站近 10 座，燃料电池车运行规模 800 辆；2021-2025 年：建成加氢站近 40 座，运行规模力争 10000 辆。
如皋	2018-2020 年：建成加氢站 3-5 座，公共服务新增车辆中燃料电池车比例不低于 50%；2021-2025 年：公共服务领域车辆中燃料电池车比例不低于 30%；2026-2030 年：公共服务领域车辆中燃料电池车比例不低于 50%。
张家港	到 2020 年，建成加氢站 10 座，运行规模 200 辆。
常熟	建成一批市场优化运营的公共加氢站。
宁波	2019-2022 年：建成加氢站 10-15 座，运行车辆力争 600-800 辆；2023-2025 年：建成加氢站 20-25 座，运行规模力争 1500 辆。
嘉善	2022 年：销售达到 5000 台，建成加氢站或综合能源站 3-5 座，燃料电池公交车占新能源公交车总保有量的 50%。
佛山	2020 年：加氢站 28 座，累计推广产品应用 5500 套；2025 年：加氢站 43 座，累计推广产品应用 11000 套；2030 年：加氢站 57 座，累计推广产品应用 30000 套。
武汉	2018-2020 年：建设 5-20 座加氢站，累计运行 2000-3000 辆燃料电池车；2021-2025 年：建成加氢站 30-100 座，累计运行 1-3 万辆燃料电池车。
山东	2020 年：燃料电池汽车数量达到 2000 辆，加氢站达 20 座；2025 年：燃料电池汽车数量达到 5 万辆，加氢站达 200 座；2030 年：燃料电池汽车数量达到 10 万辆，加氢站达 500 座。
张家口	实现 19 个区县加氢站全覆盖。
西安	8 座加氢站投建计划。
长三角	2019-2021 年：燃料电池汽车数量要超过 5000 辆，加氢站数量超过 40 座，其中高速连接站数量 6 座，覆盖高速公路要超过 2 条。

资料来源：各政府网站，川财证券研究所

4.2. 加氢站分类和基本工作原理

加氢站的分类及其基本工作原理

按照不同的分类方法，加氢站可以分为多种类型。按照制氢地点，加氢站可分为站外制氢加氢站(off-site)和站内制氢加氢站(on-site)；按照建设形式，可分为固定式加氢站和移动式加氢站；按照氢气储存状态，可分为液氢加氢站和高压氢气加氢站；按照加注方式，可分为单级加注加氢站和多级加注加氢站；按照制氢方式分，加氢站可分为电解水制氢加氢站、工业副产氢加氢站、天然气重整制氢加氢站、甲醇重整制氢加氢站等。

本报告由川财证券有限责任公司编制 谨请参阅尾页的重要声明

业界通常将加氢站分为站外制氢加氢站和站内制氢加氢站两种。离站制氢加氢站的氢气是从外部生产后输送至加氢站内，而在站制氢加氢站是在站内生产氢气满足加氢站的用氢需求，在站制氢一般以水电解、天然气重整制氢为主。

按照氢在输运时所处储存状态的不同，可以分为气氢输送、液氢输送和固氢输送。其中前两者是目前正在大规模使用的两种方式。根据氢的输送距离、用氢要求及用户的分布情况，气氢可以用管道网络，或通过高压容器装在车、船等运输工具上进行输送。管道输送一般适用于用量大的场合，而车、船运输则适合于量小、用户比较分散的场合。液氢、固氢输运方法一般是采用车船输送。

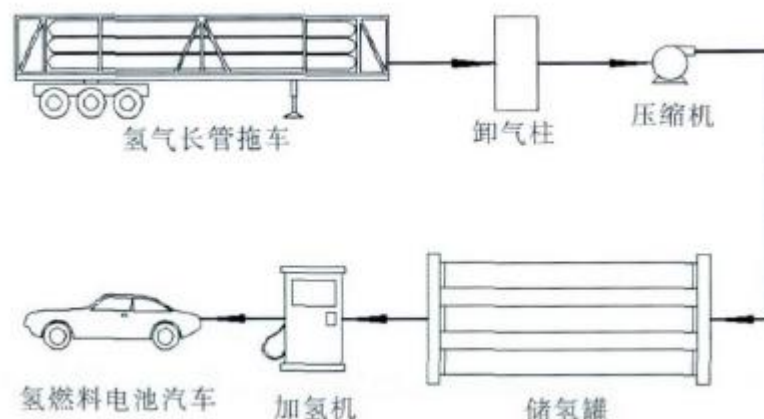
1) 站外制氢加氢站

站外制氢加氢站在加氢站内无氢气生产装置，其氢气是通过氢气长管拖车(运输高压气态氢)、液氢槽车(运输低温液态氢)或者管道输送的方式进行运输，其氢气来源可以是工业副产氢、天然气重整制氢、甲醇重整制氢、电解水制氢等等。氢气运至加氢站后，在站内进行压缩、储存、加注等步骤。氢气集中制取可以降低制氢成本，但是其运输成本在现阶段还很高。

■ 氢气长管拖车供氢加氢站

氢气长管拖车将氢气运输至加氢站后，装有氢气的半挂车与牵引车分离并和卸气柱相连接。随后氢气进入压缩机内被压缩，并先后输送至高压、中压、低压储氢罐(或氢气储气瓶组，本文以储氢罐为例进行说明，下同)中分级储存。需要对汽车进行加注服务时，加氢机可以先后从氢气长管拖车、低压储氢罐、中压储氢罐、高压储氢罐中按顺序取气进行加注。

图 12: 氢气长管拖车供氢加氢站工艺流程



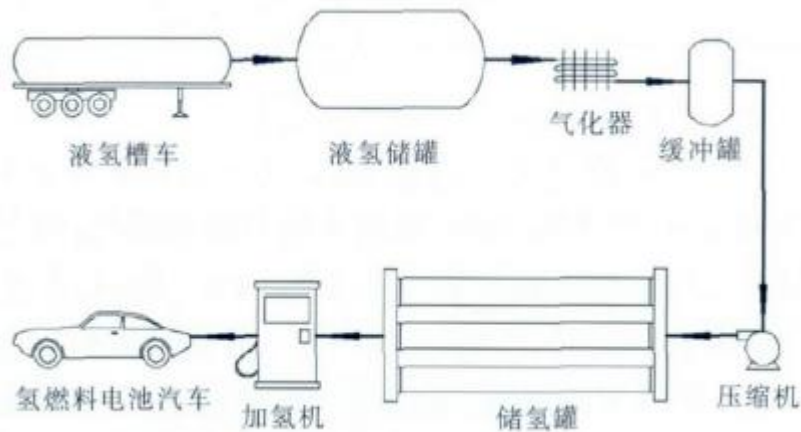
资料来源：加氢站工艺和运行安全（洗静江 林梓荣，赖永鑫 汪双凤，煤气与热力）

本报告由川财证券有限责任公司编制 谨请参阅尾页的重要声明

液氢槽车供氢加氢站

液氢槽车将液氢运输至加氢站，与加氢站连接后进入站内的液氢储罐。液氢储罐中的氢通过气化器进行气化，气化后的氢气进入缓冲罐。随后进入压缩机内被压缩，并先后输送至高压、中压、低压储氢罐中分级储存。需要对汽车进行加注服务时，加氢机可以先后从低压储氢罐、中压储氢罐、高压储氢罐中按顺序取气进行加注。

图 13：液氢槽车供氢加氢站工艺流程

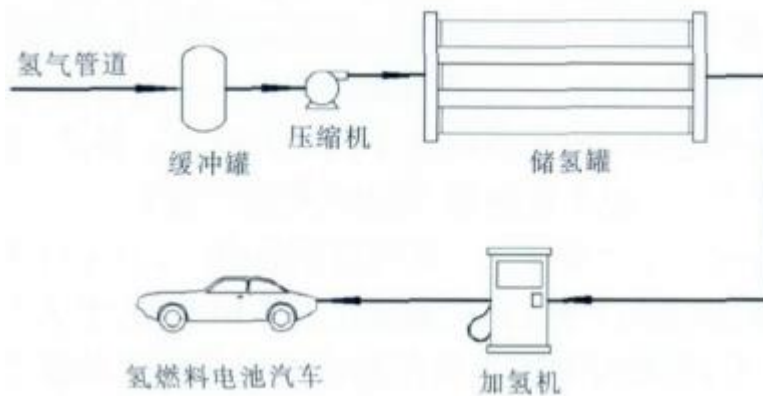


资料来源：加氢站工艺和运行安全（洗静江 林梓荣，赖永鑫 汪双凤，煤气与热力）

目前采用管道输送方式的加氢站较少。该流程是氢气先从氢气管道中进入缓冲罐，随后进入压缩机内被压缩。后，先后输送至高压、中压、低压储氢罐中分级储存。需要对汽车进行加注服务时，加氢机可以先后从低压储氢罐、中压储氢罐、高压储氢罐中按顺序取气进行加注。

管道输送供氢加氢站

图 14：管道输送供氢加氢站工艺流程



资料来源：加氢站工艺和运行安全（洗静江 林梓荣，赖永鑫 汪双凤，煤气与热力）

本报告由川财证券有限责任公司编制 谨请参阅尾页的重要声明

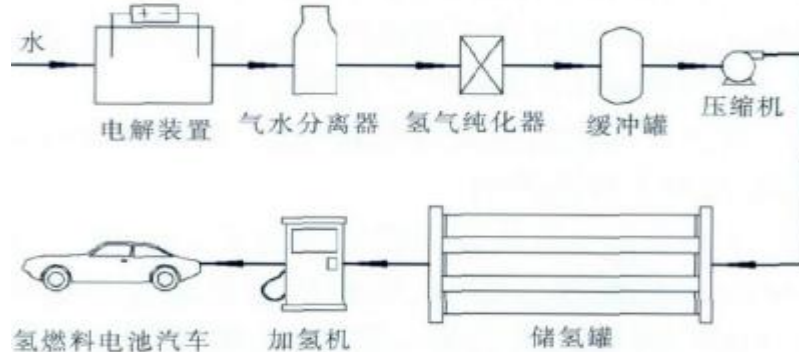
2) 站内制氢加氢站

站内制氢加氢站是在加氢站内自备了制氢系统，可以自主制取氢气，氢气经纯化和压缩后进行储存。目前小型的站内制氢加氢站主要采用站内电解水的方法制氢。另外，还有站内天然气重整制氢、甲醇重整制氢、太阳能或风能制氢等等。站内制氢的方式无须用到运输槽车或氢气长管拖车，虽然可以省去相对较高的氢气运输费用，但是增加了加氢站系统的复杂程度。

■ 站内电解制氢加氢

由于电解技术成熟，适合于小规模制氢，并能在站内实现零排放，因而不少加氢站采用了站内电解制氢的方式。站内电解水制氢加氢站工艺流程。水在电解装置的阴阳两极分别产生氢气和氧气。氢气进入气水分离器进行干燥，干燥后在氢气纯化器中纯化。本流程中纯化的目的是除去氧气及杂质，以达到燃料电池汽车对氢气质量的要求(氢气体积分数 $>99.9999\%$)。纯化后的氢气通过缓冲罐后进入压缩机内被压缩，并先后输送至高压、中压、低压储氢罐中分级储存。需要对汽车进行加注服务时，加氢机可以先后从低压储氢罐、中压储氢罐、高压储氢罐中按顺序取气进行加注。

图 15：站内电解水制氢加氢站工艺流程



资料来源：加氢站工艺和运行安全（洗静江 林梓荣，赖永鑫 汪双凤，煤气与热力）

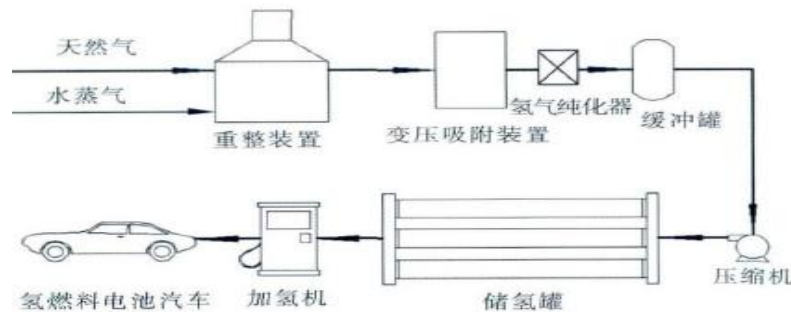
电解制氢最大的缺点是耗电量高，对于一个转化效率为 70% 的电解器来说，电能消耗大约 $47 \text{ kW}\cdot\text{h}/\text{kg}$ 。显然，电解制氢的关键是电从哪里来，如果是来自于燃煤发电厂，则有悖于清洁能源的初衷，因此用于电解制氢的电应来自于可再生能源，如太阳能、风能等。目前世界上已有部分加氢站利用可再生能源电解水制氢，如汉堡利用风能电解水制氢，巴塞罗那在站内用太阳能及电网电能电解水制氢；冰岛则由地热能电解水制氢。

本报告由川财证券有限责任公司编制 谨请参阅尾页的重要声明

■ 站内天然气重整制氢加氢

脱硫后的天然气和水蒸气在高温、催化剂的条件下在重整装置中反应生成氢气、一氧化碳以及二氧化碳等。随后通过变压吸附装置(PSA)将氢气分离出来。分离出来的氢气进一步在氢气纯化器中纯化。本流程中纯化的目的是进一步除去一氧化碳、二氧化碳、甲烷等杂质,以达到燃料电池汽车对氢气质量的要求(氢气体积分数 $>99.9999\%$)。纯化后的氢气通过缓冲罐后进入压缩机内被压缩,并先后输送至高压、中压、低压储氢罐中分级储存。需要对汽车进行加注服务时,加氢机可以先后从低压储氢罐、中压储氢罐、高压储氢罐中按顺序取气进行加注。

图 16: 站内天然气重整制氢加氢站工艺流程

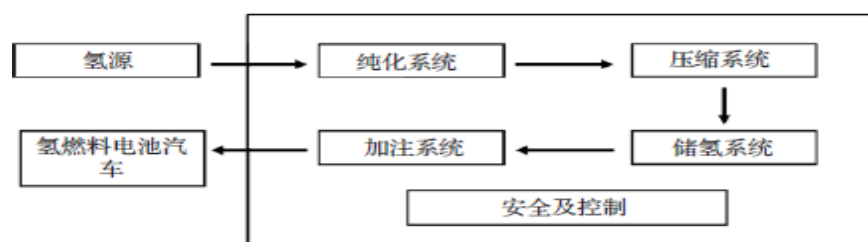


资料来源:加氢站工艺和运行安全(洗静江 林梓荣,赖永鑫 汪双凤,煤气与热力)

高压压缩氢气加氢站的基本工作流程和主要设备

由于储存技术的限制,目前的加氢站主要是高压压缩氢气加氢站,其工艺流程如图所示,主要包括氢源、纯化系统、压缩系统、储氢系统、加注系统、安全及控制系统。通常,氢气加注是通过将不同来源的氢气经氢气纯化系统、压缩系统,然后储存在站内的储存系统(高压储罐),再通过氢气加注系统为燃料电池汽车加注氢气。

图 17: 加氢站工作流程



资料来源:我国加氢站建设现状与前景(张志芸,张国强,刘艳秋,康启平)

本报告由川财证券有限责任公司编制 谨请参阅尾页的重要声明

4.3. 加氢站核心技术国产化，设备市场不容忽视

作为氢能利用的关键环节，加氢站在整个产业链中起着承上启下的作用。上游包括氢气的制取和储运，下游是燃料电池的应用。加氢站的建设成本十分高昂，不计算土地成本国内加氢站的花费在 1200 万~1500 万，且部分核心零部件仍需进口。加氢站三大核心设备为氢气压缩机、高压储氢罐、氢气加注机，加氢站通过外部供氢和站内制氢获得氢气后，经过调压干燥系统处理后转化为压力稳定的干燥气体，随后在氢气压缩机的输送下进入高压储氢罐储存，最后通过氢气加注机为燃料电池汽车进行加注。其中压缩机占总成本较高(约 30%)。目前设备制造的发展方向主要是加速国产化进程，从而降低加氢站的建设成本。伴随三大核心设备技术日渐成熟，叠加政策优势，将促进氢能产业链的发展。

4.4. 相关标的：厚普股份

加氢站和氢气作为燃料电池产业的关键基础设施，具备长期投资价值，我们认为应重视前段加氢、制氢机会，关注加氢站及关键设备，重点推荐加氢设备供应商厚普股份。

厚普股份是立足于清洁能源的高端设备制造及相应的能源工程咨询、设计、施工公司。2014 年涉足氢能加注领域，2018 年 4 月成立四川厚普卓越氢能科技有限公司，专注于氢能产业的业务运营与市场推广，搭建平台建设具有国内标志性的加氢站和全氢能产业链。

公司目前生产的加氢设备分别包括日加氢量 50 公斤、200 公斤、500 公斤、1000 公斤等产品，自主研发的加氢枪进入样机试用阶段，已将流量计、各规格型号的加氢机等部件投入市场，高压氢气质量流量计已经具备量产能力。目前已经具备每年 100 台套的成套设备的生产能和 500 台加氢机的生产能力。

五、燃料电池：储能领域再添新兵

5.1. 国外氢储能规划宏大

目前，发达国家纷纷出台强有力的氢能及燃料电池扶持政策，德国的新型储能技术商业化应用已经开始，一些大的能源电力公司都在积极实施各种项目，以期最终实现利用风能等可再生能源大规模制氢，原定 2020 年开始的氢能与燃

本报告由川财证券有限责任公司编制 谨请参阅尾页的重要声明

料电池计划已经提前提上日程。日本也在加快氢储能的研究开发及示范，政府出台各项政策以期推动日本的供氢产业链，保障氢气的供应，根据资料显示，日本将于 2030 年实现输送氢气至海外的计划，这将使日本形成一整套氢能产业链，开始氢储能系统的商业化运营。而美国能源局现阶段在氢储能方面的主要研究重点走的则是关注低成本的碳纤维、长寿命材料的技术路线，燃料电池市场已日渐壮大并开始产生经济效益。

未来氢能将与风能、太阳能等新能源在共同推动碳减排、助力能源转型中发挥重要作用，成为能源系统中重要的组成部分。

5.2. 我国积极探索风光+氢储能应用方式

近年来，我国加快了氢储能发展进度，各地纷纷出台产业布局计划，将氢能的发展放到了重要位置。

图 18：我国氢储能发展规划

时间	政策名称	涉及氢储能发展的具体内容
2016年4月	《能源技术革命创新行动计划（2016-2030年）》	将可再生能源制氢、氢能与燃料电池技术创新作为重点任务；将氢的制取、储运及加氢站等方面的研发与攻关、燃料电池分布式发电等作为氢能与燃料电池技术创新的战略方向；将大规模制氢技术、分布式制氢技术、氢气储运技术、氢能燃料电池技术等列为创新行动。
2016年12月	《“十三五”战略性新兴产业发展规划》	进一步发展壮大与氢能源相关的新能源汽车、新能源、节能环保等战略性新兴产业。通过产业集聚，以产业链和创新链协同发展途径，培育新业态、新模式，发展特色产业集群，带动区域经济转型，形成创新经济集聚发展新格局。
2018年10月	《清洁能源消纳计划（2018-2020年）》	探索可再生能源富余电力转化为热能、冷能、氢能，实现可再生能源多途径就近高效利用

资料来源：川财证券研究所

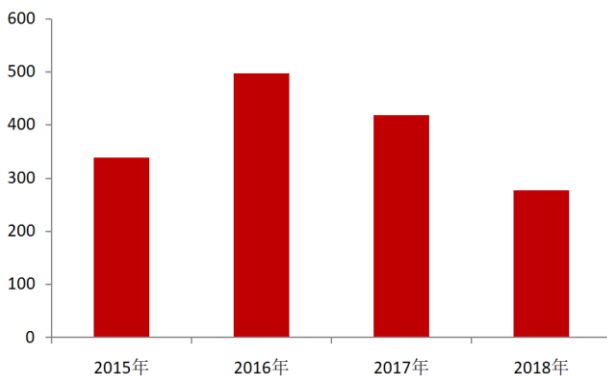
截止 2016 年底，我国已有 3 个风电耦合项目，实现了风电技术与氢储能的结合，分别为：（1）中国节能环保集团公司于 2014 年 4 月启动了国家 863 项目“风电直接制氢及燃料电池发电系统技术与示范”，该项目在中节能风电公司张北分公司建设风电场，制氢功率为 100kW，燃料电池发电为 30kW；（2）中德合作的示范项目，由河北建投新能源有限公司投资，联合德国 McPhy、Encon 等公司，在河北沽源投建 10MW 电解水制氢系统，配合 200MW 风电场制氢，该项目已于 2015 年 4 月开工建设，项目建成后，可形成年制氢 1752 万标准立方米的生产能力，成为我国目前最大的风电制氢示范项目；（3）金风科技在吉林获批的风电装机 100MW，氢储能容量 10MW 的项目。

本报告由川财证券有限责任公司编制 谨请参阅尾页的重要声明

5.3. 氢储能与风光相结合可缓解弃风、弃光问题

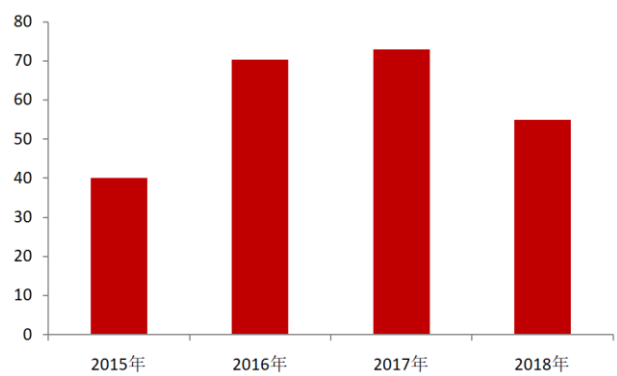
随着可再生能源的快速发展，不断增长的装机规模给消纳带来较大压力。2016年到2018年我国弃风、弃光量整体呈下降趋势，但是弃风电量每年始终保持在200亿千瓦时以上，弃光量每年也高于40亿千瓦时，造成较大的浪费和经济损失。可再生能源与储能的融合可在一定程度上解决弃风电量浪费的问题，提高社会效益。

图 19：近四年全国弃风量（亿千瓦时）



资料来源：国家能源局，川财证券研究所

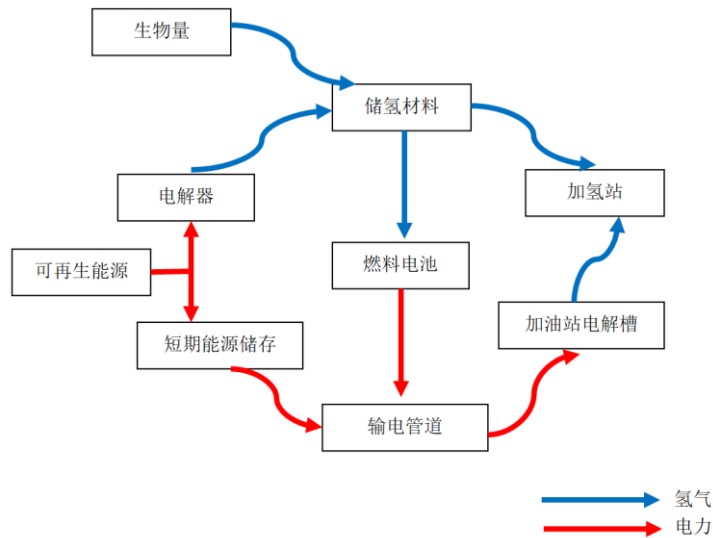
图 20：近四年全国弃光量（亿千瓦时）



资料来源：国家能源局，川财证券研究所

氢储能基本原理就是将水电解得到氢气和氧气，其核心思想是当风电与光伏发电充足但无法上网、需要弃风弃光时，利用其能量将水电解制成氢气和氧气，并将氢气进行存储，当需要电能时，将储存的氢气通过不同方式（内燃机、燃料电池或其他方式）转换为电能输送上网。

图 21：新能源电站储能示意图



资料来源：氢能与燃料电池，川财证券研究所

5.4. 关注氢储能在调峰调频与用户自储能方向的应用

电网企业需实时满足功率平衡，且需要具备以下三个特性：（1）稳定，保持所需的电频；（2）平衡，供应始终能跟得上需求；（3）充足，确保总发电量从不会被需求量超过。氢储能的发展是调整电网的谷峰，净负荷的有效方法。通过产生清洁的二次能量载体可以实现能量存储，当电力需求产生时，燃料电池可以轻易及时地将氢能转换为电力能源。

从国际经验来看，分布式能源发电的最终目标是自给自足，氢储能可帮助离网用户实现自给自足，确保用户的持续供电和电源质量，如果氢气能够投入使用，离网用户的生产和生活将得到极大的保护。

储氢技术被认为是智能电网和可再生能源发电大规模发展的重要支撑。氢能储存技术的发展可以有效地实现大规模的能源网络存储，为构建具有高安全性和低碳能源的全球可靠能源互联网提供强大的技术支持。

六、燃料电池：市场应用

6.1. 国际市场：欧美日韩燃料电池商业化开启，合作研发成为趋势

从全球范围看，日本、韩国、美国、加拿大的燃料电池研发水平处于全球领先。

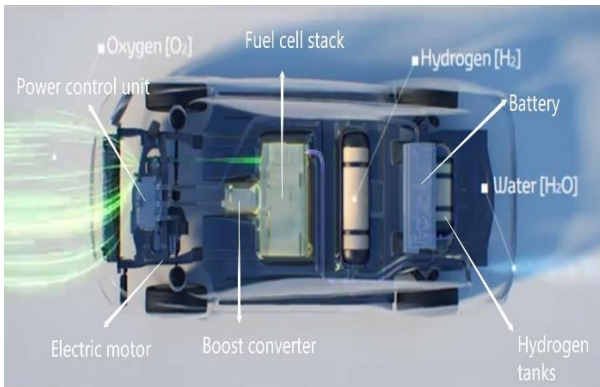
本报告由川财证券有限责任公司编制 谨请参阅尾页的重要声明

日本燃料电池出货量和装机规模占全球 60%以上。从 2009 年开始，日本政府便通过购置补贴、免费加氢、放宽行业标准、制定长期规划等手段，鼓励燃料电池产业的发展。根据日本 2014 年公布的《氢燃料电池战略发展路线图》，在 2025 年前的第一阶段，将快速扩大氢能的使用范围，以促进燃料电池的装置数量在 2020 年和 2030 年分别达到 140 万台和 530 万台，在 2020-2030 年的第二阶段，日本将全面引入氢发电和建立大规模氢能供应系统，将购氢价格降至 30 日元/m³；在 2040 年的第三阶段，将通过收集和储存二氧化碳，全面实现零排放的制氢、运氢、储氢。

目前日本的燃料电池主要应用于家用热电联供和汽车两大领域。日本通过家用燃料电池热电联供 (ENE-FARM) 计划，在 2005-2009 年建设家用燃料电池示范项目 3300 台套，并在 2009 年进行大规模商业化推广。2009 年后，在日本政府补贴政策 and 松下、东芝等厂商大力推广下，家用燃料电池系统顺利开启商业化应用阶段；截至 2017 年，日本共安装使用家用燃料电池系统约 25 万套，规模效应明显，成本迅速降至 120 万-150 万日元/套(约 8 万元/套)，12 年成本下降 80%以上，逐步减少补贴依赖。ENE-FARM 计划 2020 年、2030 年分别实现家用燃料电池累计装机量达 140 万套和 530 万套，对应成本有望进一步下降到 50 万日元/套(约 3 万元/台套)左右。

日本丰田在 2015 年率先推出 Mirai 燃料电池汽车，其能量密度达 350Wh/kg，功率密度达 3.1kW/L，加氢时间仅 3 分钟，容量约 5-6L，对应续航里程达 500-600km。该车不含补贴售价仅约 39 万人民币，含日本政府 30%补贴售价约 27 万人民币，价格已逼近与纯电动汽车售价。2015 年，丰田已交付燃料电池汽车约 500 辆，据丰田预测，到 2025-2030 年，燃料电池汽车销量将达 20 万-80 万辆。根据日本对燃料电池加氢站的规划，将首先在东京、大阪、名古屋、福岡等人口密集的主要地区建立 100 座，并对加氢站建设进行 50%的补贴。到 2021 年 3 月，日本的目标是拥有 160 座加氢站和 40 万辆在日本道路上行驶的燃料电池车。到 2030 年，这些数字将进一步增至 900 座加氢站和 80 万辆燃料电池车、公交车和叉车，预计届时氢的成本将从现在的 100 日元/m³ 降至约 30 日元/m³。为了实现这些目标，日本计划到 2020 年，将加氢站的建设成本从 4~5 亿日元 (380~470 万美元) 降至 2~2.5 亿日元 (190~240 万美元)。

图 22: 丰田 Mirai 内部动力构成



数据来源：丰田官网，川财证券研究所

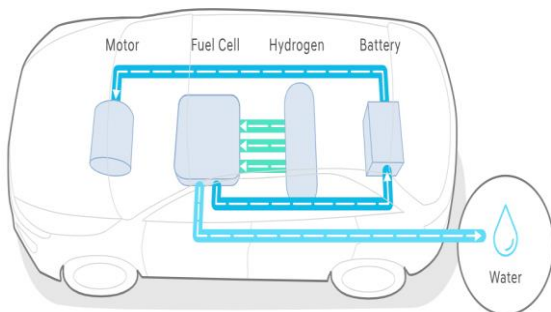
图 23: 丰田 Mirai 燃料动力电池汽车



数据来源：丰田官网，川财证券研究所

韩国现代从 2002 年开始研发燃料电池汽车，2005 年采用巴拉德的电堆组装了 32 辆运动型多功能车 (sports utility vehicle, SUV)，2006 年推出了自主研发的第一代电堆，组装了 30 台 SUV，4 辆大客车，并进行了示范运行；2009~2012 年间，开发了第 2 代电堆，装配 100 台 SUV，开始在国内进行示范和测试，并对电堆性能进行改进；2012 年，推出了第 3 代燃料电池 SUV 和客车，开始全球示范；2013 年，韩国现代宣布将提前 2 年开展千辆级别的燃料电池 SUV (现代 ix35) 生产，在全球率先进入燃料电池千辆级别的小规模生产阶段。该 SUV 采用了 100 kW 燃料电池，24 kW 锂离子电池，100 kW 电机，70 MPa 的氢瓶可以储存 5.6 kg 氢气，新欧洲行驶循环 (New European Drive Cycle, NEDC) 循环工况续航里程 588 km，最高车速 160 km/h。2019 年，被誉为“终极环保车”的氢燃料电池车 NEXO 开始批量生产，充满燃料只需 5 分钟，拥有高效系统、性能提升、持久耐用、安全储氢 4 大核心优势。

图 24: 现代 NEXO 内部动力构成



数据来源：现代官网，川财证券研究所

图 25: 现代 NEXO 燃料动力电池汽车



数据来源：现代官网，川财证券研究所

本报告由川财证券有限责任公司编制 谨请参阅尾页的重要声明

欧美：重视燃料电池汽车，主推“氢经济”

美国政府对燃料电池在内的新能源公司提供资金支持和税收减免，其中，对于燃料电池和任何氢能基础设施建设实施 30%-50% 的税收抵免。2012 年，美国联邦政府向能源部拨款 63 亿美元用于清洁能源的研究开发示范，到 2012 年已进入第三阶段，即按照 3000 美元/kWh 补贴燃料电池系统，只要达到 30% 效率便可享受 30% 的税收抵免。2014 年 7 月，包括加州在内的 8 个州签署了“零排放车辆合作协议”，力争到 2020 年区域内 330 万辆机动车尾气排放目标为 0，零排放机动车占比汽车总销量达 22%。

通用汽车（GM）是全球第一轮“氢经济”浪潮的领头羊，GM 很早就有电动汽车研发经验，全球首辆燃料电池汽车 Chevrolet Electrovan（AFC-EV）就是 GM 在 1966 年首先制造出来的。

欧洲出台政策支持加氢站建设。欧盟 2008 年出台了燃料电池与氢联合行动计划项目（FCH-JU），2008-2013 年共投入 9.4 亿欧元用于燃料电池和氢能的研究和发展；2011 年又启动“H2movesScandinavi”和欧洲城市清洁氢能项目（CHIC），出台 CPT 项目，投入 1.23 亿欧元建设 77 个加氢站，并针对 15 个已有加氢站的国家，实现国与国之间的互通互联。2017 年新增加氢站数量居首，德国成为欧洲燃料电池发展标杆。德国是欧盟中加氢站建设最多的国家，2017 年已建设 56 座以上，其中 45 座为公用加氢站，预计到 2018 年将达 100 座，2020 年将达 400 座，2025 年将 1000 座。此外，英国等国家也将加快加氢站建设。

奔驰公司 2017 年宣布推出首款插电式氢燃料电池混合动力车 GLC F-CELL。该车以氢燃料电池和锂电池共同作为能量来源，是世界上首款利用锂电池作为额外能量来源的燃料电池电动汽车，可使用插电技术方便地进行充电。这一可以量产的车型主要优势在于充电时间短，续航里程长，且氢燃料电池产生的唯一废气就是水蒸气。该车载有 4.4 公斤氢燃料，最大续航里程可达 437 公里。大容量锂电池可额外提供近 50 公里里程所需的能源。147 千瓦的功率可保证驾驶过程中的动力性能。在实际操作中，这款车可开启混动模式、燃料电池模式以及电池模式。

戴姆勒将投资 100 亿欧元用于电动汽车，为整个梅赛德斯-奔驰系列产品提供动力。到 2022 年，奔驰计划推出超过 50 款新能源汽车产品，其中纯电车型将有 10 款左右，其他的多数为插电式混合动力车型，以及搭载 48 伏智能电机的其他车型。到 2022 年，奔驰将实现全面电动化，所有车型都将提供电动版本。戴姆勒已与其合资企业 H2 Mobility 的合作伙伴拟定了一项行动计划。到

本报告由川财证券有限责任公司编制 谨请参阅尾页的重要声明

2019 年底，氢燃料补给站网络预计将从目前的 50 个增加到 100 个左右，目标是建立一个多达 400 个加氢站的网络。

图 26：奔驰 GLC F-CELL 燃料电池汽车



数据来源：奔驰官网，川财证券研究所

欧美在燃料电池的研发和制造具有绝对优势。在奥巴马政府期间，美国能源部宣布从美国振兴计划（American Recovery and Reinvestment Act Funding）中拨款 4190 万美元支持燃料电池特种车的研发和示范，另在 2011 年美国财政预算中安排 5000 万美元用于燃料电池和氢能技术研发。在美国能源部（DOE）、交通部（DOT）和环保局（EPA）等部门的支持下，燃料电池技术近年来取得了很大的进步，并培育了一系列国际知名的燃料电池研发和制造企业。比如普拉格能源公司（Plug Power）：全球燃料电池叉车领导者；巴拉德动力系统公司（Ballard Power Systems）：燃料电池的翘楚；Hydrogenics 公司：电解水制氢和大型燃料电池领域佼佼者。

燃料电池的合作研发成为趋势。当前新能源汽车产业越来越重视跨国开展深度技术和产业合作，成为全球汽车产业科技角逐的焦点和转型升级的标志。龙头车企合作开发燃料电池系统、储氢技术、燃料电池关键组件等，加速推进燃料电池汽车商业化进程。本田与通用早在 2013 年就已经签下了合作协议，如今计划到 2020 年合并氢燃料电池生产。宝马于 2013 年启动了与丰田的合作，希望利用自身技术和资源在丰田的氢燃料电池技术基础上进行调整和提升。

本报告由川财证券有限责任公司编制 谨请参阅尾页的重要声明

6.2. 中国市场：尚处发展初期，政策财政双重支持

中国政府大力支持新能源发展，从政策和财政两方面发力。氢能源燃料汽车已经成为重要发展方向，要系统推进燃料电池汽车发展。国外高度重视发展氢燃料的发展，比如美国氢研发总投入达到 24.5 亿美元，欧盟也明确氢能战略目标。在中国，随着氢燃料电池技术的突破、新能源汽车的快速发展，以及国家对清洁能源的日益重视。我国开始加大对氢燃料电池领域的规划和支持力度，政策出台也越来越集中。近两年，国家相关部委密集出台政策，大力支持燃料电池汽车发展。《国家创新驱动发展战略纲要》、《“十三五”国家科技创新规划》、《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》、《汽车产业中长期发展规划》、《“十三五”交通领域科技创新专项规划》等纷纷将发展氢能和燃料电池技术列为重点任务，将燃料电池汽车列为重点支持领域，并明确提出：2020 年实现 5000 辆级规模在特定地区公共服务用车领域的示范应用，建成 100 座加氢站；2025 年实现五万辆规模的应用，建成 300 座加氢站；2030 年实现百万辆燃料电池汽车的商业化应用，建成 1000 座加氢站，将发展氢燃料电池的发展提升到了战略高度。

表格 7. 中国燃料电池相关政策

年份	政策名称	内容
2001	国家 863 计划“电动汽车”重大科技专项	确定以“三纵三横”为核心的电动汽车专项矩阵式研发体系，其中包含对燃料电池汽车和燃料电池系统的研发
2009	《节能与新能源汽车示范推广财政补助资金管理暂行办法》	“公共服务用乘用车和轻型商用车示范推广补助标准”一表中显示，每辆符合要求的燃料电池汽车可拿到 25 万元补贴，十米以上城市公交客车示范推广补助标准中，燃料电池车型每辆补 60 万元
2011	《关于免征新能源汽车车辆购置税的公告》	工信部、国家税务总局提出对纯电动汽车、燃料电池汽车和插电式混合动力汽车免征车船税。
2012	《节能与新能源汽车产业发展规划（2012-2020 年）》	提出到 2020 年燃料电池汽车、车用氢能源产业要达到与国际同步的水平。
2013	《关于继续开展新能源汽车推广应用工作的通知》	提出对消费者购买新能源汽车给予补贴，明确其中的新能源汽车包括燃料电池车型（燃料电池车型被笼统地分为两类：商用车补贴 50 万元，乘用车补贴 20 万元）。
2014	《关于新能源汽车充电设施建设奖励的通知》	对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，中央财政给予每站 400 万元的奖励。

本报告由川财证券有限责任公司编制 谨请参阅尾页的重要声明

2015	《关于 2016-2020 年新能源汽车推广应用财政支持政策的通知》	将燃料电池汽车排除在 2017-2020 年车型补助标准适当退坡范围之外，即 2016 年-2020 年，燃料电池车型的补贴标准维持（乘用车 20 万元/辆，轻型客货车 30 万元/辆，大中型客车、中重型货车 50 万元/辆）。
2016	《能源技术革命创新行动计划(2016 年-2030 年)》、《节能与新能源汽车技术路线图》	开展氢能与燃料电池技术创新，氢燃料电池汽车产品近期是实现大规模示范应用，远期以全功率燃料电池为特征，实现大规模发展，实现了百万量级的商业化推广，基本上要在 2030 年完全的商业化，五年之内基本上达到商业化水平。
2016	《2017 年新能源汽车推广补贴政策》	动力电池客车补贴缩水，然而氢燃料电池客车补贴标准不变，轻型客车 30 万元/辆，大中型客车 50 万元/辆；在加氢站建设上，对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车加氢站，每站奖励 400 万元。加氢站建设不退坡
2017	“十三五”交通领域科技创新专项规划	提出深入开展燃料电池汽车核心专项技术研发，推进加氢基础设施和示范考核技术发展，制定车用 70MPa 氢瓶四型瓶标准，进行燃料电池及燃料电池发动机创新，建立测试评价平台，提出发展无人燃料电池、氢燃料，提出突破燃料电池汽车重点专项技术。
2017	《乘用车企业平均燃料消耗量与新能源汽车积分并行管理办法》	制定了燃料电池乘用车标准车型积分算法，燃料电池乘用车： $0.16 \times P$ 。
2018	《关于调整完善新能源汽车推广应用财政补贴政策的通知》	制定燃料电池汽车补贴标准，燃料电池乘用车按照搭载燃料电池系统的额定功率补贴 6000 元/kW，燃料电池轻型客车、货车定额补贴上限 30 万元/辆，大中型客车、中重型货车定额补贴上限 50 万元/辆。并制定了燃料电池汽车技术要求。

资料来源：工信部，国家能源局，川财证券研究所

中国燃料电池产业整体起步晚、技术暂时落后。从补贴情况看，中国补贴力度全球领先：乘用车补贴 20 万元/辆；轻型客车、货车 30 万元/辆；大中型客车、中重型货车高达 50 万元/辆。目前国内燃料电池乘用车市场为零，商用车主力为客车生产企业。

跨国车企新能源汽车在华布局。在全球最大的汽车市场——中国，随着国家大力发展新能源汽车政策的出台，跨国车企将新能源汽车的在华布局提上日程，并转变策略以迎合中国汽车市场的需求。

本报告由川财证券有限责任公司编制 谨请参阅尾页的重要声明

表格 8. 跨国车企新能源汽车在华产品战略

系列	车企	核心要点
欧系	大众	2025 年以前，在全球推出多个品牌的 80 种新型电动汽车；到 2025 年，大众计划在华电动出行领域直接投资超过 100 亿欧元，并推出近 40 款新能源车
	奔驰	将投资 100 亿欧元用于电动汽车，到 2022 年，计划推出超过 50 款新能源汽车产品，实现全面电动化；2020 年在北京奔驰投产纯电动车型
	宝马	到 2025 年，在全球市场的新能源车型将扩展至 25 款，新能源车销量预计将占其整体销量的 15%-25%；在华新能源阵容将扩展至 6 个车系
	奥迪	2025 年前在全球推出 25 款新能源车；在中国市场，至 2020 年，一汽-大众奥迪将发布 7 款新能源车型
美系	通用	2023 年之前，将在全球推出至少 20 款零排放车型（含 EV/FCV）；2016-2020 年，在中国市场推出至少 10 款新能源车型；到 2025 年，在华所有车型都将采用不同程度的电气化技术
	福特	2022 年之前投入研发费用 110 亿美元，推出 40 款电动车；针对中国市场研发本土化全新车型，2025 年前在中国推出 15 款电动汽车
日系	丰田	2020-2025 年推出 10 款以上纯电动汽车；2030 年全球销售 550 万辆电动汽车，其中混合动力 450 万辆，纯电动汽车和燃料电池 100 万辆
	本田	2018 年推出首款中国专属电动车，由合资公司和本田技研科技（中国）有限公司共同开发，并以合资公司品牌进行销售
	日产	2018 年和 2019 年，在日产、启辰和东风品牌中将推出六款电动车型；2022 年将推出 20 多款电动车，包括零排放 EV 和 e-POWER 混动车型
韩系	现代	2020 年推出 31 款环保型汽车；2025 年推出 38 款新能源汽车，其中两款是氢能源汽车
	起亚	2025 年推出 16 款新能源车型，其中 10 款为混合动力车型（5 款插电混动、5 款强混动），5 款为纯电动车型，以及 1 款燃料电池车型

资料来源：《汽车纵横》，川财证券研究所

国内车企加速燃料电池汽车战略布局。中国汽车工业协会发布《2018 年汽车工业经济运行情况》显示，2018 年中国燃料电池汽车产销均完成 1527 辆，包括燃料电池货车 109 辆，燃料电池客车 1418 辆。

目前越来越多中国企业正在加入燃料电池行业，截止目前已经 41 家中国整车企业开始研发燃料电池汽车。除了整车企业，汽车零部件企业、产业资本也相继在氢能及燃料电池产业加码投入，据悉氢燃料电池汽车已在上海、郑州、张家口、佛山、云浮、十堰等多地实现商业化运营。仅 2018 年氢燃料电池产

本报告由川财证券有限责任公司编制 谨请参阅尾页的重要声明

业相关投资及规划资金超过 850 亿人民币。部分国内车企将燃料电池汽车纳入发展规划。据相关资料显示，目前国内具备燃料电池汽车生产资质的企业有 13 家：宇通客车、福田汽车、上汽集团、上汽大通、申龙客车、中植汽车、金龙客车、东风、飞驰客车、奥新、南京金龙、青年汽车、蜀都客车。在 2018 年，国内已实现批量商业化运营燃料电池车，但基本都是以氢燃料电池客车、公交车、物流车等商用车为主。

表格 9. 国内车企新能源汽车发展战略

类别	车企	发展规划
乘用车	上汽	上汽集团制定了燃料电池汽车发展五年规划，以新源动力为燃料电池电堆供应商，开始投入大量资金研发燃料电池汽车。目前，累计研发投入已超过 15 亿元，已掌握 200 A 和 200B 燃料电池系统的自主开发与批量生产。未来，上汽集团计划推出第四代燃料电池汽车。预定目标是整车材料成本将由 100 万元降至 50 万元以下，续驶里程超过 400 公里，燃料电池系统寿命达到 5000 小时，并且预期在技术参数上基本接近国际主流技术水平。
	长城	长城汽车计划于 2020 年推出首个氢燃料车的整车平台，推出首支燃料电池车队，2023 年推出成熟的燃料电池乘用车车型，公司所选择的路线是最具成本效应的液氢路线长城汽车将围绕制氢、储氢、加氢站、燃料电池全产业链，聚焦氢能建设，目前完成投资 10 亿元，进行技术开发和团队打造，未来计划至少投入 20 亿元进行相关技术开发，并根据需要再扩大投资。
	北汽新能源	2016 新能源汽车成果展上，北汽集团展示了其燃料电池增程式汽车。据了解，该车是北汽新能源结合清华大学的科研实力，进行燃料电池发动机集成模块开发、电-电混合策略开发、电-电混合管理模块开发，与锂动力电池系统进行匹配，开发而成。
商用车	奇瑞新能源	在国家“十二五”科技创新成就展上，奇瑞新能源展出了一款氢燃料电池增程电动车艾瑞泽 3FCV。据介绍，该车具有完善的热管理系统，将空调系统、电驱动系统和由电池系统的热管理需求结合，利用空凋制冷进行热交换，对电池进行液冷，实现电池单体的均匀冷却与加热，提高电池系统的效率与寿命。
	北汽福田	福田实行全功率型燃料电池汽车、氢电混合式燃料电池汽车两种技术路线，正在规划开发 10.8 米、12 米高速长续驶里程城间车型以及 18 米大容量城市干线公交车型。重点研发面向冬奥环境的高速燃料电池大客车项目，预计 2018 年 12 月完成产品平台集成设计与性能样车开发与优化，2019 年初在冬奥环境下进行道路试验。旗下首款 FCV 量产化车型，预计将于 2020 年前正式上市，定位成为小型车型及紧凑级车型。
	上汽大通	上汽大通氢燃料电池轻型客车 20 台交付上海化学工业区，承担通勤职责，

本报告由川财证券有限责任公司编制 谨请参阅尾页的重要声明

	<p>后续 80 台陆续交付。上汽大通的 FCV80 燃料电池轻客已率先在上海、抚顺、佛山等地实现商业化运营。按照上汽大通规划，预计 2018 年可实现累计交付 400 台。</p>
青年客车	<p>目前，由青年汽车生产的氢燃料客车、氢燃料物流车已经在陕西西安、江苏如皋等市场运营。2018 年下半年，如皋将新增 5 辆青年氢燃料电池大巴投放公交线路，目前车辆正在加紧生产中。计划 2020 年左右量产并小规模推向市场。</p>
佛山飞驰	<p>飞驰加大技术引进和研发，深度研究燃料电池系统成组技术、燃料电池车载控制技术。计划利用 3-5 年的时间，从生产成本、产品品种及产量，满足市场需求。其中，生产成本方面，控制在和同类纯电动车相比不超过 20%；产品品种方面，能够满足客运、公交、物流等运输领域使用需求；产量方面，力争 3 年内实现年产 5000 辆的目标。</p>
宇通客车	<p>宇通 2018 年推出第四代燃料电池产品，首批氢燃料电池公交车已在郑州投入运营，标志着郑州宇通客车自主研发、制造的氢燃料电池公交车全面进入商业示范运行阶段。2016-2018 年，实现关键技术突破，提高产品耐久性和可靠性，降低成本，并尝试百辆级的小规模示范运营。2019-2020 年，待技术成熟后开始千辆级的大规模推广应用。</p>
申龙客车	<p>申龙客车与南宁市政府签署了新能源汽车生产基地项目投资协议，投资 30 亿建设年产 1 万辆新能源客车和 3 万辆新能源物流车的大型新能源汽车生产基地。2018 天津国际客运交通装备与技术展览会上，申龙客车向公众展示了一款全新的氢燃料电池城市客车。</p>
苏州金龙	<p>2016 年 5 月苏州金龙展出造价 300 万元的氢燃料电池公交客车。这辆客车是由苏州金龙联合上海交通大学、神力科技、苏州创元集团等科研和高科技企业共同研制，配备了 75 千瓦燃料电池发动机系统，最高车速达 75 公里，持续行程 320 公里以上，不过真正实现量产还需时日。</p>
五洲龙	<p>五洲龙股份于 2017 年底牵头成立行业内首家氢燃料电池研究院，明确了氢燃料电池的发展战略，未来燃料电池业务将作为五洲龙股份氢能产业发展中的重要组成部分。2018 年，五洲龙股份要实现在深圳市投入 100 辆以上氢燃料电池客车的示范运营。并计划采用水电解制氢和工业氢再利用方案，建造多座日产 200KG 加氢站。</p>
成都客车	<p>2018 年计划在四川省共投入 50 辆氢燃料电池客车进行商业示范运行。</p>
长江汽车	<p>长江氢能汽车研究中心规划到 2021-2022 年，将实现一堆四泵四器全产业链年产万台/套产能建设规模，在燃料电池动力系统耐久性提升技术方面，攻克催化剂性能在线再恢复技术，电堆在线自活化技术开发、电极催化剂活性稳定技术等世界级工程技术难题。</p>

资料来源：《汽车纵横》，川财证券研究所

本报告由川财证券有限责任公司编制 谨请参阅尾页的重要声明

国内燃料乘用车与海外差距大，燃料电池商用车先行推广。燃料电池商用车、商用客车由于政策补贴高、技术要求低，及成本敏感度低等原因，将首先迎来爆发式增长，到 2050 年将占据燃料电池汽车行业一半以上市场份额。

上汽乘用车是较早涉足燃料电池领域的厂家之一。从 2008 年北京奥运会到 2010 年上海世博会，上汽集团与同济大学共同开发了数十辆燃料电池汽车作为大会公用车辆投入使用。上汽第四代荣威 950 插电式燃料电池车是国内唯一一款实现销售、上牌的燃料电池轿车，其具备“动力电池+燃料电池”双动力源，可实现纯电动、混动和制动能量回收等模式，同时具备外界能源慢充功能，实现能源多元化。其续航里程可达 400 公里，并能在 -20℃ 低温下正常启动。

零部件企业则在燃料电池的研发方面开始布局。11 月 13 日，潍柴动力股份有限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。

七、结语：氢能引领能源演变，燃料电池应用持续开启

氢能符合终极能源的愿景。二氧化碳排放、化石能源枯竭、环境污染使得人类寻找一种可持续发展的燃料，而氢能将会是理想的能源形式。现阶段，氢能的制取、储存、运输及应用处于相对初期，各环节在技术和配套上还存在诸多问题：氢气的制备大比例依然依靠化石能源的重整，储运效率低成本高，加氢站数量有限，电堆性能有待改善。然而未来十年将会是氢能大发展的时代，现有矛盾通过政策的引导逐步解决，氢能将在发电、储能和交通领域发挥难以想象的作用。

燃料电池商用化开启。燃料电池具备远超发电机/发动机的能量使用效率，随着关键技术环节的攻克和规模效应的释放，将逐步提升在储能和交通方面的占有率。日本的热电联动已经证明其家庭储能领域的巨大应用潜力，将能量利用率提升至难以置信的 80% 以上，在成本大幅下探的基础上，该储能未来有望进入千家万户；丰田 Mirai 车型的售价已经下探至 30~40 万区间，按照过去成本下降的速度，与燃油车竞争的时代很快来临。另外，潍柴动力与巴拉德的合作细节透露 2021 年之前将完成 2000 组燃料电池的采购，而 2018 年我国燃

本报告由川财证券有限责任公司编制 谨请参阅尾页的重要声明

料电池汽车总销量也才 1600 余辆。我国部分工业省份环保压力巨大，燃料电池重卡车型的推出将极大解决运输造成的污染，需求极为迫切，相信在政策持续发力的基础上，重卡电动化的趋势将不可阻挡。

表格 10. 产业链相关企业

制氢	储运氢	燃料电池	应用	加氢站
煤制氢： 神华集团、九江石化、恒力石化、华能集团、中船重工	储氢罐： 京城股份、氢阳新能源、富瑞特装、葛洲坝、中材科技、神华集团、华昌化工、安泰科技	质子交换膜： 新源动力、神力科技、雄韬股份、东岳集团、同济科技、德威新材、南都电源	乘用车： 上汽集团、长安汽车、奇瑞汽车、福田汽车、东风汽车	加氢系统： 舜华新能源、神木富油能源科技、北京派瑞华氢能源、上海驿蓝能源
水电解： 富瑞特装、雪人股份、华能集团、普顿制氢	储氢材料： 氢阳新能源、富瑞特装、厦门钨业、安泰科技、科恒股份、北方稀土、广晟有色	催化剂： 雄韬股份、安泰科技、贵研铂业、鹏辉能源、喜马拉雅光电	商用车： 宇通客车、中通客车、飞驰汽车、东风汽车、青年客车、福田汽车	
石油天然气制氢： 中石化、中石油、厚普股份、汉能科技、中化集团	其他储氢技术： 厚普股份、大洋电机、三环集团	双极板： 新源动力、爱德曼、安泰科技 电堆： 爱德曼、雄韬股份、上汽集团、亿华通、重塑科技、北京氢镁创能、	电站储能： 南都电源、中国电力设计集团	

资料来源：川财证券研究所

本报告由川财证券有限责任公司编制 谨请参阅尾页的重要声明

风险提示

政策执行不及预期

鼓励和补贴政策是行业的指向标，在发展初期保障企业有一定的市场和资金支撑，入市政策出现变动或是执行力度降温明显，势必影响行业整体发展。

重大安全事故频现

氢气在制备、储运和反应的各环节均有相当危险性，若事故频繁出现，势必成为行业发展的阻力。

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并注册为证券分析师，以勤勉尽责的职业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告。本人薪酬的任何部分过去不曾与、现在不与、未来也不会与本报告中的具体推荐意见或观点直接或间接相关。

行业公司评级

证券投资评级：以研究员预测的报告发布之日起6个月内证券的绝对收益为分类标准。30%以上为买入评级；15%-30%为增持评级；-15%-15%为中性评级；-15%以下为减持评级。

行业投资评级：以研究员预测的报告发布之日起6个月内行业相对市场基准指数的收益为分类标准。30%以上为买入评级；15%-30%为增持评级；-15%-15%为中性评级；-15%以下为减持评级。

重要声明

本报告由川财证券有限责任公司（已具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格）制作。本报告仅供川财证券有限责任公司（以下简称“本公司”）客户使用。本公司不因接收人收到本报告而视其为客户，与本公司无业务关系的阅读者不是本公司客户，本公司不承担适当性职责。本报告在未经本公司公开披露或者同意披露前，系本公司机密材料，如非本公司客户接收到本报告，请及时退回并删除，并予以保密。

本报告基于本公司认为可靠的、已公开的信息编制，但本公司对该等信息的真实性、准确性及完整性不作任何保证。本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告出具日的观点和判断，该等意见、评估及预测无需通知即可随时更改。在不同时期，本公司可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。同时，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。对于本公司其他专业人士（包括但不限于销售人员、交易人员）根据不同假设、研究方法、即时动态信息及市场表现，发表的与本报告不一致的分析评论或交易观点，本公司没有义务向本报告所有接收者进行更新。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，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本公司力求报告内容客观、公正，但本报告所载的观点、结论和建议仅供投资者参考之用，并非作为购买或出售证券或其他投资标的的邀请或保证。该等观点、建议并未考虑到获取本报告人员的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对客户私人投资建议。根据本公司《产品或服务风险等级评估管理办法》，上市公司价值相关研究报告风险等级为中低风险，宏观政策分析报告、行业研究分析报告、其他报告风险等级为低风险。本公司特此提示，投资者应当充分考虑自身特定状况，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素，必要时应就法律、商业、财务、税收等方面咨询专业财务顾问的意见。本公司以往相关研究报告预测与分析的准确，也不预示与担保本报告及本公司今后相关研究报告的表现。对依据或者使用本报告及本公司其他相关研究报告所造成的一切后果，本公司及作者不承担任何法律责任。

本公司及作者在自身所知情的范围内，与本报告所指的证券或投资标的不存在法律禁止的利害关系。投资者应当充分考虑到本公司及作者可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突。在法律许可的情况下，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头寸并进行交易，也可能为之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。本公司的投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

对于本报告可能附带的其它网站地址或超级链接，本公司不对其内容负责，链接内容不构成本报告的任何部分，仅为方便客户查阅所用，浏览这些网站可能产生的费用和风险由使用者自行承担。

本公司关于本报告的提示（包括但不限于本公司工作人员通过电话、短信、邮件、微信、微博、博客、QQ、视频网站、百度官方贴吧、论坛、BBS）仅为研究观点的简要沟通，投资者对本报告的参考使用须以本报告的完整版本为准。

本报告版权仅为本公司所有。未经本公司书面许可，任何机构或个人不得以翻版、复制、发表、引用或再次分发他人等任何形式侵犯本公司版权。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“川财证券研究所”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。如未经川财证券授权，私自转载或者转发本报告，所引起的一切后果及法律责任由私自转载或转发者承担。本公司保留追究相关责任的权利。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。

本提示在任何情况下均不能取代您的投资判断，不会降低相关产品或服务的固有风险，既不构成本公司及相关从业人员对您投资本金不受损失的任何保证，也不构成本公司及从业人员对您投资收益的任何保证，与金融产品或服务相关的投资风险、履约责任以及费用等将由您自行承担。

本公司具有中国证监会核准的“证券投资咨询”业务资格，经营许可证编号为：00000000857

本报告由川财证券有限责任公司编制 谨请参阅本页的重要声明 C0004