

能源行业专题之一：

“氢”风徐来 ——深入剖析氢能行业

2020年8月

8月6日，尹弘省长调研投资集团时提出，要加强氢能行业研究，“把行业研究清楚，把握好自己的优势、行业风险点、工艺路线”等；同时近期我省也发布了《河南省氢燃料电池产业发展行动方案》，将重点支持氢能产业发展。

集团研究院结合前期研究基础，密集进行了专家访谈、企业调研等，对氢能行业深入梳理研究，主要观点摘录如下：

1、氢气具有能量密度高、来源广泛、清洁低碳等特点，被称为“终极能源”；氢燃料电池是氢能利用的高效途径，其核心部件是膜电极(MEA)，膜电极的核心部件是质子交换膜。

2、氢燃料电池是一种发电装置，是化学反应，不涉及燃烧，不受“卡诺循环效应”限制，理论效率可达90%以上。

3、氢燃料电池分为碱性、质子交换膜、磷酸、熔融碳酸盐和固体氧化物等几种类型。其中质子交换膜燃料电池最适宜用于交通领域，固体氧化物可用于大型发电领域。

4、氢能产业链主要分为制氢、储&运氢、加氢站、氢燃料电池、氢燃料电池汽车等环节。

(1) 常见制氢方式有工业副产氢、电解水、化工原料制氢等。目前全球有7000万吨/年制氢能力，我国有2500万吨/年，约96%来自副产及化工原料，不到4%来自电解水。

工业副产氢等制取的氢气，仍存在污染，称为“灰氢”，化工原料制氢后采取污染防治措施制取的氢气称为“蓝氢”，利用可再生能源等无污染方式制取的氢气称为“绿氢”。

(2) 储氢分为高压储氢、液态储氢和固体储氢，高压储氢是目前常用方式，**液态储氢和固态储氢是未来发展方向。**

(3) 目前全球共有加氢站 432 座，其中日本 114 座，排名第一；国内 70 座，我省 5 座，郑州 4 座，新乡 1 座。建设一座 1000 公斤级的加氢站需要 1500 万元，造价高的主要原因是储氢罐、氢气压缩机、加注机等主要设备仍需进口。

(4) 从购置成本看，氢燃料电池汽车 $\approx 2X$ 锂电车汽车 $\approx 3X$ 传统汽车；从使用成本来看，**目前氢气售价约为 60-70 元/Kg，需要降至 40 元/Kg 才具备竞争优势：**小型汽车行驶每 100 公里消耗 1Kg 氢气或 6-7L 汽油，汽油成本为 42-49 元，即氢气成本降至 40 元/Kg 以下，较汽油有成本优势。

5、海外，氢能产业已开始转向低成本的商业化阶段；**我国，还处于验证阶段，各项核心技术仍有差距。**

6、《河南省氢燃料电池产业发展行动方案》提出，支持郑州、新乡等重点企业和研发机构加快氢燃料电池电堆核心技术的研发应用；加快开封、洛阳、新乡、焦作、平顶山、鹤壁、安阳、驻马店、濮阳等地氢制备产业布局。

7、**行业风险。**一是制氢、储运、加氢基础设施建设滞后；二是关键技术和产业化能力仍有差距；三是技术标准和检测体系滞后。

目 录

一、氢能源&氢气简介	4
1、氢气的主要特点	4
2、氢气的主要用途	5
二、氢燃料电池是什么?	7
1、氢燃料电池的种类	7
2、氢燃料电池系统的构成	9
3、工作原理	11
4、燃料电池的发展历程	12
三、氢能产业链及主流技术方向	13
1、制氢	13
2、储&运氢	18
3、加氢站	21
四、氢燃料电池核心零部件	26
1、氢燃料电池电堆	26
2、供氧系统（空气供应系统）	29
3、供氢系统（氢气供应系统）	30
五、氢燃料电池汽车	31
1、能量效率：锂电池汽车>氢能源汽车>传统汽车	32
2、续航里程：氢能源汽车不存在里程焦虑	33
3、购置成本和使用成本高	33
4、应用领域：重载领域更具优势	35
六、全球及我国氢能产业发展情况	35
1、海外，已开始转向低成本的商业化阶段	35
2、国内，还处于验证阶段	38
七、氢能产业市场展望及政策支持情况	39
1、我国氢能产业发展展望	40
2、对比纯电动，燃料电池汽车爆发在即	42
3、国家层面政策及各省市政策不断加持	43
4、河南省发布《河南省氢燃料电池产业发展行动方案》	43
八、行业机遇与挑战	45
1、行业机遇	45
2、面临的挑战	46

一、氢能源&氢气简介

氢(H)在元素周期表中排名第一位,是地球重要的组成元素,也是宇宙中最常见的元素。主要以化合物的方式存在,通常的单质形态是氢气(H₂)。

氢能是指氢在物理和化学变化中释放能量,可用于储能、发电、各种交通工具燃料等。

氢能是二次能源,需要依赖一定的方法制取,是公认的清洁能源,被称为“终极能源”;常温常压下为气态,在超低温-252°C高压下为液态,在-259°C时呈雪状固态。在自然界中存在有三种同位素,分别是H1(氕 pi ē)、H2(氘 d ā o,重氢)、H3(氚 ch u ā n,超重氢)。

1、氢气的主要特点

来源广泛:氢元素构成了宇宙质量的75%,主要以化合物的形态贮存于水中,不仅可以通过煤炭、石油、天然气等化石能源重整、生物质裂解等途径制取,还可以来自焦化、氯碱、钢铁等工业副产氢,还可以通过电解水方式取得。(制氢方式下文做详细介绍)

清洁低碳:不论是氢发生燃烧还是通过燃料电池的电化学反应,产物只有水(燃烧时会有少量的氯化氢),不会产生诸如一氧化碳、二氧化碳、碳氢化合物等对环境有害的污染物质,同时产生水后

还可以循环利用。

热值高：除核燃料外，氢气的发热值是所有化石燃料、化工燃料和生物燃料中最高的，为 142,351KJ/Kg，是焦炭、汽油等化石燃料热值的 3-4 倍，通过燃料电池可实现综合转化效率 90%以上。

重量最轻：标准状态下，密度为 0.0899g/l，是密度最小的气体，极难溶于水；在发生泄漏时会以很快的速度逃逸，不会轻易产生聚集。

应用场景丰富。氢气可广泛应用于能源、交通、工业等领域。

图表 1：氢气与汽油蒸汽、天然气的性质比较

技术指标	氢气	汽油蒸汽	天然气
爆炸极限 (%)	4.1-75	1.4-7.6	5.3-15
燃烧点能量 (MJ)	0.02	0.2	0.29
扩散系数 (m ² /s)	6.11*10 ⁻⁵	0.55*10 ⁻⁵	1.61*10 ⁻⁵
能量密度 (MJ/Kg)	143	44	12

资料来源：中国氢能联盟，河南投资集团国资研究院整理

2、氢气的主要用途

氢气既是化工原料也是能源载体，目前主要有炼油、合成氨、合成甲醇、生产钢铁和其他用途（如交通等），不同应用场合对氢气纯度、杂质含量要求有显著差异。

(1) 炼油：占比约 40%。在炼油过程中加入氢气有助于提高轻油收率，对燃料脱硫有重要作用。

(2) 合成氨：占比约 30%。合成氨指由氮和氢

在高温高压和催化剂存在下直接合成的氨，氨是化肥工业和基本有机化工的主要原料。

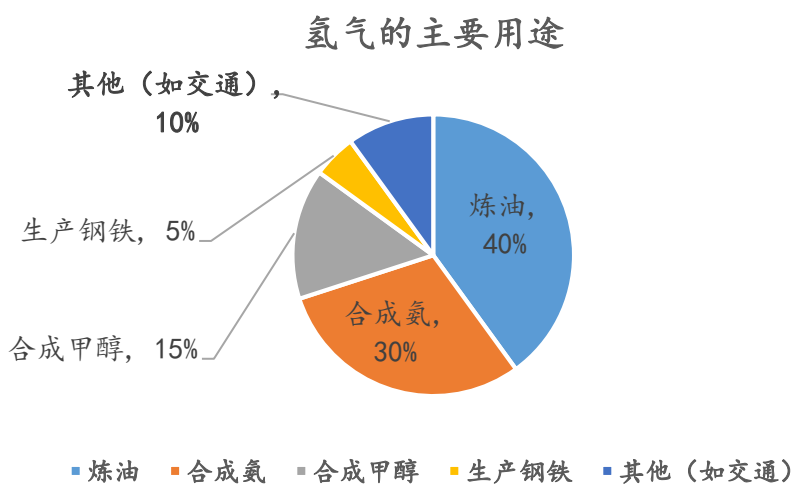
(3) **合成甲醇**：占比约 15%。合成甲醇是指一氧化碳 (CO) 和氢气 (H₂) 在一定条件下生成甲醇的过程，氢气作为原料气使用。

(4) **生产钢铁**：占比约 5%。炼铁是将金属铁从铁矿石中还原出来，需要用到焦炭、CO、H₂ 等还原剂。氢气在冷轧过程中也同时作为保护气体存在。

(5) **其他用途**：占比不到 10%。包括冶金、航天、电子、玻璃、精细化工、能源等。

氢气作为一种清洁的新能源载体可用于燃料电池，未来市场前景广阔。本文主要对氢气的能源用途（氢燃料电池）做阐述。

图表 2：氢气的主要用途



资料来源：Wind, 河南投资集团国资研究院整理

二、燃料电池是什么？

燃料电池是氢能高效利用的重要途径。和锂电池等储能装置不同，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，是一种发电装置（化学反应，不涉及燃烧），本身并不能用来储存能量。

1、燃料电池的种类

根据电解质的不同，燃料电池主要分为碱性、质子交换膜、磷酸、熔融碳酸盐和固体氧化物等几种类型。

(1) **碱性燃料电池(AFC)**。一般用 6-8 mol/L 的 KOH 溶液作为电解质，燃料使用氢气和氧气。这种燃料电池大多用在军事领域和空间任务，发展速度最快，包括航天飞机提供动力和饮用水；

该种电池的优点是可以在宽温度（80-230℃）和宽压力 $[(2.2-45) \times 10^5 \text{Pa}]$ 范围内运行，启动很快，性能比较可靠，可以用非贵金属作为催化剂，因此是所有燃料电池中成本最低的燃料电池；**缺点**是其电力密度却比质子交换膜燃料电池的密度低十几倍，电解液易被 CO_2 毒化。

(2) **质子交换膜燃料电池(PEMFC)**。通常采用多氟磺酸膜作为电解质，以高纯氢气作为燃料，技术已经十分成熟，已广泛作为交通动力和小型电源装置来应用；

该种电池的优点是能效高、功率密度大，可在室温下启动，体积较其他燃料电池小，运行安静、污染排放低等；缺点是质子膜比较“娇贵”，容易受到外界环境影响而受损，同时也较容易引起催化剂中毒。

(3) 磷酸燃料电池 (PAFC)。大多以质量分数为 98wt% 左右的浓 H_3PO_4 溶液为电解质，以氢气和氧气作为燃料，作为中小型电源应用进入了商业化阶段，是目前比较成熟的燃料电池，是民用燃料电池的首选；

该种电池的优点是构造简单，稳定，电解质挥发度低，同时在较高的工作温度下工作，对杂质的耐受性较强；缺点是造价比较昂贵，启动时间久，体积较大，不适合做移动电源。

(4) 熔融碳酸盐型燃料电池 (MCFC)。大多将 Li_2CO_3 和 K_2CO_3 按一定比例混合后作为电解质，以氢气或水煤气作为燃料，也已完成工业试验阶段；

该种电池的優點是可以使用非贵金属作为催化器，高温运行产生高品质热源可以热电联供，缺点是会产生 CO_2 ，需要再循环，且电解质有腐蚀性。

(5) 固态氧化物燃料电池 (SOFC)。采用 YSZ (Y_2O_3 掺杂稳定的 ZrO_2) 等作为氧离子导体，以氢气或者煤气作为燃料，作为发电领域最有应用前景的燃料电池，是未来大规模清洁发电站的优选对象；

该种电池的优点是该品质热源可以热电联供，有较高的功率密度，可作为较大功率的发电设备，缺点是启动时间长，且为保护电池组件，升温不能太快，电极材料中含有贵金属、稀土元素等，原料成本高，且目前来看运行寿命仍需考证。

总结来讲，由于功率高、体积小、启动温度低、启动时间短等特点，质子交换膜燃料电池是最适用于交通领域的燃料电池，目前市面上提到的大多是这种类型。固态氧化物燃料电池是未来大型发电站的首选装置。

图表 3：氢燃料电池的分类

类型	碱性燃料电池	磷酸盐型燃料电池	碳酸盐燃料电池	固态氧化物燃料电池	质子交换膜燃料电池
燃料	氢气	氢气	氢气、煤气	氢气、煤气	氢气、甲醇
电解质	氢氧化钾	磷酸型基质	碳酸型基质	氧化锆等	聚合物膜
催化剂	无	铂	无	无	铂
工作温度	90-100℃	200℃	700℃	1000℃	80-100℃
发电能力	10Kw-100Kw	1Kw-100Kw	100Kw-400Kw	300Kw-3Mw	1Kw-2Mw
主要用途	太空、军事	分布式发电	分布式发电	分布式发电	车用电源

资料来源：公开资料，河南投资集团国资研究院整理

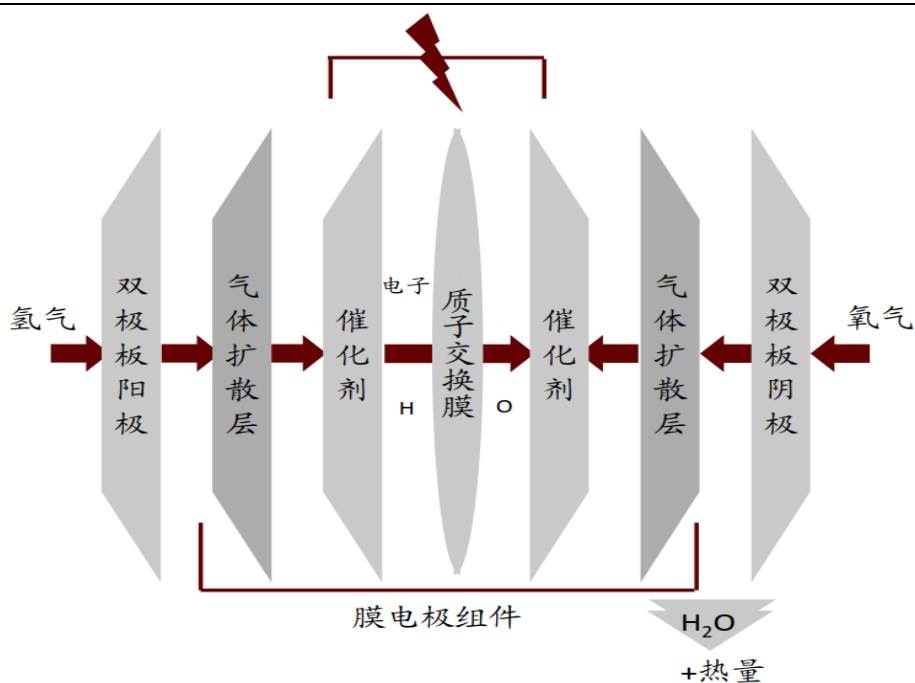
2、氢燃料电池系统的构成

本文以质子交换膜燃料电池为例，氢燃料电池系统由电堆和辅助系统构成。

(1) 电堆：包括为双极板、催化剂层、气体扩散层、质子交换膜构成，其中催化剂、质子膜材

料、扩散层共同组成膜电极组件(MEA), MEA 是燃料电池的核心;

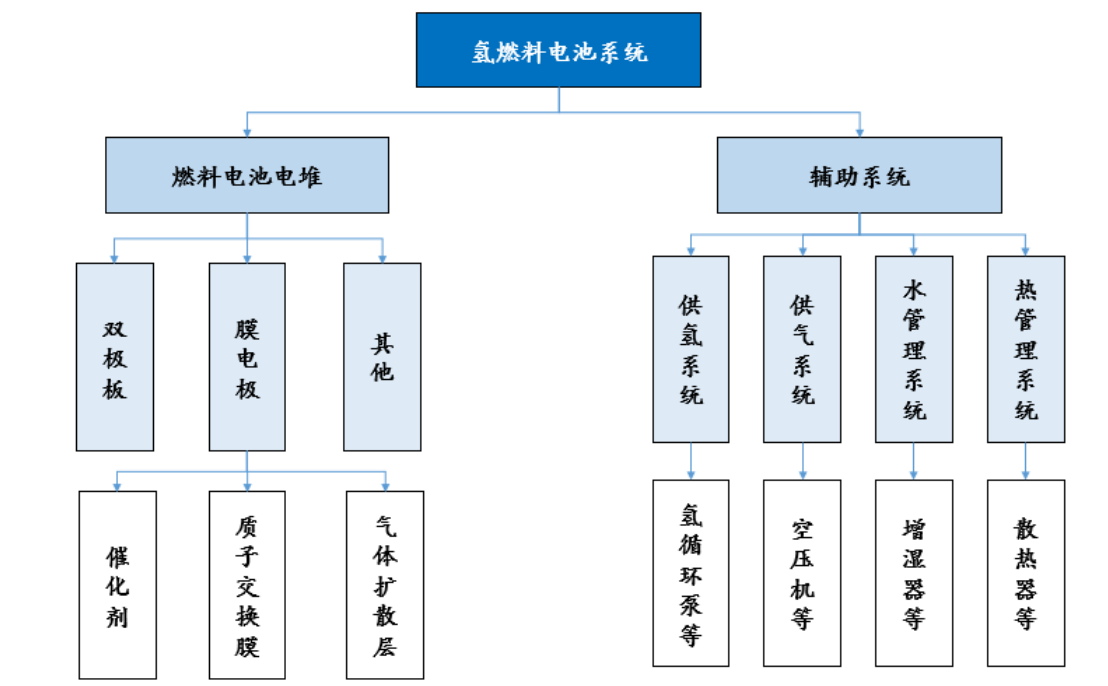
图表 4: 电堆的主要构成



资料来源: 国金证券, 河南投资集团国资研究院整理

(2) 辅助系统: 主要包括供氢系统、供气系统、水管理系统、热管理系统等。

图表 5: 氢燃料电池系统的主要构成



资料来源：河南投资集团国资研究院整理

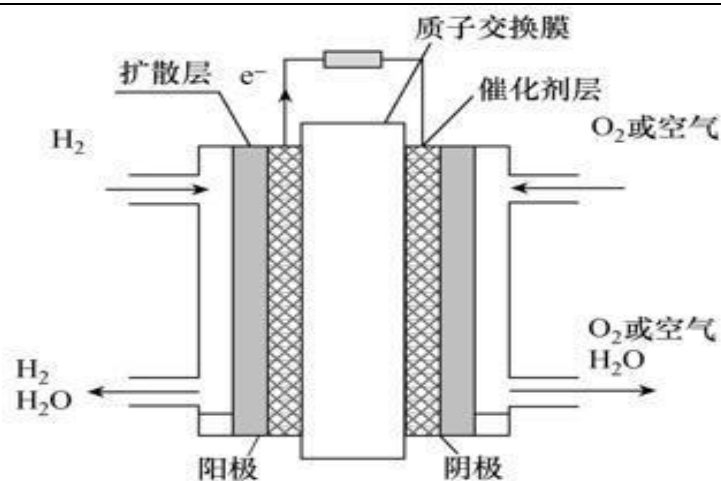
3、工作原理

燃料电池的原理就是氢气和氧气结合生成水的同时，将化学能转化为电能和热能。该过程不涉及燃烧，因此也不受“卡诺循环效应”的限制，理论效率可达 90% 以上，具有很高的经济性。

反应原理相当于水电解的“逆反应”，氢气进入到燃料电池的的阳极，氧气进入到燃料电池的阴极，两极都含有加速电极电化学反应的催化剂，在催化剂的作用下生成水，质子交换膜作为传递 H^+ 的介质，只允许 H^+ 通过，电子由于无法通过质子交换膜，只能通过外电路通过，从而产生电流。燃料电池工作时产生的是直流电源，阳极即电源负极，阴

极即电源正极。

图表 6：氢燃料电池（PEMFC）工作原理



资料来源：国金证券，河南投资集团国资研究院整理

4、燃料电池的发展历程

1839 年，欧洲科学家 William. R. Grove 发明了世界上第一个氢氧气体电池。

1909 年，诺贝尔奖获得者 W. F. Ostwald 提出了完整的燃料电池的工作原理。

20 世纪 60 年代，燃料电池作为辅助电源首次应用于航天飞船。

1967 年，第一辆燃料电池车在美国诞生。

21 世纪以来，美国、日本、韩国等国家作为全球燃料电池倡导者和领跑者，高度重视燃料电池技术的开发，燃料电池在发电和供热站、便携式移动电源、汽车、航天、潜艇等领域得到广泛应用。

目前，燃料电池的电堆能量密度、寿命、冷启

动等关键技术与成本瓶颈已经在逐步取得突破，国际先进水平的电堆功率已经达到 3.5Kw/L 左右，乘用车使用寿命普遍超过 5000 小时，商用车达到了 20000 小时；车载燃料电池系统的成本相比 21 世纪初下降了 90%以上，初步实现了商业化应用。

三、氢能产业链及主流技术方向

氢能产业链主要分为 5 个部分，制氢、储&运氢、加氢站、氢燃料电池、氢燃料电池汽车。一般以氢燃料电池作为中游，上游为制氢、储&运氢、加氢站，下游为氢燃料电池汽车等应用领域。

1、制氢

目前制备氢气的主要方式有三种，第一种是工业副产氢提纯，如氯碱工业副产氢提纯等；第二种是化石燃料制氢，如焦炉煤气、天然气裂解制氢等；第三种是电解水制氢，主要分为碱水电解、固体氧化物电解和 PEM 纯水电解水技术；第四种是比较新颖的制氢方式，生物质制氢和光解制氢，还处在实验验证阶段。

目前全球工业制氢能力约为 7000 万吨/年，我国约有 2500 万吨/年的制氢能力，约 96%都以工业副产和化石燃料为主，仅有 4%不到来自电解水及其他方式制氢。

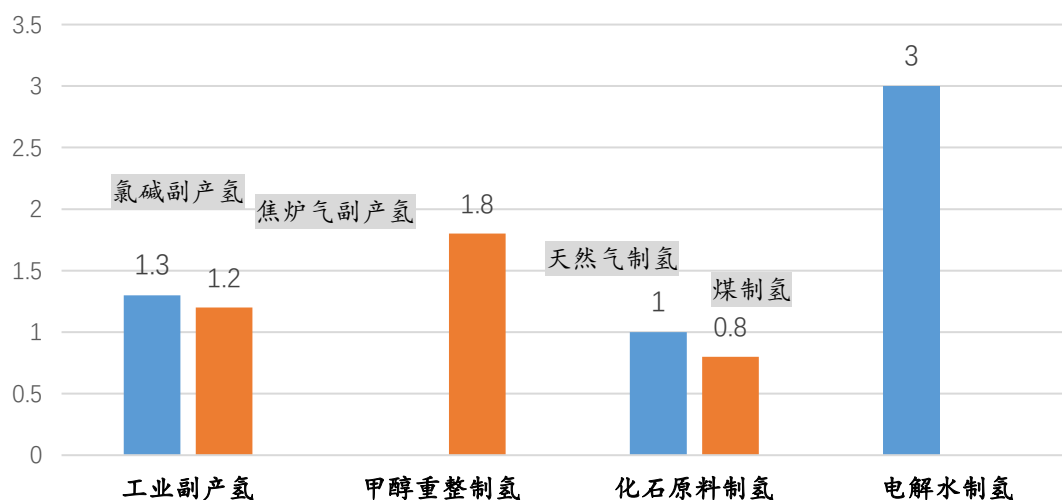
一般来讲，行业内称工业副产氢，由于仍存在

污染，利用这种方式制取的氢气称为“灰氢”；利用化石燃料制氢并采取相关措施的方式制取的氢气称为“蓝氢”；利用可再生资源，如太阳能、水电、风电等方式制取的氢气称为“绿氢”。

目前来看，较为经济的供氢方式使工业副产氢提纯，电解水制氢成本依旧较高，生物质和光化学制氢仍处于小规模实验室阶段。

举例，目前氢气的售价约为 60-70 元/Kg，需要降至 40 元/Kg 才具备竞争优势：小型乘用车行驶每 100 公里消耗 1Kg 氢气或 6-7L 汽油。汽油价格为 7 元/L 左右，因此 100 公里的汽油成本为 42-49 元，即只要氢气成本降至 40 元/Kg 以下，氢气能源较之传统汽油就有成本优势。

图表 7：制氢方式成本对比（元/Nm³，1Nm³≈0.0899Kg）



资料来源：公开资料，河南投资集团国资研究院整理

(1) 氯碱工业副产氢，目前是综合成本下最

优质的氢气来源。

低成本氢源是决定燃料电池车经济性的关键，从出厂成本来看，焦炉气、氯碱等可以经过脱硫、变压吸附和深冷分离等精制工序后作为可供燃料电池使用的氢气，成本远低于化工燃料制氢、甲醇重整制氢和水电解制氢等方式。

考虑到副产氢的产量，国内焦化行业产能巨大，副产氢充足，但是焦化产能主要集中于中西部地区，而主要负荷中心位于长三角，同时分离精制成本加高，因此在综合储氢和运输成本后，氯碱副产氢是最好的选择。

(2) 天然气裂解制氢，主要用于燃料电池所用的氢气制取方式。

燃料电池所用氢气一般不使用煤制氢的技术路线，主要是天然气裂解制氢路线。主要是因为煤制氢存在投资成本高，污染严重和碳排放大的问题，同时煤制氢氢含硫量高，易导致燃料电池的铂催化剂中毒，损坏燃料电池电堆。

天然气制氢技术主要包括水蒸气重整、部分氢化、自热重整、绝热法催化裂解等。目前工业用氢中大部分是通过化石燃料的二次处理得到的，可通过蒸汽重整和自然重整等处理烃类或醇类，其中蒸汽重整应用最为广泛。重整产品中除氢气外还包括CO、CO₂等杂质气体，必须通过净化工艺除去杂质

气体，才能得到符合燃料电池使用标准的氢气。

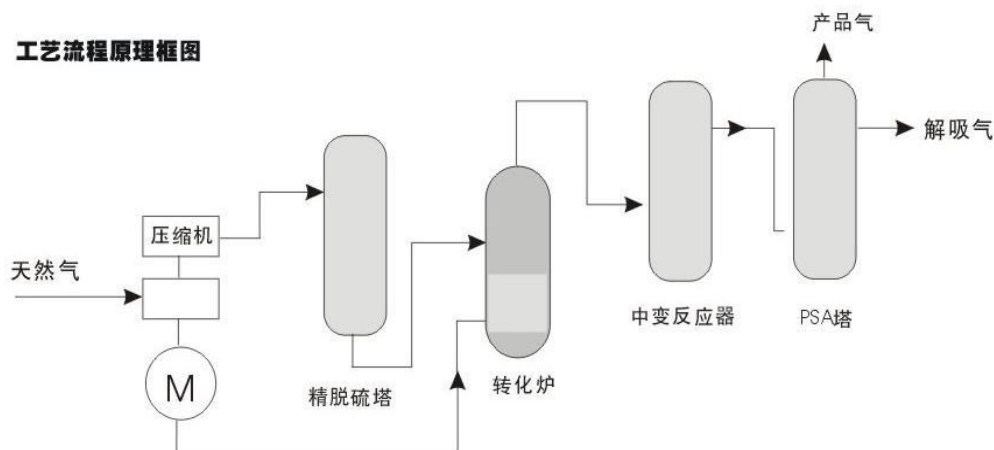
在一定压力和高温及催化剂作用下，天然气中的烷烃和水蒸气发生化学反应。转化气经过沸锅换热、进入变换炉使得 CO 变成 H₂ 和 CO₂，经过换热、冷凝、汽水分理，通过程序控制气体依序经过特定的吸附塔，由变压吸附（PSA）升压吸附 N₂、CO、CH₄、CO₂，提取产品氢气。

图表 8：天然气裂解制氢反应原理及流程工艺

反应原理



工艺流程原理框图



资料来源：国金证券，河南投资集团国资研究院整理

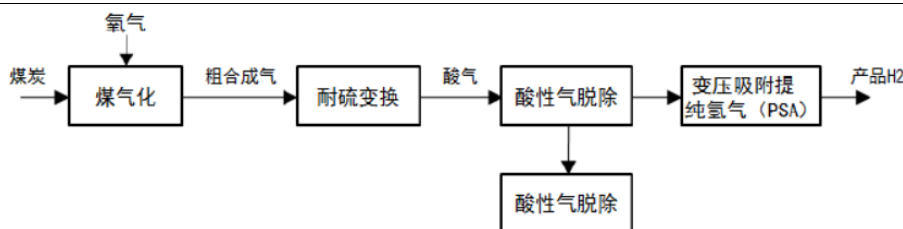
(3) 煤制氢，目前比较主流的制取工业氢的方式。

受限于国内多煤少气的资源结构，煤制氢是目前制取工业氢的主流方式。

煤制氢以煤和氧气为主要原料，通过气化反应制取粗合成气，通过变化工艺把粗合成气中的 CO

转化为 H_2 ，变换器再将酸性气体脱除工艺脱除 CO_2 、 H_2S 和 COS 等，净化器送至 PSA 进行提纯，生产出氢气产品，而 H_2S 和 COS 进入硫回收装置制硫磺或硫酸。

图表 9：煤制氢反应原理及流程工艺



资料来源：公开资料，河南投资集团国资研究院整理

(4) 水电解制氢，综合成本较高，利用可再生能源是一种高环保的制氢方式。

利用弃光、弃电等再生能源制氢，可实现零排放。我国可再生能源丰富，每年弃水、弃光、弃风的电量都可以用于电解水制氢。2017 年我国弃风、弃光、弃水量分别达到约 420 亿 Kwh，70 亿 Kwh、500 亿 Kwh，其中弃风、弃光率分别达到 12%、6%。2018 年 12 月国家发改委与国家能源局联合印发《清洁能源消纳行动计划（2018-2020 年）》，文件指出将确保弃风率和弃光率均控制在低于 5% 的水平，并探索可再生能源富余电力转化为热能、冷能、氢能，实现可再生能源多用途就近高效利用。

电解水获得的氢气纯度高，可以直接用于燃料电池汽车，但是受制于成本限制，在国内难以大

规模运用。电解水大规模制氢首先需要突破成本困局，主要有两种途径，第一，降低电解过程中的能耗，第二充分利用可再生能源，使用弃风弃水弃光所产生的电能进行电解水。

技术状态，电解水制氢的优势在于技术成熟、适用场合广泛、制氢效率高，在当前制氢技术比较发达的日本，主要采用的制氢方法就是电解水制氢，占到制氢产能的 65%。目前电解水制氢一般以强碱、强酸或含氧盐溶液作为电解液，在商用电解槽中，能耗水平约为 4.5-5.5Kwh/Nm³H₂，能效在 72%-82% 之间。折算下来电解制氢成本在 30-40 元/Kg，用电解法生产气态氢的成本比汽油高 65%，生产液态氢则比汽油高 260% 以上。

2、储&运氢

储氢的几种主要方式包括高压气态储氢、液态储氢和固态储氢三种方式，其中固态储氢又分为金属氢化物储氢、活性炭储氢等。

(1) 高压气态储氢

氢气通常经加压至一定压力后（通常为 30Mpa 左右），然后利用集装格、长管拖车和管道等工具输送，长管拖车是综合成本和安全性最优运氢选择，拖车运输技术成熟，规范完善，因此国外较多加氢站都采用长管拖车运输氢气，上海较大规模商品氢运输即采用长管拖车运输。

氢气也可通过管道输送至加氢站。美国、加拿大及欧洲多个工业地区都有氢气管道，但是管道的投资成本很高，比天然气管道的成本高 50%-80%。目前氢气管道主要用于输送化工厂的氢气。

主要厂家：沈阳斯林达、北京科泰克、伯肯氢能等。

(2) 液态储氢

液氢的体积密度是气氢运输压力下的 5-7 倍。将氢气深冷液化后，再利用槽罐车或者管道运输可大大提高运输效率，槽罐车的容量大约为 65m^3 ，每次可净运输约 4000Kg 氢气。国外加氢站采用槽车液氢运输的方式要略多于气态氢气的运输方式。液氢还可以利用铁路和轮船进行长距离或跨洲际输送，深冷铁路槽车长距离运输液氢是一种既能满足较大输氢量又是比较快速、经济的运氢方法，储存液氢的容量可达到 200m^3 。目前仅有非常少量的氢气用铁路运输。

主要厂家：中科富海、盈德气体、林德气体、法液空等。

(3) 固态储氢

主要是氢化物储氢和吸附储氢。这两种方式都是通过利用氢气与储氢材料之间的物理或者化学变化来转化为固溶体或者氢化物的方式进行储存。储氢材料的主要优点在于储氢体积密度大(质量密

度小), 操作简单、运输方便、成本低、安全等。但目前储氢材料路线仍存在着一些技术问题亟待解决, 主要是氢气释放温度等。

氢化物储氢:根据构成二元合金的原子比不同, 目前已开发的储氢合金主要包括 AB_5 型、 AB_2 型、 AB 型和 A_2B 型等四大类。目前储氢合金的研究热点方向主要致力于储存容量高、综合性能好、轻质储氢合金的开发和性能研究等。

吸附型储氢:物理吸附主要是靠材料和氢分子之间的范德华力实现可逆储氢的, 氢分子不发生解离, 属于弱的分子间相互作用力。目前适用于低温物理吸附的材料, 主要分为碳基有机非金属材料(如活性炭、碳纳米管、石墨等)和金属有机框架材料(MOFs)两类。研究的方向集中在吸附材料的制备和表面改性, 以期通过调制内部结构和表面改性实现较温和的条件下提高储氢容量。

主要厂家: 镁源动力, 上海同济大学。

图表 10: 不同储氢方式对比

方法	储氢效率	体积能量密度 (Kg/L)	主要特点
高压储氢	10%	0.015	技术成熟、简单易行
液化储氢	20%	0.04	技术成熟, 但能耗高
金属氢化物	3%	0.028	价格昂贵, 适合小型系统
活性炭储氢	9.8%	N/A	经济, 储氢量高
碳纳米管储氢	8%	N/A	研发阶段, 成本高

资料来源: 公开资料, 河南投资集团国资研究院整理

3、加氢站

(1) 建设现状

加氢站是支撑燃料电池汽车产业发展不可少的基石，若没有完善的基础设施布局，则很难支撑起燃料电池车应用规模的扩大，因此加氢站的建设是产业发展的关键因素。随着国内政策的不断加持，加氢站的建设速度和数量都在提升。截止 2019 年年底，全球共有加氢站 432 座，其中日本 114 座，排名第一；国内 70 座，我省 5 座，郑州 4 座，新乡 1 座。

图表 11：国内部分在运营的加氢站

城市	名称	建设方	运营方	加氢能力
上海	上海神力加氢站	上海神力	上海神力	400 Kg/d
	上海安亭加氢站	上海舜华	上海舜华	400 Kg/d
	上海电驱加氢站	氢枫能源	上海电驱	400 Kg/d
北京	北京永丰	北京清能	亿华通	100 Kg/d
郑州	郑州宇通	宇通	宇通	210 Kg/d
如皋	如皋加氢站	氢枫能源	南通百应	2000 Kg/d
成都	邯郸加氢站	四川天然气	四川天然气	400 Kg/d
中山	古镇加氢站	氢枫能源	国能联盛	1000 Kg/d
	沙朗加氢站	氢枫能源	大洋电机	1000Kg/d
佛山	丹灶瑞辉	瑞辉能源	瑞辉能源	500 Kg/d
	三水	国鸿氢能	国鸿氢能	100 Kg/d
	思劳	氢枫能源	氢枫能源	400 Kg/d
	禅城区	佛汽集团	佛汽集团	1000 Kg/d
常熟	丰田加氢站	氢枫能源	东风特气	500 Kg/d
大连	同济新源	氢枫能源	新源动力	400 Kg/d
张家港	氢枫能源	同济大学	氢枫能源	1000 Kg/d
张家口	临时加氢站	亿华通	亿华通	400 Kg/d
深圳	大运加氢站	上海舜华	上海舜华	500 Kg/d

资料来源：公开资料，河南投资集团国资研究院整理

(2) 主流建设模式

现有加氢站技术来源于天然气加氢站，有两种建设方式：

站内制氢供氢加氢站技术，来源于天然气管网标准加气站远离，即加氢站内有制氢设备（电解水制氢、天然气重整制氢），产生氢气和加气站设备组合；

外供氢加氢站技术，来源于天然气母站和子站远离，即从外面工厂（相当于母站提供气源）经加氢站（子站）二次加压完成对外加气。中国加氢站以外供氢路线为主。

图表 12：加氢站不同模式下的氢气运输路径

站内制氢加氢站工艺流程：



外供加氢站工艺流程：



资料来源：公开资料，河南投资集团国资研究院整理

从目前来看，国内化工副产氢的利用是燃料电池行业供氢的较优选择，国内氯碱制氢和乙烷裂解制氢可以提供充足的低成本氢气来源，且集中在负荷中心密集的华东地区，在对生产装置进行简单改

造后可以解决燃料电池行业的供氢和副产氢高效利用问题，而天然气制氢受到资源紧张的影响，难以持续，焦炉气制氢远离氢能负荷中心区域，难以大规模推广。电解水制氢虽然可以实现分散方式供氢，但是其经济性取决于电力成本的降低，国内风电和光伏的弃电的利用水平是实现电解水制氢经济性的关键。

(3) 加氢站设备

氢气压缩机、高压储氢罐、氢气加注机是加氢站三大核心设备，目前核心技术设备以进口为主。

氢气压缩机，隔膜压缩机是最佳选择。将氢源加压注入储气系统的核心装置，输出压力和气体封闭性能是其最重要的性能指标。全球范围内来看，各种类型的压缩机都有使用。隔膜式压缩机输出压力极限可超过 100MPa 密封性能非常好，因此是加氢站氢气压缩系统的最佳选择。但隔膜式氢气压缩机需采用极薄的金属液压驱动膜片将压缩气体与液油完全分离，液油压缩结构和冷却系统也较为复杂，技术难度远高于常规压缩机。目前我国加氢站所采用的的氢气压缩机仍需外购。

图表 13：隔膜压缩机



资料来源：公开资料，河南投资集团国资研究院整理

高压储氢罐，储气压力是其主要技术指标。氢气与传统工业气瓶的钢质内胆易发生氢脆反应，诱发容器壁裂纹生长，所以目前加氢站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是储氢罐制造的主要技术壁垒。从成本角度讲，大型储氢瓶的前期投资成本高，但后期维护费用低，且安全性和可靠性高。

图表 14：高压储氢罐



资料来源：公开资料，河南投资集团国资研究院整理

氢气加注机，加注压力是其主要参数。氢气加注机的加注压力高于 20MPa 标准的天然气加注设备，但其主要结构和工作原理与天然气加注机并无较大区别，相较于氢气压缩机和高压储氢罐而言技术难度较小，未来的发展方向在于加注系统智能化和安全性的提高。上海安亭加氢站设置 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 3-5 分钟，加注一辆公交车需要 10-15 分钟。

图表 15：氢气加注机



资料来源：公开资料，河南投资集团国资研究院整理

四、氢燃料电池核心零部件

如上文所述，氢燃料电池系统主要由氢燃料电池电堆和供氢、供氧系统构成。

1、氢燃料电池电堆

氢燃料电池电堆由质子交换膜、气体扩散层、催化层、双极板构成，其中质子交换膜、气体扩散层、催化层统称为膜电极（MEA），是决定电堆系统性能的核心部件。

（1）膜电极

成本占电堆成本的 50%以上，占系统成本的 35%以上，国内膜电极具备产业化能力，但性能较国外仍有较大差距。

膜电极的主流技术路线发展方向是有序化膜电极。膜电极技术经历了几代革新，大体上可以分为热压法、CCM法和有序化膜电极三种类型。膜电极的材料、结构及操作条件等决定着其电化学性能。膜电极结构的有序化使得电子、质子气体传质高效

通畅,对提高发电性能和降低催化剂的载量提供了新的解决方案。

主流厂家:加拿大巴拉德、武汉理工等。

(2) 质子交换膜

全氟磺酸膜是主流,复合膜、高温膜、碱性膜是未来发展方向。质子交换膜是作为 PEM 燃料电池的核心组件,主要功能是充当质子通道实现质子快速传导,同时还起阻隔阳极燃料和阴极氧化物的作用,防止燃料(氢气、甲醇等)和氧化物(氧气)在两个电极间发生互串,此外还需要对催化剂层起到支撑作用。质子交换膜性能好坏决定着 PEM 燃料电池的性能和使用寿命。

主流厂家:美国杜邦, 3M, 东岳新材等。

(3) 气体扩散层

气体扩散层主要作用是参与反应的气体和生成的水提供传输通道,并支撑催化剂。因此,扩散层基底材料的性能将直接影响燃料电池的电池性能。

技术路线有两种:湿法和干法。湿法造纸技术制备的扩散层用炭纸具有良好且均匀的大量孔隙,可控制孔隙率的大小,有利于加工成满足实际需求的炭纸。

主流厂家:日本东丽、德国 SGL、加拿大巴拉德、台湾碳能。

(4) 催化剂层

催化剂作用于氢气，使电子离开氢原子。目前燃料电池中常用的商用催化剂是 Pt/C，未来发展方向朝着低铂或无铂的方向发展。

(5) 双极板

双极板，又叫流场板，是电堆中的“骨架”，起到支撑、收集电流、为冷却液提供通道、分隔氧化剂和还原剂等作用。

技术路线有三种，根据基材不同，分为石墨双极板、金属双极板和复合材料双极板。目前广泛采用石墨板，金属和复合材料性质双极板也在逐步出现，主流方向还是朝着高功率、高强度、高耐用性的方向发展。

石墨双极板，在燃料电池的环境中具有非常好的化学稳定性，同时具有很高的导电率，是目前质子交换膜燃料电池研究和应用中最为广泛的材料。

金属双极板，相比石墨材料具有更好的导电和热传导性能，同时金属材料良好的机加工性能会大大降低双极板的加工难度，目前涂层耐腐蚀技术是发展的主要瓶颈，且受限于量产少的原因，目前成本较高（根本上来讲，金属板的成本要低于石墨板30%）。

复合双极板，近年来也开始有应用，如石墨/树

脂复合材料、碳/碳复合材料等。

主流厂家：美国 **POCO**、上海骥翀等。

图表 16：几种双极板对比

类型	优点	缺点	代表厂家
石墨双极板	导电性，导热性，耐腐蚀，重量轻，技术成熟	体积大、强度差	加拿大巴拉德
金属双极板	强度高，导电性。导热性，成本低	质量大，耐腐蚀差	上海骥翀、丰田
复合材料双极板	兼具耐腐蚀性和高强度	质量大，成本高	华南理工大学

资料来源：公开资料，河南投资集团国资研究院整理

2、供氧系统（空气供应系统）

主要作用是将常压的空气压缩到燃料电池期望的压力，并根据电力需求提供相应的空气流量。空压机的种类很多，按工作原理可分为 3 大类：容积型（活塞式、螺杆式、涡旋式）、速度型（离心式、鼓风机）、热力型压缩机（喷射器）等。目前，车用燃料电池使用的空压机主要是容积型空压机和速度型空压机。

螺杆式空压机：优点是压力/流量可以灵活调整、启停方便、安装简单；但其缺点是噪声大、体积大、质量重和价格高。目前美国 GM、Plug Power、加拿大 Ballard 等公司都采用了螺杆压缩机压缩机供气系统。

涡旋式空压机：在宽的工况下都能达到较高的

效率，但与离心式相比尺寸和重量较大。日本丰田（TOYOTA）、美国 UTC 等公司的燃料电池系统也都采用了涡旋机械作为其供气系统的核心部件。

离心式空压机：价格相对便宜，质量和体积功率密度高，是目前燃料电池用空压机的开发方向。但是离心式空压在偏离设计工况情况下性能下降严重。

主要厂家：瑞典 SRM、美国 UTC、日本丰田、雪人股份、伯肯氢能等。

3、供氢系统（氢气供应系统）

主要包括储氢瓶、加湿器、氢气循环泵等部门，作用是给燃料电池提供压力合适、湿度合适的氢气。

（1）储氢瓶

主要分为 I 型、II 型、III 型、IV 型、V 型瓶，其中 I 型瓶属于纯钢制金属瓶；II 型瓶属于钢制内胆、纤维缠绕；III 型瓶是目前目前市场主流，铝制内胆、纤维缠绕；IV 型瓶是指塑料内胆、纤维缠绕，是目前正在大力开发并有少量应用的瓶型；V 型瓶无内胆、纤维缠绕，是未来发展方向。

（2）加湿器：主要作用是给氢气调整至合适的湿度。

（3）氢气循环泵

对于氢气循环泵而言，要做到密封设计好（氢气容易泄露）、耐水性强（经过电堆反应后剩余的

氢气带有少量水蒸气)、流量大(适应大功率电堆)、压力输出稳定(低压转高压)、无油(保证氢气纯度)等,技术难度相较于传统气体循环泵要高很多。

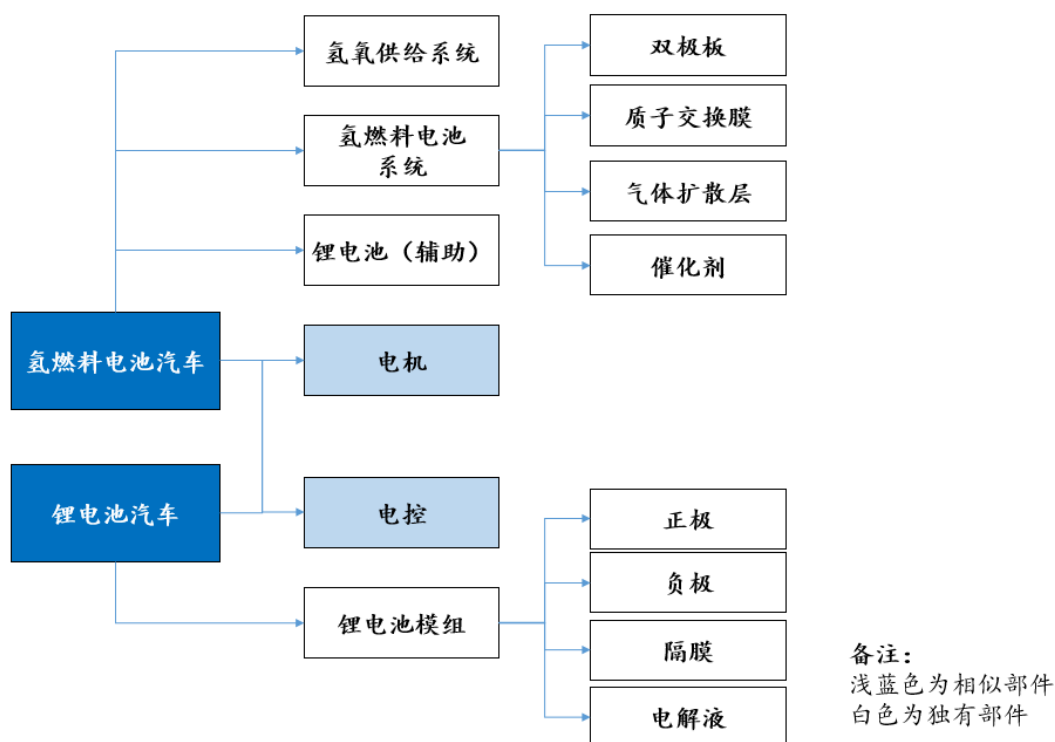
主流技术方向目前呈现出“爪式应用为主,多种技术路线并存”的局面。国内电堆正朝大功率方向发展,但目前适配 60Kw 及以上电堆的大流量氢气循环泵都不成熟,体积更小、功耗更低、效率更高是未来的主要方向。

主要厂家:德国普旭占据了 90%以上的份额,国内企业有雪人股份、汉钟精机、南方德尔、伯肯氢能、北京兰天达等。

五、氢燃料电池汽车

氢能源汽车与锂电池汽车都属于新能源汽车,二者最大的区别是驱动系统。燃料电池汽车主要是靠燃料电池电堆发电驱动,锂电池汽车主要是靠锂离子电池储存的电驱动。从驱动系统看,氢燃料电池汽车的驱动系统主要包括储氢装置、电堆、燃料处理器、压缩机、电池控制器等,锂电池汽车的驱动系统主要包括电池组、电池控制器等,二者的其他组成部件非常相似。

图表 17: 氢燃料电池汽车 VS 锂电池汽车



资料来源：河南投资集团国资研究院整理

1、能量效率：锂电池汽车 > 氢能源汽车 > 传统汽车

从能源效率上来看，氢燃料电池汽车的能源利用效率略低于锂电池汽车，但远好于传统燃油车。对比而言，当前技术水平下传统燃油汽车的能源利用效率可以达到约 37%，锂电池汽车的综合效率可以达到 41.4%(燃煤发电)或 57.0%(天然气发电)，氢燃料电池汽车的综合效率可以达到月 45.7%。考虑到燃油发动机和各类发电技术已经趋于成熟，而制氢技术仍在持续进步，氢燃料电池汽车的能源利用效率仍有望进一步提升。

2、续航里程：氢能源汽车不存在里程焦虑

在燃料电池系统中，氢燃料电池的能量密度可达 500Wh/Kg，远高于锂电池的 300Wh/Kg 的水平，因此氢燃料电池汽车的续航里程可以达到 600Km 以上，单次加氢的时间成本和当前燃油汽车加油的时间基本一致，使用者无需考虑类似锂电池汽车需要长时间加电的情况。

3、购置成本和使用成本高

从购置成本看，目前氢能源汽车 $\approx 2X$ 锂电池汽车 $\approx 3X$ 传统汽车，成本高的主要原因是目前氢燃料电池电堆的成本过高，未来量产后可大幅降低成本。从产业链看，氢燃料电池动力系统在整车成本中的占比约为 50%-60%，主要部件包括氢燃料电池电堆、高压储氢罐、电机、动力控制装置等。其中，最核心的部件是氢燃料电池电堆，在氢燃料电池系统中的占比约为 60%；膜电极在电堆中的成本占比约为 60%。

图表 18：重卡购置成本对比（单位：元）

项目	柴油重卡	纯电动重卡	燃料电池重卡
柴油发动机	120000		
废热回收系统	45000		
传动装置	52200		
燃料储存设备	2178		216000
动力电池系统		480000	60000
电机电控		30000	30000

燃料电池系统			1800000
电池（非主要动力）	1308		
车身	300000	300000	300000
总制造成本	520686	810000	2406000
商业溢价倍数	1.2	1.2	1.2
总购车成本	624823	972000	2887200

资料来源：河南投资集团国资研究院整理

此外，由于购置成本高且氢气价格高，以氢燃料电池重卡为例，在全生命周期（100万公里）氢燃料电池车的使用成本约为5.1元/公里，而锂电池重卡的使用成本为2.1元/公里，传统柴油重卡的使用成本为1.9元/公里。

图表 19：重卡使用成本对比

燃料成本估算			
燃料价格(元/L、KWH、KG)	5	0.6	45
单位距离燃料消耗(L/公里)	0.3	1.6	0.05
设计里程(公里)	1000000	1000000	1000000
总燃料成本(元)	1500000	960000	2250000
使用成本估算			
平均购车成本(元/公里)	0.6	1.0	2.9
占总成本比例	29%	50%	56%
平均燃料成本(元/公里)	1.5	1.0	2.3
占总成本比例	71%	50%	44%
平均总成本(元/公里)	2.1	1.9	5.1

资料来源：河南投资集团国资研究院整理

4、应用领域：重载领域更具优势

氢燃料电池在重型交通领域更具优势。根据Cano, Zachary&Banham的研究，随着车重和续航的提升，燃料电池汽车的成本将逐步接近甚至低于纯电动汽车。轻型客运方面，续航里程在600公里以内，纯电动汽车的成本要明显低于氢燃料电池汽车，但在600公里以上，电动汽车的成本大幅上升，超过燃料电池汽车成本。重型货运方面，续航里程400公里以上，燃料电池汽车成本将显著低于纯电动汽车成本。因此，相对锂电池，氢燃料电池在重型交通领域，具有更强的技术适应性。

六、全球及我国氢能产业发展情况

1、海外，已开始转向低成本的商业化阶段

日韩、北美、欧洲等燃料电池相关技术发展迅速，完成基本性能的开发，部分核心技术问题得到解决。各国车商已经开始生产燃料电池汽车：丰田Mirai、本田Clarity等。各国政府加快加氢站建设，燃料电池车市场逐步开启。

(1) 国际氢能委员会

2017年，国际氢能源委员会发布全球首份《氢能源未来发展趋势调研报告》指出，氢能源是能源结构转型的重要方式，到2050年，氢能源需求将是目前的10倍，氢能源将占整个能源消耗量的大

约 20%。预计到 2030 年，全球燃料电池乘用车将达到 1000 万辆至 1500 万辆，能够催生相当于 2.5 万亿美元的商业价值。

(2) 日本，氢能作为国家能源战略

日本高度重视氢能产业的发展，提出“成为全球第一个实现氢能社会的国家”。政府先后发布了《日本复兴战略》《能源战略计划》《氢能源基本战略》《氢能及燃料电池战略路线图》，规划了实现氢能社会战略的技术路线。氢能甚至已经成为日本的基本战略，到 2050 年，日本希望将氢气作为可再生能源后的另一种新能源。

在过去的 30 年里，日本政府先后投入数千亿日元用于氢能及燃料电池技术的研究和推广，并对加氢基础设施建设和终端应用进行补贴。日本氢能和燃料电池技术拥有专利数全球第一，已实现燃料电池车和家用热电联供系统的大规模商业化推广。

2014 年量产的丰田 Mirai 燃料电池车电堆最大输出功率达到 114Kw，能在零下 30°C 的低温地带启动行驶，一次加注氢气最快只需 3 分钟，续航超过 500 千米，用户体验与传统汽车无异。

(3) 美国，氢能经济蓝图

美国是最早将氢能及燃料电池作为能源战略的国家。早在 1970 年便提出“氢概念，并出台《1990 年氢研究、开发及示范法案》，布什政府提

出氢经济发展蓝图，奥巴马政府发布《全面能源战略》，特朗普政府将氢能和燃料电池作为美国优先能源。

2018年，美国宣布10月8日为美国国家氢能与燃料电池纪念日，美国政府对氢能和燃料电池给予了持续支持，近十年的支持规模超过16亿美元，并积极为氢能基础设施的建立和氢燃料的使用制定相关财政支持标准和减免法规。同年，美国通过两党预算法案，对固定式燃料电池发电和交通应用燃料电池继续进行税收抵免。

（4）欧洲，欧盟25国促成氢能联盟

欧盟将氢能作为能源安全和能源转型的重要保障，在《欧洲氢能研发与示范战略》《2020气候和能源一揽子计划低碳经济战略》等文件，在能源转型层面发布了《可指令和规范》等文件。

德国在氢能和燃料电池技术上处于领先地位。德国长期致力于推广可再生能源发电制氢技术（Power to Gas），通过氢气连接天然气管网，并利用现有成熟的天然气基础设施作为巨大的储能设备。液体有机体储氢技术（LOHC）已成功应用于市场，可以实现氢气在传统燃料基础设施中运输，该项技术获得2018年度德国总统科技创新奖。德国运营着世界第二大加氢网络，仅次于日本。全球首列氢燃料电池列车已在德国投入商业运营。

2、国内，还处于验证阶段

我国在《“十三五”战略性新兴产业发展规划》等多项规划中明确提出将“氢能与燃料电池”作为战略任务重点发展。目前我国氢燃料电池汽车产业仍然处于初级阶段，以政府支持力度较强、氢源富集、氢燃料电池产业集聚以及基础设施较为完善的区域推广较快，主要集中在北京、上海、张家口、佛山、苏州等城市，导致集中度较高。

(1) 从技术层面看

中国燃料电池技术还处于试验验证阶段，核心的零部件与原材料多为进口，国产化水平较低。

图表 20：国内外燃料电池核心技术现状

国外情况	燃料电池系统	国内情况
功率密度大，寿命长	燃料电池电堆	功率密度低，寿命短
规模化生产	膜电极	小规模生产
产业化能力	气体扩散层	科研院所试制阶段
全氟磺酸膜已商业化	质子交换膜	测试成功，没有量产
Pt/C 催化剂已商业化	催化剂	Pt/C 催化剂小规模生产
金属双极板已商业化	双极板	墨双极板实现国产化
专用密封胶已商业化	密封件	无相关研究

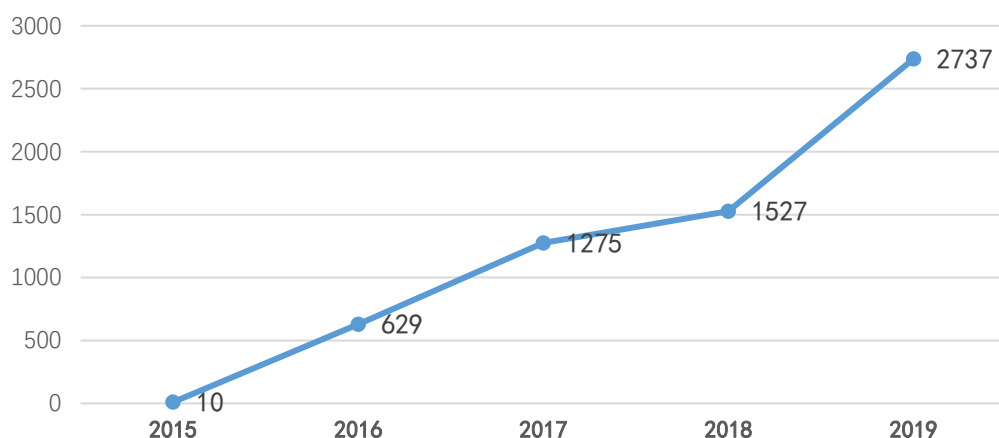
资料来源：河南投资集团国资研究院整理

(2) 从市场情况看

总体而言，燃料电池汽车产销仍处于起步阶段。

根据中汽协数据，2019 年，全国共销售氢燃料电池汽车 2737 辆。从 2015 年度产销 10 辆发展至现阶段，燃料电池汽车仍然处于产业化的初期，购置成本较高、氢能基础设施缺乏以及氢气使用成本较高等问题仍然存在。

图表 21：2015 年以来国内氢能源汽车销售情况（单位：辆）



资料来源：中汽协，河南投资集团国资研究院整理

(3) 从产业特点看

近年来，我国氢能及燃料电池产业化逐步呈现以下三个显著特点：

一是能源与制造大型骨干企业加速布局。与国外产业巨头积极介入氢能与燃料电池领域不同，中国氢能及燃料电池产业发展初期以中小企业、民营企业为主，能源与制造业大型骨干企业的介入程度有限。随着中国氢能源及燃料电池产业创新战略联盟的成立，大型骨干企业加速布局氢能产业。截至 2019 年底，国内氢能及燃料电池产业链涉及规

规模以上企业约 400 家，能源与制造业大型骨干企业数量占比约 20%。

二是基础设施薄弱。产业链企业主要分布在燃料电池零部件及应用环节，氢能储运及加氢基础设施发展薄，成为“卡脖子”环节。氢能制储、加氢基础设施、燃料电池及应用三个环节企业占比分别为 48.5%、9.7%、41.8%。预计 2020 年底、2030 年中国加氢站数量将分别达到 100 座和 1500 座，整体规模将位居全球前列。

三是区域产业集聚效应显著。近年来，北京、上海、广东、江苏、山东、河北等地纷纷依托自身资源禀赋发布地方氢能发展规划，并先行先试推动氢能及燃料电池产业化进程。目前，上述六省市产业链相关企业合计占全国规模以上企业总数的 51%。2019 年，广东、北京、河北三地的燃料电池车销售量全国占比高达 79.56%。

七、氢能产业市场展望及政策支持情况

1、我国氢能产业发展展望

(1) 我国具有丰富的氢能供给和产业基础

经过多年的工业积累，中国已是世界上最大的制氢国，目前全球约有工业制氢能力 7000 万吨/年，初步评估我国现有工业制氢产能为 2500 万吨/年，可为氢能及燃料电池产业化发展初期阶段提

供低成本的氢源。富集的煤炭资源辅之以二氧化碳捕捉与封存技术(CCS)可提供稳定、大规模、低成本的氢源供给。同时,中国是全球第一大可再生能源发电国,每年仅风电、光伏、水电等可再生能源弃电约1000亿Kwh,可用于电解水制氢约200万吨,未来随着可再生能源规模的不断壮大,可再生能源制氢有望成为中国氢源供给的主要来源。

(2) 我国氢能应用市场潜力巨大

氢能在能源、交通、工业、建筑等领域具有广阔的应用前景,尤其以燃料电池车为代表的交通领域是氢能初期应用的突破口与主要市场。中国汽车销量已经连续十年居全球第一,其中,新能源汽车销量占全球总销量的50%。工业和信息化部已经启动《新能源汽车产业发展规划(2021-2035年)》编制工作,将以新能源汽车高质量发展为主线,探索新能源汽车与能源、交通、信息通信等深度融合发展的新模式,研究产业化重点向燃料电池车拓展。在工业领域,中国钢铁、水泥、化工等产品产量连续多年居世界首位,氢气可为其提供高品质的燃料和原料。在建筑领域,氢气通过发电、直接燃烧、热电联产等形式为居民住宅或商业区提供电热水冷多联供。未来,随着碳减排压力的增大与氢气规模化应用成本的降低,氢能有望在建筑、工业能源领域取得突破性进展。

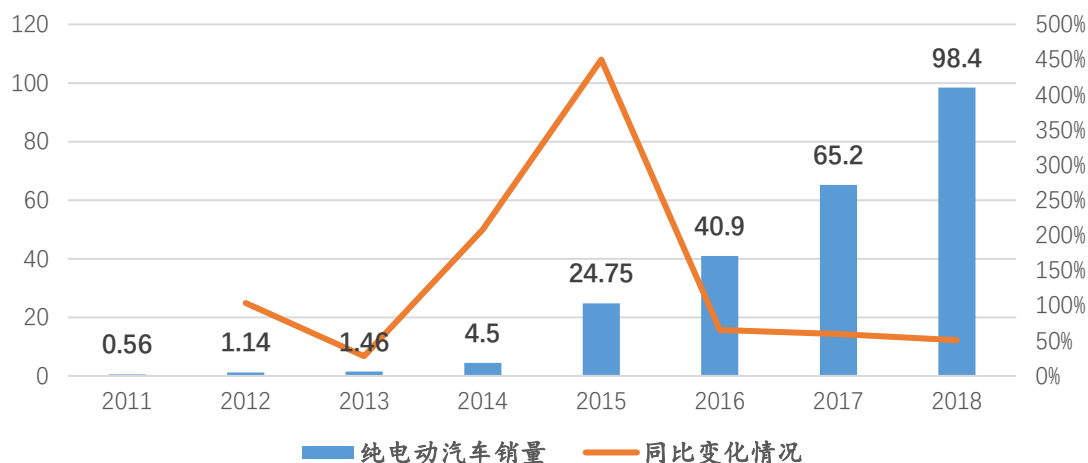
(3) 氢能与燃料电池技术具备产业化基础

经过多年科技攻关,中国已掌握了部分氢能基础设施与一批燃料电池相关核心技术,制定出台了国家标准 86 项次,具备一定的产业装备及燃料电池整车的生产能力;2018 年,中国氢能源及燃料电池产业战略创新联盟(简称“中国氢能联盟”)正式成立,成员单位涵盖氢能制取、储运、加氢基础设施建设、燃料电池研发及整车制造等产业链各环节头部企业,标志着中国氢能大规模商业化应用已经开启。

2、对比纯电动,燃料电池汽车爆发在即

2009 年,中国新能源汽车产业化的起点“十城千辆”计划发布,经历前期导入阶段后,2013 年-2015 年期间纯电动汽车销量年复合增长率达到 311.66%,从销量“破万”到“5 万辆级”仅用了 2 年时间,2015 年销量更增长至 24.75 万辆。纯电动汽车经历了长达十年来的政策支持、技术进步和市场导入,取得了瞩目的成绩,现阶段新能源汽车产业化的重点已经逐步向氢燃料电池汽车拓展。

图表 22: 2011 年以来我国锂电池汽车销售情况(单位:万辆)



资料来源：中汽协，河南投资集团国资研究院整理

3、国家层面政策及各省市政策不断加持

2020年4月，财政部等四部委发布《关于调整完善新能源汽车补贴政策的通知》，将当前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。

《通知》发布后，根据公开媒体报道，2020年5月财政部已向北京市、山西省、上海市、江苏省、河南省、湖北省、广东省、四川省下发《关于征求〈关于开展燃料电池汽车示范推广的通知〉(征求意见稿)意见的函》，这进一步明确指向燃料电池的“十城千辆”示范项目即将开启。

4、《河南省氢燃料电池产业发展行动方案》

为支持“十城千辆”示范项目，我省也于

2020年4月发布了《河南省氢燃料电池产业发展行动方案》，整体上，河南省将以郑州汽车产业基地为主体，推动氢燃料电池客车技术研发应用，加快氢燃料商用车研发布局；支持郑州、新乡等重点企业和研发机构加快氢燃料电池电堆、动力系统、电驱动系统研发应用；加快开封、洛阳、新乡、焦作、平顶山、鹤壁、安阳、驻马店、濮阳等地氢制备产业布局。力争到2023年，实现以下发展目标：

(1) 示范应用：参与氢燃料电池汽车示范应用城市5个，示范公交和物流线路不少于60条，适时推进乘用车示范应用，各类氢燃料电池汽车推广应用达到3000辆以上，加氢站建成数量50座以上。

(2) 产业培育：引入和培育超过30家燃料电池汽车产业链相关企业，打造拥有国内影响力的氢燃料电池汽车及核心零部件生产企业2-3家，产业关键技术不断突破，核心竞争力不断提升，氢燃料电池汽车动力性、经济性、耐久性、环境适应性及成本等方面得到充分验证。

(3) 保障体系：供氢体系基本建立，基础设施基本满足示范应用需求，政策体系不断完善，产业协同优势逐步形成。

到2025年，示范应用城市不断扩大，示范应用氢燃料电池汽车累计超过5000辆，加氢站80个

以上，产业体系、保障体系不断完善，协同创新能力优势明显加强，市场竞争能力不断提升，基本形成以客车为主，环卫、物流等氢燃料电池汽车全面发展的产业格局，氢燃料电池汽车相关产业年产值突破 1000 亿元。

八、行业机遇与挑战

1、行业机遇

(1) 新能源汽车产业发展机遇

中国汽车工业协会统计数据显示，全国 2019 年新能源汽车产销分别完成 124.2 万辆和 120.6 万辆，中国已经成为全球最大的新能源汽车市场。

今年以来，国家政策对燃料电池汽车的关注度快速提升，赋予了氢能及燃料电池产业更高的战略地位，工信部公开表示燃料电池是重要技术路线之一，将与纯电动汽车长期并存互补，将进一步加大工作力度破解燃料电池产业化难题，大力推进我国氢能及燃料电池产业发展。

(2) 能源结构转型

继 2017 年成为世界最大原油进口国之后，中国 2018 年又超过日本成为世界最大的天然气进口国。新能源汽车的重要发展目标即为降低能源的对外依存度，减少城市大气污染，能源结构的变化亦为汽车能源的供给提供了保障，燃料电池汽车所用

氢能将是富余可再生能源消纳和转移的重要方式。

同时，我国的氢气来源广泛，尤其是有大量的弃风弃光等可用于电解水制氢的可再生能源。2019年中国风电装机总量达到 2.19 亿 Kw，光伏累计装机量达到 2.05 亿 Kw，风电和光伏发电量 6,300 亿 Kwh。

（3）燃料电池技术与动力电池技术有效互补

燃料电池汽车具有清洁、零排放、续航里程长、加氢时间短等特点，适用于远程公交、双班出租、城市物流、长途运输等交通方式，是适应市场需求的较优选择，更能满足长途、重载、商用等领域，因而燃料电池汽车可以有效补足纯电动汽车应用的短板，共同满足交通运输系统的需要。

2、面临的挑战

（1）制氢、储运、加氢基础设施建设滞后

氢能产业链基础设施的完善是推广燃料电池汽车商业化不可或缺的环节，也是现阶段制约我国燃料电池汽车发展的重大瓶颈。我国加氢站的建设存在投入大、审批流程不健全、缺乏标准体系等特点，且上游规模化制氢、储氢、运氢体系亦不完善，导致氢气成本超过燃油成本。

（2）关键技术和产业化能力仍有差距

我国燃料电池技术已经取得了重大的突破，但是仍然存在基础研究相对薄弱、核心技术水平与国

际先进水平存在差距、制造工艺有待进一步提升等挑战。

(3) 技术标准和检测体系滞后

目前燃料电池汽车运行涉及的汽车、能源领域一系列新的技术标准、规范法规亟待设立和更新，具体包括氢气储运、燃料电池全生命周期测试评价、燃料电池电堆和燃料电池发动机等方面的技术标准均亟待完善，此外一系列零部件的行业标准、实验方法和检测体系也有待规范发展。



编辑部：河南投资集团国资研究院，战略发展部

0371-69158059
