

电动车当道，氢能源车还有价值吗？

江山代有才人出，各领风骚数百年。这句诗词用来总结新能源各条产业链，再贴切不过。

作为过去一年里的明星，锂电、光伏板块大受追捧，在二级市场诞生了众多十倍、二十倍的个股。氢能源紧随其后接力，厚朴股份(300471.SZ)年内涨幅超越三倍，亿华通、美锦能源(000723.SZ)也均实现了翻倍行情。

在氢能行情向好的时刻，看多做多的各路资本、研究团队、财经媒体纷纷喊出“氢能蓝海”、“十万亿赛道”的口号。而看空者也不乏其声，核心理由依然是前景不明。

那么，氢能源究竟是风口还是陷阱？它最可能的落地点是什么？障碍在于何处？这是本篇报告试图解答的问题。

一、另类角度的小方法

中国的改革开放有条规律，新兴产业的发展，历来与政策结合紧密。所以，一个新兴产业，在规划层面是不是足够重要，有没有受到重视，其实是可以从一些政策指标上看出来的。

一般而言，政策出台快、政策密度频、政策定位高、调控力度大的产业，往往是重点扶持，定位长远的产业，它们在日后的景气度，也会更高。这一点，从光伏、锂电这两条赛道的历史上，可以看得很清楚。

用这个指标来观察氢能源，可以发现它符合这个规律。从2006年到2019年，在这13年期间国家层面颁布的氢能源相关政策大约22个，2019年之后到现在不到3年时间颁布的政策超过25个，地方层面的更是全面开花。2019年，氢能源首次写入政府工作报告，之后迎来了相关产业政策发布的密集期。

近日，由北京市牵头申报的京津冀氢燃料电池汽车示范城市群，被财政部、工信部等五部委联合批准为首批示范城市群。在4年示范期间，五部委将对入围的城市群按照目标完成情况，通过“以奖代补”的方式给予奖励。

改革开放的另一个规律，是新生事物要通过试点，得到印证后再推广。而某一级地方政府，常常就是那个探路的排头兵。

这是一步可轻可重的棋，如果进展顺利，应用中没有很大的问题，这个区域市场就可以培育中国的氢能源产业。如果进展不顺，也可以把负面影响控制在合理范围内，不至于造成太大的资源浪费和市场错配。

不过，从政策的角度观察，仅仅是自上而下认识行业的一个小方法，它仅可以参考，却不能依赖。更不能化解市场对于氢能源发展的分歧。想要得到更准确的结论，还需要看清事物的本质。

二、核心诉求是脱碳

氢气直接燃烧或通过燃料电池发电的产物为水，能够实现真正的零碳排放，对环境不造成任何污染，故被誉为终极能源。

其次，纯电动车的电池，使用了大量锂、钴、镍等金属材料，金属材料的挖掘、生产加工等过程均有大量能量消耗及碳排放。相较于纯电动车，氢燃料电池车在制造过程中的碳排放也较低。

第三，燃料电池车的报废回收阶段，也比纯电动回收，更容易且更有经济吸引力。

这三条加在一起，就是深度脱碳的由来。

但从能源替代的角度来看，仅仅做到清洁是不够的，还要兼顾效率和成本。

从能效上来看，氢气的热值约为140MJ/kg，高达煤炭、汽油等传统燃料的3倍以上；从储量上来看，氢是宇宙中含量最多的元素，大约占据宇宙质量的75%，地球上丰富的水资源中蕴含着大量可供开发的氢能，未来是获取最便利和成本最低的能源之一。

与之相反，锂电池中锂、钴等金属材料成本，在电池总体成本中占据了绝大部分，其相对稀缺的供需格局，从锂电原材料动辄几倍的涨幅中，已经得到了验证。

目前，新能源车动力使用锂电池虽然是最佳选择，在大多数适用场景中，锂电池车的开发和应用也更加成熟，但由于电池重量、续航里程问题，依然存在限制。

限制发展的原因是能量密度，它已经达到了一个瓶颈——国内的三元锂电池能量密度约为240Wh/kg，磷酸铁锂电池能量密度约为180Wh/kg。这促生了另外两条技术路线——高镍化和固态电池。

但除了这些路线，还有一个现成的选择——氢能源汽车。由于能效高，它在里程和

载重方面拥有先天优势。

这也正是氢能源车这几年的落地，更多在客车和重卡，而非乘用车的原因。从目前的技术态势和认知上看，氢燃料电池和锂电池在未来三到五年的时间内，将持续互补关系：商用车是氢能源的根据地，乘用车是锂电池的主舞台。

但这种互补格局，会不会一直持续下去呢？答案是“压力正在压迫它改变”。

中国作为最大的二氧化碳排放国，在达成碳中和的道路上挑战重重。氢能源作为最清洁的能源，在应用方面场景方面极为宽广，供热、工业、建筑、交运等高排放量的领域有着广阔的前景，深度脱碳的属性注定其不可或缺。

而从全球的视角来看，氢能作为终极清洁能源的属性，导致各国均对此技术路径十分重视，积极布局氢能产业发展。

近两年，美国、日本、韩国、欧盟均采取了较大的政策力度加码氢能源产业，并出台了相关经济路径规划，力争领跑该赛道。截止到2021年初，全球共有约20个国家和地区发布了氢能发展规划或路线图。这里面的道理，有点像逆水行舟，有些事情，不仅要跑得快，还要跑得比别人快。

从中国新能源推进的历史来看，用四个字可以总结：珠玉在前。中国对光伏、风电、新能源车的产业政策大获成功，度电成本平价、汽车制造弯道超车，成为全球最具竞争力的产业，成为了中国制造的名片。

这似乎给中国进一步推动氢能赋予了信心。占据氢能成本最大的电力会随着光伏、风能度电成本而下降，同时技术进步及大规模生产带来的制造和人力成本的下降。

因此，在全球氢能源产业资金跑步进场，国内新能源产业政策的逐步推进，成本不断下降的三重趋势下，政府开始密集出台促进氢能源产业发展的政策，并提出相应规划。因此我们看到的测算与进程表，看起来是期望，实际上都是根据目标进行的倒推。

三、产业化行不行，看绿氢平价

氢能源产业链可以分为上游：氢生产与供应；中游：燃料电池及核心零部件；下游：燃料电池应用。

在氢气制取上，目前成熟的制氢手段主要包括化石能源重整制氢、工业副产制氢以及电解水制氢三种。

其中，化石能源制氢通过裂解煤炭或者天然气获得氢气，俗称“蓝氢”。工业副产制氢则是对焦炭、纯碱等行业的副产物进行提纯获取氢气，俗称“灰氢”。

本质上两者的氢气来源仍为传统的化石燃料。虽然通过碳捕捉与封存技术(CCS)可有效降低化石能源制氢过程中产生的碳排放，但长期来看只有可再生能源电解水制备的“绿氢”才能实现真正的零碳排放。

目前可再生能源制氢占比很小，化石能源制氢仍是主要的氢气来源。根据IRENA的测算，全球仅有4%的氢气来自电解水制氢，其余均来自煤炭、天然气以及石油炼化领域。

而在“富煤、贫油、少气”的能源结构下，目前国内煤制氢的占比超过60%，电解水制氢的比例则不到2%。可再生能源制氢仍然任重道远，未来的发展空间巨大。

制约绿氢发展的因素是成本，绿氢生产成本中占比最高的为电力和电解槽，占比分别为50%和40%，所以降低电价和电解槽成本是中国实现绿氢工业化、规模化的两大核心环节。

随着光伏、风电的进一步降本，到2030年国内部分可再生资源优势区域，其度电成本将达到0.1~0.15元/KWh。电解槽目前单位造价2500元/W；随着更大的槽体、更优质的制造工艺，以及技术环节的改进和材料的优化，有望降至1300元/W。

届时，绿氢成本将从2020年的30.8元/kg快速降至16.9元/kg，实现与灰氢平价。

这种上游原材料的平价前景一旦达成，意味着氢能源的大规模产业化铺平了道路。那么，这条产业链的上下游，又如何实现传导呢？

四、储运关键指标：单位体积密度

众所周知，氢气在元素周期表位于第一位，意味着其质量小，体积小，因此密度低(ρ=m/V，忘记的朋友请找找初中物理书)。氢气的性质十分活跃，很容易泄露和爆炸，储运过程消耗也大，所以在储氢罐投入的安全设计、存量设计成本很高。

因此，相较于石油、天然气等传统化石燃料，氢气在储运环节具有天然的劣势，发展进度缓慢。

如果按照方式划分，氢气储运可分为气态储运、液态储运以及固态储运三种。

气态储运的成本较低、充放氢速度快，但储氢密度与运输半径较为有限，所以适用于短途运输。氢气气态经济运输半径局限在200公里以内，每公斤氢运输成本为2块钱，0~100公里运输成本是4块钱/kg，运输压缩氢气的鱼LeI车每车仅可运300kg。

中长距离大规模运输考虑管道和液氢运输，液态储运的储氢密度较大，但设备投资与能耗成本较高；固态储运则在潜艇等特殊领域有所应用，整体仍处于小规模试验阶段。

我们可以做一个简单理解：运输一车氢气，瓶子重量在95%以上，需求的氢气只有5%，而且不能长距离运输。所以这笔生意很不划算。

因此，只要是运氢气，总会面临这个问题：怎样在储运瓶里装更多的氢气？这又延伸出一条技术路线：如何增加氢气单位体积密度。举个例子，一个书包想要装更多的衣服，压得越实，装得就越多。同理，储存的时候为了提升单位体积密度，也需要压缩。

但这个问题，并不能只靠单一环节解决，它需要一整套体系的匹配。与电解水制氢类似，产业化程度的提升将有效降低氢气储运的成本，储运基础设施的建设与完善是后续氢能规模化发展的前提。考虑到未来氢能的终端应用场景将更为丰富，氢气的储运环节也将朝多层次、体系化的方向演进。

气态储运方面就是增压减重，从储氢密度、轻量化等角度出发，提升技术及相应材料。

液态储运可以有效增加运输量，达到气态储运的10倍，也是一个很好的方向，目前国外技术相对成熟，国内主要应用在航空领域，未来随着规模化开展以及技术成熟，商用/民用有望得到进一步发展。另外就是建立输氢管道，加强基础设施建设。

而终端用氢需求，加氢站是必不可少的中转环节。

截至2020年12月31日，全国在建和已建加氢站共181座，已经建成124座，其中2020年总计建成加氢站55座。在2020年国内建成的124座加氢站中，105座有明确的加注能力。我国加氢站布局数量最多的前三名为广东、河北和湖北，在运数量分别为61/44/36座，大型加氢站仍然匮乏。

加氢站建设投入成本较大，建设一座35MPa加氢站成本在200万元。这个费用看起来不低，但如果考虑到它的技术含量与参数要求，就会明白这是必须的。

打个比方，35MPa相当于350公斤的胖子，用大脚趾踩在1平方厘米大的地方产生的力量，或者想象一下，用一根食指将当年压死秦武王的鼎举起来。

那么，又是谁拥有这么大的力量，将氢气灌到氢气瓶里？答案是压缩机。在氢站建设中，整体设备成本占据了氢站建设成本的70%，而压缩机占据设备成本的50%，约450万左右，基本需要进口。

随着中国氢能不断推进，国产化T代进程加速，有望进一步降低成本，关注压缩机是一个很好的投资方向。目前70MPa逐步进入商用，代表着单位体积可以储存更多的氢气。

新能源的商业化应用一定是基础建设先行，加氢基础建设是未来中国新基建的重点内容，随着氢燃料电池汽车应用规模的扩大，加氢站的市场需求也逐步提升。

目前加氢站建设成本仍然过高，随着国产设备突破和规模化生产，加氢成本会大幅下降，预计2050年成本为800万左右，将达到1.2万座，在2050年达到千亿元的市场规模。

新能源能否大力发展下去不只要看其物理、化学属性，也要看商用场景，氢能源车就是最有发展前景的应用，新能源车的动力是最核心的环节，同时适用于氢能能源。

五、氢能源汽车的心脏

氢燃料电池可以被广泛的应用于各个场景中，主要的应用可以被分为三类：交通、固定电源及便携式电源。氢能未来最重要的应用场景在交通运输领域，与燃料电池车相比，纯电动车的开发和应用在大多数场景中更加成熟，但由于电池重量和续航里程问题而受到限制。

燃料电池车与其他车辆的主要区别在于动力系统。所有其他零部件本质上是相似的。燃料电池车和纯电动车通过电动机将电能转化为动能，而汽油和柴油车在内燃机中将燃料燃烧产生的热能转化为动能。

燃料电池车和纯电动汽车的主要区别在于电的来源。与燃料电池车不同的是，纯电动汽车的全部能量来自其电池组，电池组在充电站进行外部充电。

氢气作为汽车燃料，其原理已经有很长的历史了。在200年前，氢气就被用在第一代内燃机中作为燃料，与现在在内燃机里汽油等燃料工作原理类似。但是因为安全性及能量密度较低，氢气作为内燃机燃料并没有表现出优越性。

然而，在如今的燃料电池技术中，氢气并不直接燃烧，而是和氧气反应转换为电能。

氢能源车以氢燃料电池作为能量来源。在氢燃料电池中，氢气由电池阳极输入，在催化剂(铂)的作用下分解为电子和氢离子(质子)。其中质子通过质子交换膜到达负极，与阴极输入的氧气反应生成水；而电子则被质子交换膜阻隔，经由外电路流向阴极，产生电能为汽车供电。

氢燃料电池汽车主要由高压储氢罐、燃料电池堆栈、燃料电池升压器、动力电池、驱动电机和动力控制单元等组成。

氢能的发展路径和锂电极为相似，中游电池系统成本占据整车接近30%。细剖起来，燃料电池系统由电池堆和支持系统两部分构成，前者是核心动力组件，后者由空气压缩机、加湿器、燃料回路、空气回路等支持组件构成。电堆占据一半以上燃料成本。

电池堆是电池单元串联叠加而成，由于每个单元产生的电压通常不到1伏特，因此往往需要几百片电池单元进行串联。

市场上有五种类型的氢燃料电池单元技术方案，其中最适合车用的是质子交换膜燃料电池。其中，膜电极是氢燃料电池的核心部件，在燃料电池电堆中承担了核心的电化学反应功能，其成本占据电堆总成本的60%以上，被誉为燃料电池的芯片。

膜电极的技术和生产不仅决定了电堆的使用条件和寿命，同时也决定了电堆的成本和氢燃料电池的推广使用。

膜电极的研发和生产是一个集合了电学、高分子材料化学、无机材料化学、精密涂布技术、自动连续化工业控制和功能寿命测试的产业，流程周期长、投入大。目前的前沿技术主要由国外大企业掌握，以丰田、巴拉德和Hydrogenics为典型，研发历史悠久，其中巴拉德对膜电极的研发已超过40年。

国内虽有部分企业和机构突破技术难题，但由于成本问题难以形成规模化生产，因此国内还没有公司具备膜电极的大规模连续化生产的能力，产业化基础非常薄弱。那么产业基础如何夯实，成本如何下降？这其中的关键，在于规模制造。

根据Strategic Analysis Inc测算，以丰田氢燃料电池车Mirai为例，在年产1000台时燃料电池(FC)系统与储氢系统制造成本分别为20180美元和8002美元，占整车成本分别为30.7%和12.2%；当年产量增至3000台时，燃料电池系统与储氢系统制造成本分别为15821美元和6040美元，占整车成本比例降至28.2%和10.7%。

可以明显看出来，在规模制造下，二者成本有了明显的下降。但是传统燃油车发动机占整车成本比例仅为15%，燃料电池系统与储氢系统合计成本约为占整车的40%，显著高于传统燃油车。

如何进一步降低储氢和燃料电池系统的成本，尤其是后者是氢燃料电池大规模商业化的前提，更大规模的制造和技术精进有望进一步降本。

如何实现规模制造？它的背后，在于需求上量。

根据我国《节能与新能源汽车技术路线图》中对燃料电池汽车总体技术路线的规划：

2020年，计划实现燃料电池汽车在特定地区公共服务用车领域的小规模示范应用，达到5000辆规模；

2025年在城市私人用车、公共服务用车领域实现大批量应用，达到5万辆规模；

2030年在私人乘用车、大型商用车领域实现大规模商用化推广，达到百万辆规模。

在需求的推动下，商用燃料电池系统与储氢系统价格较去年已经有了较大幅度的下降，目前行业水准不到1万元/KW，车用储氢系统价格不到5000元/KG，未来随着氢燃料电池应用范围与规模扩大，商用燃料电池价格至2025/2035/2050有望降至3500/1000/500元KW。商用储氢系统价格有望降至3500/2000/1200元/KG。(下转第47版)