

证券研究报告
化工行业
2021年 6月15日

【方正化工】制氢行业深度报告之一： 质子交换膜行业蓬勃发展

首席分析师：李永磊
分析师：董伯骏

执业证书编号：S1220517110004
执业证书编号：S1220520060003

方正证券（601901.SH）是行业领先的大型综合类证券公司，致力于为客户提供交易、投融资、财富管理等全方位金融服务。
Founder Securities (601901.SH), an industry-leading large comprehensive securities company, is committed to providing its clients with full services in stock transactions, investment & financing, wealth management, among others.

“慧博资讯”专业的投资研究大数据分享平台

点击进入  <http://www.hibor.com.cn>

www.foundersc.com

研究目的：

2020年9月，我国提出碳达峰碳中和目标，而目前碳基能源仍是我国能源结构的主体，因此进行能源结构调整，推动能源结构深度脱碳转型势在必行。那么氢能源在能源结构转型中有怎样的优势与机遇？电解水制氢技术未来发展前景如何？作为电解槽的核心部件，质子交换膜未来发展空间及市场格局如何？这些是我们本篇报告研究的重点。

主要结论：

➤ 氢能迎发展新机遇，质子交换膜将成核心组件

氢能是一种低碳绿色能源，应用范围广泛，在能源结构转型中将起重要作用。而PEM电解制氢技术由于具备快速启停等优势，与波动性较大的可再生能源有良好的匹配性，可助力可再生能源跨地域、跨季节优化配置，将是未来主要趋势。而质子交换膜作为电解槽的核心组件，其性能的好坏直接决定水电解槽的性能和使用寿命，在整个设备中至关重要。

➤ 下游需求持续增长，PEM未来市场增量可观

质子交换膜除应用于电解水外，还可广泛应用于燃料电池等领域。受益于环保趋严及政府政策支持，PEM燃料电池及电解水发展迅速，国内外市场都呈现出较快的需求增长和广阔的发展前景。燃料电池和电解水的快速发展，也将持续为质子交换膜带来可观的市场增量。

➤ 国外企业占据主导地位，国内企业进口替代空间巨大

质子交换膜由于制备工艺复杂、技术要求高，长期被杜邦、戈尔、旭硝子等美国和日本少数厂家垄断。目前，国内东岳、科润等企业也积极布局，东岳150万平米质子交换膜生产线一期工程已投产，科润100万平米质子交换膜项目也已开工。随着国内技术的不断突破，国产质子交换膜实现进口替代空间巨大。

- 一. 氢能迎发展新机遇，PEM膜将成核心组件
- 二. 下游需求持续增长，PEM膜未来市场增量可期
- 三. 建议关注
- 四. 风险提示

1. 氢能迎发展新机遇，PEM膜将成核心组件

➤ 1.1 碳中和背景下，氢能将迎发展新机遇

2020年9月，我国提出碳达峰碳中和目标，而目前碳基能源仍是我国能源结构的主体，化石能源消费占比达85.1%。因此，在双碳战略背景下，必须进行能源结构调整，推动能源结构向深度脱碳转型。在这过程中，氢能由于其独有的特性，将发挥重要作用，同时也将迎来发展新机遇。

➤ 1.2 可再生能源电解制氢将是未来主要趋势

氢是二次能源，目前主要通过化石能源重整、工业副产和电解水三种方式生产。可再生能源电解制氢由于制备流程低碳环保，可助力可再生能源跨地域和跨季节优化配置，以及促进电力与建筑、交通运输和工业之间的互连，将是未来主要趋势。同时，随着氢气大规模长期存储问题的解决和制备成本的不断下降，可再生能源电解技术将得到广泛应用。

➤ 1.3 PEM电解技术具有独特优势，质子交换膜为核心组件

PEM电解水技术由于具备快速启停、负载范围宽等优势，近年得到越来越多新建项目的选择。而质子交换膜作为电解槽的核心组件，不仅起到传导质子、隔离氢气和氧气的作用，还为催化剂提供支撑，其性能的好坏直接决定水电解槽的性能和使用寿命，在整个设备中至关重要。

1.1 碳中和背景下，氢能将迎来发展新机遇

2020年9月22日，我国在第七十五届联合国大会一般性辩论上提出在2030年之前实现二氧化碳排放达峰，到2060年实现碳中和目标。而目前碳基能源仍是我国能源结构主体，化石能源消费占比达85.1%，其中煤炭占比高达57.6%。因此，在双碳战略背景下，必须进行能源结构调整，推动能源结构向深度脱碳转型，而在这过程中，氢能由于其独有特性，将发挥重要作用。

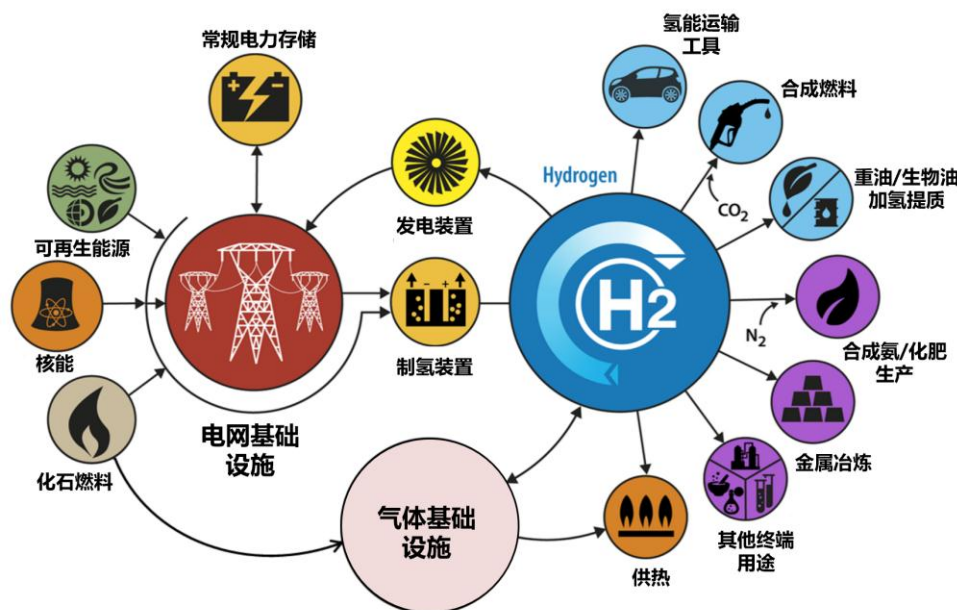
- 首先，氢能是一种可再生绿色能源，应用范围广泛，无论是燃烧还是通过燃料电池化学反应，最终产物只有水，真正实现低碳甚至零排放。
- 其次，氢能具有高能量密度和高能量转化率，相较于汽油和天然气等传统燃料，相同质量的氢气可以在应用中释放更多的能量，具有极高的效率。
- 同时，氢能可以与可再生能源进行有效结合，通过电解水技术有效解决目前存在的可再生能源电力供应和用电需求时间不匹配的问题，实现可再生能源跨地域和跨季节的优化配置，提高可再生能源的利用率以及电力系统的灵活性。
- 在化工生产过程中，还可通过外部增加清洁绿氢的供给，有效解决化工工艺过程中碳排放的问题。
- 氢能还可以促进电力与建筑、交通运输和工业之间的互连，通过氢气作为载体，将大量可再生能源转移到建筑、交通、工业等高排放部门，实现深度脱碳。

“慧博资讯”专业的投资研究大数据分享平台，因此，我们方正化整认为，在执行碳中和碳达峰的背景下，氢能将迎来发展新机遇。

1.1 氢能清洁环保且应用范围广泛

- 氢能是一种储量丰富、可再生的绿色能源。不论是通过燃烧，还是通过燃料电池的电化学反应，其最终产物只有水，不会带来二氧化碳和污染物的排放，清洁环保。同时，最终产物水可以通过电解技术，再生产制氢反复循环使用，真正实现低碳甚至零排放。
- 氢应用范围广泛，可广泛应用于运输、电力、建筑、工业等领域。既可以为钢铁、化学品生产等提供绿色原料和高品质热源，也可以通过燃料电池的形式为交通运输工具提供燃料。

图表1：氢能应用范围广泛



1.1 氢能具有高能量密度和能量转化率

- 氢能具有较高的热值水平。据中国氢能联盟统计数据，传统燃料汽油蒸汽和天然气的能量密度分别为44MJ/Kg和42MJ/Kg，而氢气能量密度高达143MJ/Kg，是汽油蒸汽和天然气的3倍。
- 同时，氢能具有较高的能量转化率，通过燃料电池氢能可以实现90%以上的综合转化率。

图表2：氢气能量密度是汽油蒸汽和天然气的三倍

技术指标	氢气	汽油蒸汽	天然气
爆炸极限 (%)	4.1-7.5	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	42

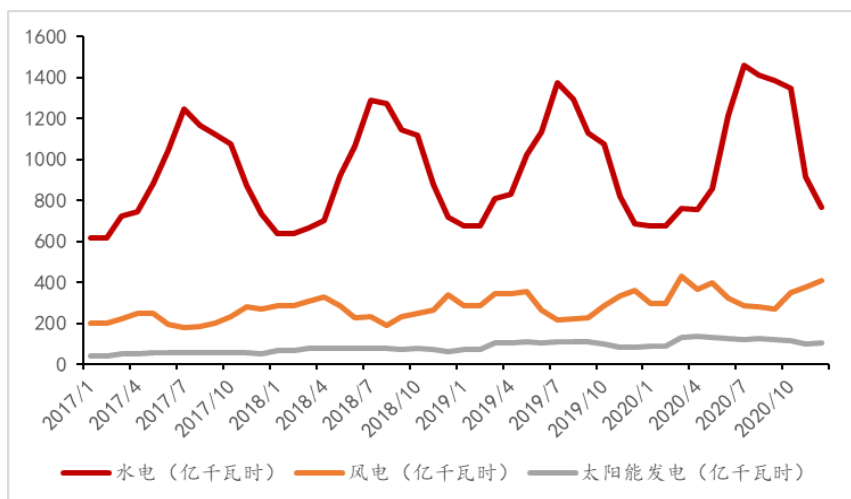
资料来源：中国氢能联盟，方正证券研究所

1.1 氢能可以有效提升可再生能源利用率

氢能还可以有效提升水力、光伏、风电等可再生能源的利用率，并与电力系统互补协同。

- 由于自然因素，可再生能源发电呈现明显的季节性，因此可再生电力供应和用电需求经常出现时间不匹配的问题。通过电解水技术，在电力供应较大、需求疲弱时，将电能转化为可存储的氢能；在需求增长时用氢能发电，这样显著解决了余电存储的问题，也可以有效提升可再生能源的利用率。
- 同时，中长期看，氢气或成为远距离运输和分配可再生能源的一种方式，特别是在电网容量不足或者电网建设难度大成本高的情况。比如海上风力发电，可以将电能利用电解水装置在海上转化为氢气，通过已有或新建管道输送到岸上，从而避免高成本海底电缆的铺设。

图表3：我国可再生能源发电呈现明显的季节性

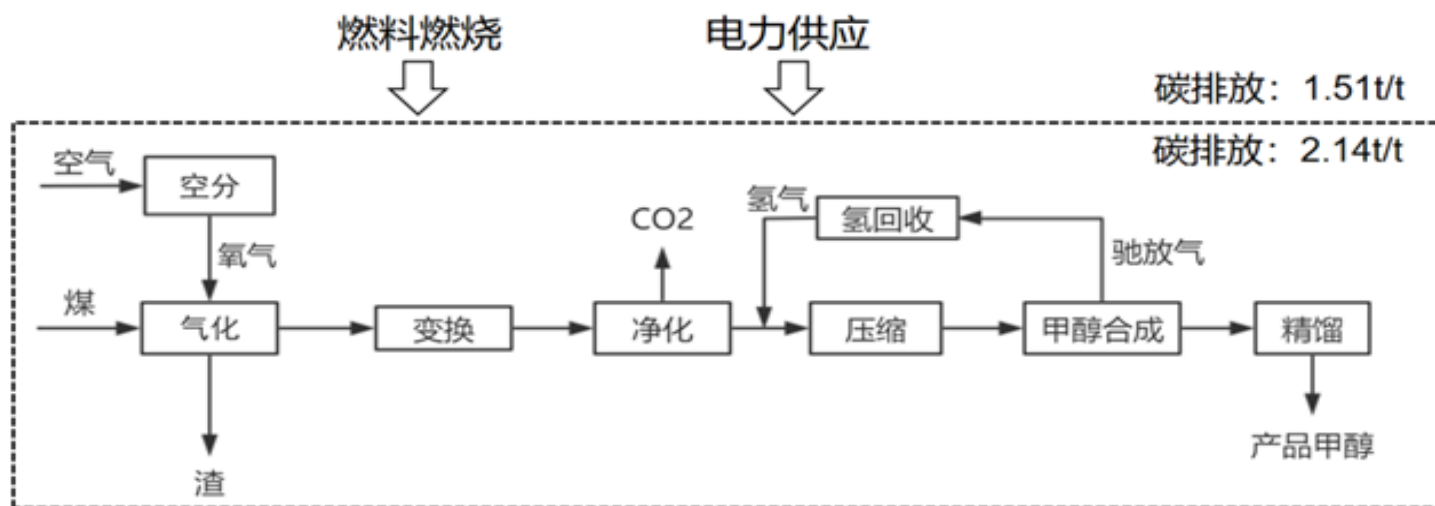


1.1 氢能可以解决化工工艺过程中碳排放问题

氢气还可以有效解决化工工艺过程中二氧化碳过多排放的问题。

- 化工工艺流程碳排放主要来自两个部分，一部分是外部耗能所带来的间接排放（燃料燃烧、电力供应），以煤制甲醇为例，生产每吨甲醇，因外部能耗约带来间接碳排放1.51吨。
- 另一部分是生产工艺自身所产生的碳排放，煤制甲醇碳排放主要来自变换、净化工艺环节，生产每吨甲醇约排放2.14吨二氧化碳。而生产工艺自身产生的这部分二氧化碳可以通过增氢来减少排放。

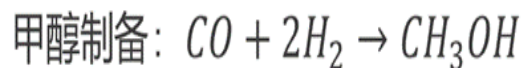
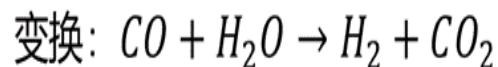
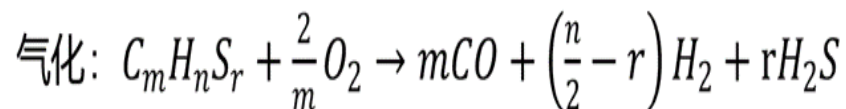
图表4：甲醇生产工艺碳排放主要来自两个部分



1.1 增氢可有效减少化工工艺过程中碳排放

- 以煤制甲醇为例，煤制甲醇生产时所需的 H_2 : CO 为2: 1，而煤的碳含量较高，气化后主要成分是 CO ， H_2 含量则较少。因此需要通过变换工艺，将多余的 CO 与 H_2O 反应，生成甲醇生产所需的 H_2 ，将碳氢调至合理比例。而变换工艺另一个产物是 CO_2 ，这也是煤制甲醇生产中碳排放的主要来源。
- 而如果通过外部供给低碳环保的绿氢，直接将碳氢调至生产所需比例，不仅可以避免煤制甲醇工艺中的变换工艺环节，减少相应的二氧化碳排放，还可让更多的 CO 直接用于甲醇的生产中，有效提升碳的利用率。除煤制甲醇外，煤制合成氨等众多化工工艺都可通过外部增加氢气供给的方式，有效减少整个生产过程中的二氧化碳排放。

图表5：外部增氢可避免煤制甲醇变换工艺环节

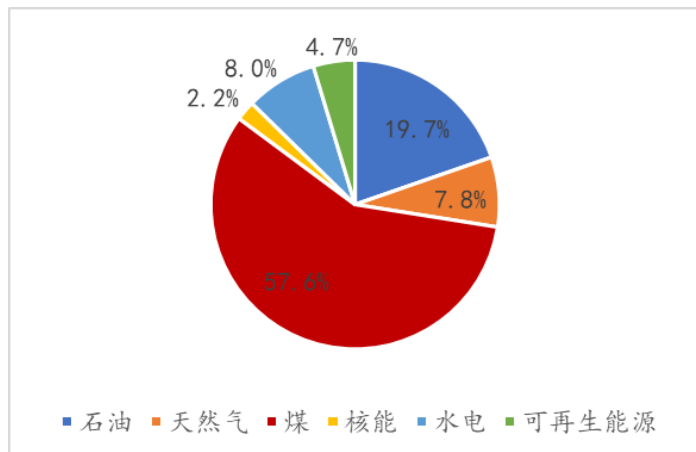


1.1 国内氢能发展潜力巨大

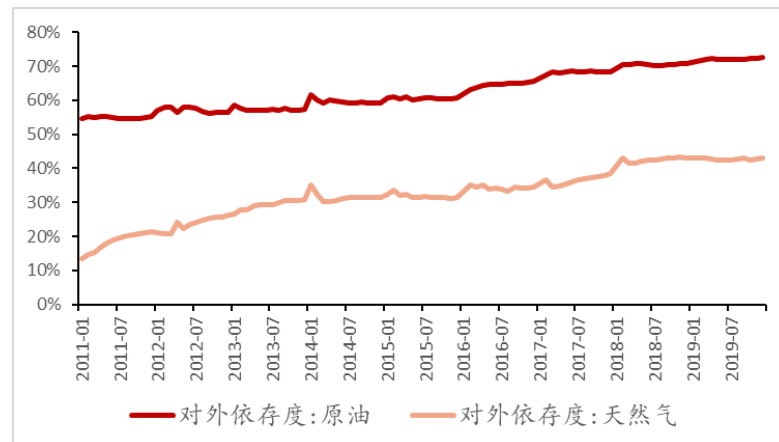
我国能源结构的特殊性，决定了国内氢能未来发展潜力巨大。

- 一方面，化石能源仍是我国能源消费结构的主体，占比达85.1%，其中煤炭消费占比达57.6%，化石能源大量使用也导致了碳排放居高不下。因此，双碳战略下，能源结构亟需低碳化转型。
- 另一方面，我国能源结构呈现“缺油、少气”的特点，石油和天然气对外依存度高，且一直处于上升的趋势。而与此同时，我国可再生资源品种齐全，储量丰富。
- 因此，氢能作为清洁能源，其零碳排放性质，不仅可以成为我国能源结构低碳转型中的主要方向；同时，氢能作为可再生能源的载体，可以将我国丰富的可再生能源引导流向建筑、交通、工业等多个应用部门，减少对原油天然气的依赖度，解决能源安全问题。

图表6：2019年化石能源占我国一次能源消费85.1%



图表7：我国原油、天然气对外依存度持续增长

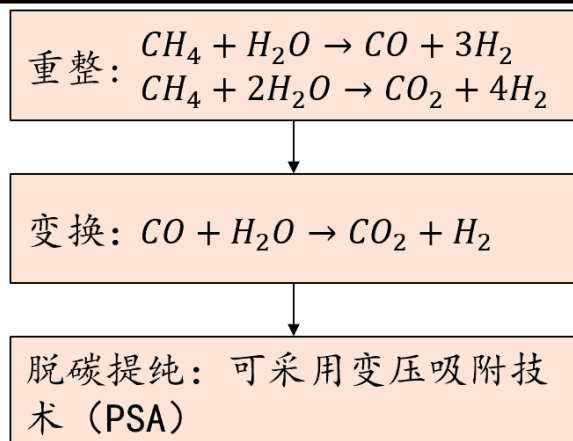


1.2 煤制氢在我国占据主导地位

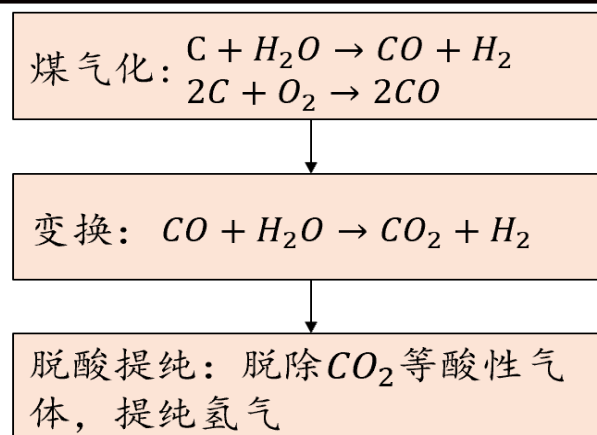
氢是二次能源，地球上没有天然的氢气，目前主要通过三种较为成熟的路线制取。

- 一是以煤炭、天然气等传统化石能源生产氢气，这也是目前全球制氢最为成熟的技术路线。
天然气制氢技术中，重整制氢较为成熟，其工艺主要有重整、变换、脱碳三个步骤，重整是强吸热反应，因此整个制氢过程能耗较高，且产生较多碳排放。目前全球48%的氢气生产来自天然气。
- 而我国由于煤炭资源丰富，目前62%的氢气生产来自煤炭。煤炭制氢主要工艺是将煤炭通过煤气化技术转化为合成气，再通过变换和分离提纯获得高纯度的氢气，煤气化制氢整个工艺流程同样是能耗较高，并产生较多二氧化碳。

图表8：天然气重整制氢工艺主要流程



图表9：煤气化制氢工艺主要流程



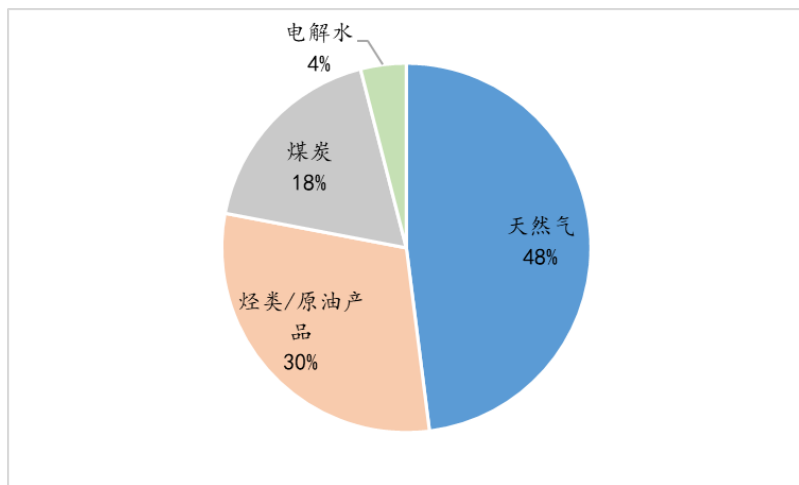
资料来源：《天然气蒸汽重整制氢技术研究现状》，
方正证券研究所

资料来源：《煤气化制氢新技术的探讨》，方正证券
研究所

1.2 煤制氢在我国占据主导地位

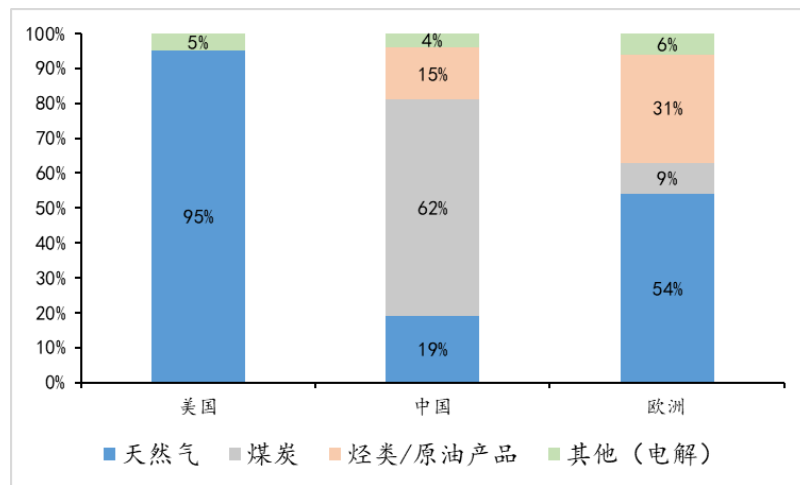
- 二是以焦炉煤气、氯碱尾气、丙烷脱氢为代表的工业副产制氢，提纯利用这些副产氢气，不仅可以提高资源利用率，还可以为相关产业带来更高的经济效益。
- 三是电解水制氢，目前我国，电解水年制氢量约占氢气总产量的4%。而由于电解水制氢，特别是可再生能源电解制氢具有绿色环保、生产灵活、纯度高等特点，未来发展空间巨大。

图表10：全球纯氢生产原料主要以天然气为主



资料来源：《德勤白皮书：氢能源及燃料电池交通解决方案》，方正证券研究所

图表11：全球纯氢生产原料主要以天然气为主



资料来源：《德勤白皮书：氢能源及燃料电池交通解决方案》，方正证券研究所

1.2 传统化石能源制氢技术碳排放较高

- 成本和碳排放方面，煤制氢和天然气制氢由于工艺成熟、应用规模大，目前具有较低生产成本，而其碳排放也是众多技术中最高的，因此这两种制氢技术也被称为“灰氢”。
- 为有效解决化石能源制氢碳排放高的问题，目前开始尝试将化石能源制氢与碳捕集利用技术（CCS）相结合，即“蓝氢”。主要是在化石能源传统制氢工艺之后，增加碳捕捉环节，将产生的二氧化碳进行捕捉、封存和利用，有效减少整个过程的碳排放。由于国内CCS技术还处于探索示范阶段，因此成本相对较高，待这项技术成熟及大规模应用，有望推动成本下降。
- 传统电解水制氢由于使用的电力主要来自电网的火力发电，且生产过程中会产生能耗损失，因此整个生产过程产生的碳排放甚至比化石能源直接重整制氢还高。而可再生能源电解制氢技术，由于所用电力来自水风光等清洁能源，因此全流程碳排放最少，也被称为“绿氢”。

图表12：可再生能源电解制氢技术拥有最低的碳排放

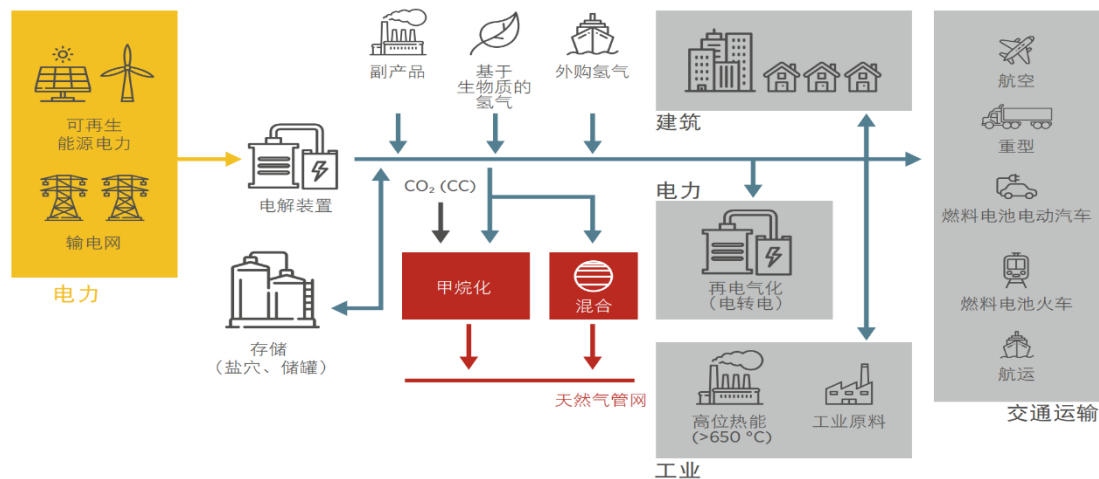
制氢技术	制氢成本（元/Kg）	碳排放（Kg CO ² /Kg）	技术成熟度
煤制氢	9	22-35	成熟
煤制氢+CCUS	15-18	2-7	示范论证
天然气重整制氢	15-23	10-16	成熟
天然气重整制氢+CCUS	18-27	1-6	示范论证
工业副产制氢	10-16	—	成熟
传统电解水制氢	23（谷电）	33.75-43.41	成熟
可再生能源电解水制氢（ALK技术）	22.9-27.7	0.4-0.5	成熟

1.2 可再生能源电解制氢将是未来主要趋势

可再生能源发电制氢将是未来氢气生产的主要趋势，发展空间巨大。

- 一方面，可再生能源发电制氢可以真正做到全流程清洁环保，碳排放几乎为零。在碳达峰碳中和战略背景下，将是未来的主要应用。
- 另一方面，随着可再生能源发电平价上网，电解水制氢的电力成本将持续下降。同时当波动性可再生能源在电源结构中占到较高比重时，电力系统对电能储存和调节的需求也将不断增长，而电解水技术可以发挥有效的缓冲调节作用，实现跨季节储存以满足季节性高峰需求。
- 同时，在未来，通过电解水可以将富足的可再生能源转化成绿氢，为建筑、交通、工业等高排放部门供给清洁环保的绿色原料和燃料，从而减少化石能源的使用，有效减少碳排放。

图表13：氢气可以促进电力与建筑、交通运输和工业之间的互连



1.2 地质储氢技术有效解决氢能跨季节储存

目前氢气小规模、短期储存仍以储罐为主，而如果想通过氢与可再生能源相结合，调节供电的巨大季节性差异，则需要更长期、更大容量的储氢方式，其中地质储存是目前主要发展方向。

- 地下盐穴因具有较高的化学稳定性、密封性及较低建设成本，是目前地质储存中主要的应用方式。据IEA统计，美国拥有全球最大盐穴储氢系统，氢气储存量可达1-2万吨；英国拥有3个千吨级氢气储藏盐穴；德国3500吨级氢气储存盐穴将于2023年正式启动。
- 枯竭油气藏比盐穴容积更大，且油气田结构在前期勘探和开发过程中已得到深入了解。
- 地质含水层储氢相较于另外两种技术，目前较不成熟。但其地质结构在全球范围普遍存在，可以为缺乏盐穴和枯竭油气藏的地域提供大规模储氢的可能性。

随着大规模地质储氢技术的发展，将有效解决氢能的大规模季节性储存需求。

图表14：地质储存有效解决氢能长期、大规模储存的需求

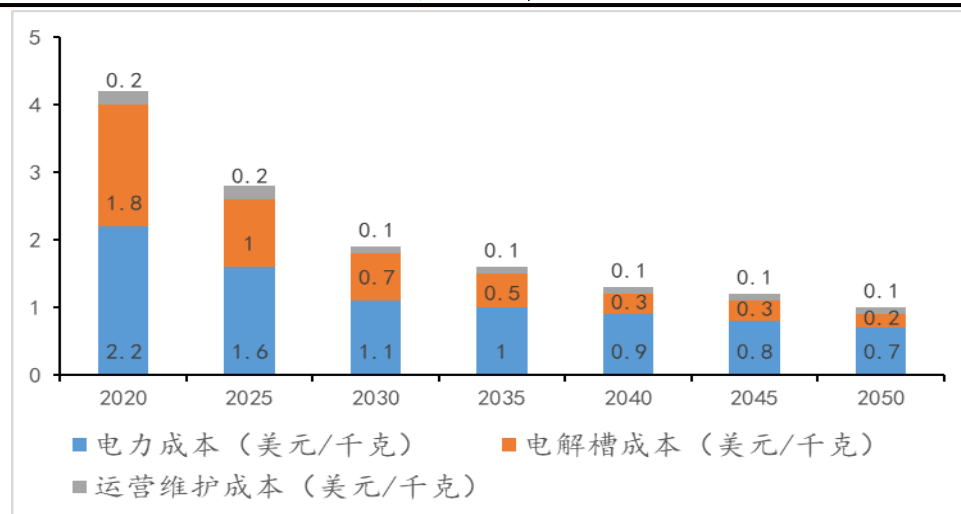
	结构	优点	缺点
地下盐穴	在地下岩层，利用水溶开采方式采矿后形成的地下洞穴	岩层具有较高的化学稳定性、机械性能及密封性能，所储氢气收到污染风险较低；盐穴高压使所储的氢气具有较高的释放率；建设成本较其他地下储气设施较低。	若岩石中含有较高的可溶性钾镁盐，将影响盐穴的密封性能。
枯竭的天然气藏、油藏	由储层、密封层和含水层组成	容积比盐穴更大；油气田结构在勘探和开发过程已得到深入了解；枯竭天然气田中的残余气体可以作为缓冲气体。	渗透性比盐穴强；含有一定污染物质，氢在使用之前需提前清除污染物；氢气在高压下易与参与油发生反应生成甲烷。
地质含水层	主要由多孔和可渗透岩石层组成，其中孔隙结构中充满淡水或盐水	这类地质结构在全球范围普遍存在；许多地下含水层靠近大型城市等能源消费集中地。	与微生物、液体和岩石的反应会导致氢气的损失；存在不宜探查的断层，易引起氢气泄露。

1.2 电解水制备成本将不断降低

伴随着产能增加，技术进步以及可再生能源电力成本的持续下降，可再生能源电解制氢（绿氢）的成本将不断下行，这也有助于可再生能源电解制氢技术的大面积推广。

- 依据英国Hemado咨询公司数据统计，2020年全球电解水成本在4.2美元/千克，其中运行成本0.2美元/千克，前期电解装置系统投资成本1.8美元/千克，电力成本2.2美元/千克。
- 同时根据Hemado预测，未来电解水制备成本将不断下行。其中受益于近年可再生能源技术成熟和规模化发展，可再生电力成本预计在未来十年会显著下降；而伴随产能增加、技术进步，电解装置的转化效率和满载小时数将持续提升，这也促使单位氢气生产对应的电解装置成本将持续下降。

图表15：绿氢制备成本将持续下降



1.3 PEM电解水技术具有独特优势

在技术层面，电解水制氢技术可分为碱性电解水制氢(ALK)、质子交换膜电解水制氢(PEM)、固体氧化物电解水制氢(SOE)和阴离子交换膜电解水制氢(AEM)。

- 其中，碱性电解水技术最为成熟，其采用氢氧化钾水溶液作为电解质，以石棉为隔膜，分离水产生氢气和氧气。ALK由于是碱性条件，因此可以使用非贵金属电催化剂，因此电解槽造价成本较低；但是，ALK难以快速启动和变载，无法快速调节制氢速度，因此与可再生能源适配性较差。
- 固体氧化物电解水制氢(SOE)采用固体氧化物为电解质材料，适合在高温环境下运作，能效更高，但处于初期示范阶段。而阴离子交换膜电解水制氢(AEM)以阴离子交换膜作为电解质隔膜，目前仍处于实验室阶段，其发展主要取决于相关材料技术的突破情况。
- 从技术角度看，**PEM电解水技术具有独特优势**，许多新建项目开始转向选择PEM电解技术，近年开始获得较多的市场份额。首先，相较碱性电解水技术，PEM电解采用纯水电解，无污染、无腐蚀；其次，质子交换膜拥有更高的质子传导性，电解槽工作电流可大大提高，从而提升电解效率；同时PEM电解水技术能够提供更宽的负载范围和更短的响应启动时间，与水电、风电、光伏（发电的波动性和随机性较大）具有良好的匹配性，最适合未来能源结构的发展。

1.3 PEM电解水技术具有独特优势

图表16：PEM电解水技术负载范围更宽、启动更快

	ALK	PEM	SOE	AEM
	碱性电解水制氢	质子交换膜	固体氧化物	阴离子交换膜
电解质隔膜	20%-30%KOH 石棉膜	质子交换膜	氧化锆	阴离子交换膜 和低浓度碱性 溶液
电流强度 (A/cm ²)	0.2-0.8	1-2	0.3-1	0.2-2
运行温度	70-90	50-80	700-850	40-60
负载范围	15%-100%	5%-120%	30%-125%	5%-100%
启动时间 (热启动-冷启动)	1-10分钟	1秒-5分钟	——	——
能耗 (kWh/Kg H ₂)	47-66	47-66	35-50	51.5-66
电解槽成本 (USD/KW)	270	400	——	——
电解槽寿命 (h)	6000	5000-8000	<20000	>5000
环保性	有腐蚀液体	无污染	——	无污染
技术成熟度	充分产业化	初步商业化	初期示范	实验室阶段

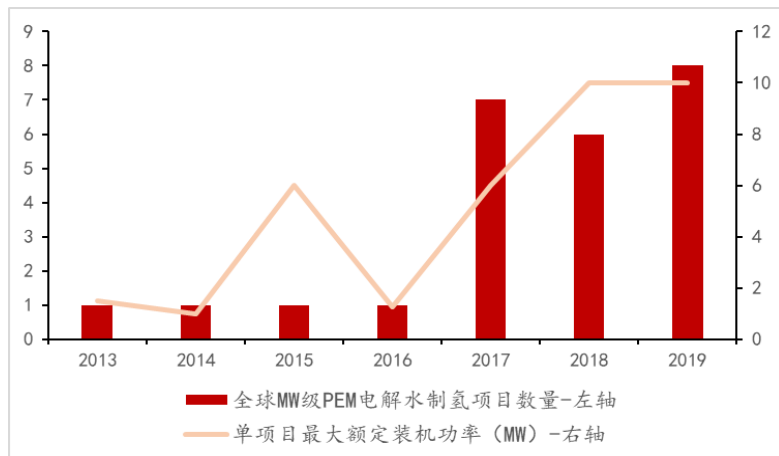
资料来源：《电解水制氢技术研究进展与发展建议》，方正证券研究所

1.3 PEM电解水项目数量与规模不断上升

PEM电解水技术近年在全球得到较多应用，新增项目数量和单项目装机规模也不断提升。

- 2015年，西门子和林德气体在德国美国茨能源园区建成当时世界最大PEM电解工厂，额定装机功率达6MW；2019年，全球新增兆瓦级PEM电解水项目8个，单项目最大装机功率达10MW；2020年，法液空完成在加拿大贝坎库尔的20兆瓦PEM电解水项目建设。
- 目前国内PEM电解项目规模较小，中科院大连化学物理研究所、中船重工集团718研究所等单位正开展PEM纯水制氢设备的研究与制造。2021年3月，上海电气与大连化学物理研究所达成兆瓦级模块化高效PEM电解水制氢装备及系统开发项目合作协议；同时，阳光电源发布国内首款绿氢SEP50 PEM电解槽，功率250kW，是目前国内可量产功率最大的PEM电解槽。

图表17：全球兆瓦级PEM电解水项目数量逐年增长



图表18：主要PEM电解水项目装机功率不断提升

时间	公司	地区	装机功率	主要用途
2015	西门子、林德气体	德国美国茨	6 MW	供应当地化工企业、加氢站、注入管网
2018	马克汉姆能源储存公司	加拿大安大略	2.5 MW	调节电网供应
2019	奥地利公用事业公司、西门子等	奥地利林茨	6 MW	为钢铁生产供氢
2019	壳牌、ITM能源公司	德国莱茵炼油厂	10 MW	为炼油装置供氢
2020	法液空	加拿大贝坎库尔	20 MW	为北美客户供氢

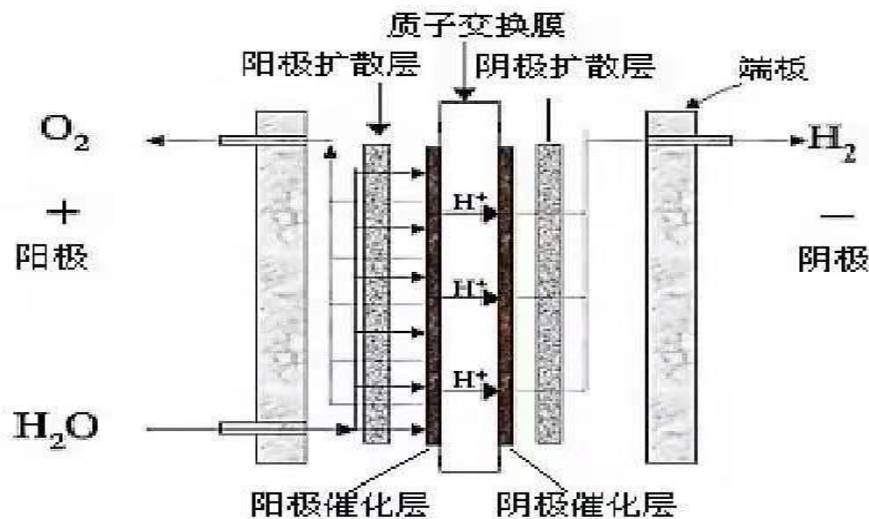
资料来源：《PEM：最具潜力的电解水制氢技术》，IEA，方正证券研究所

资料来源：IEA，方正证券研究所

1.3 质子交换膜是PEM水电解槽的核心组件

- PEM水电解槽主要内部组件由内到外依次是质子交换膜、阴阳极催化层、阴阳极气体扩散层、阴阳极端板等。其中质子交换膜、催化层与扩散层组成膜电极，是整个水电解槽物料传输以及电化学反应的主场所。
- 作为水电解槽电极的核心组件，质子交换膜不仅传导质子，隔离氢气和氧气，而且还为催化剂提供支撑，其性能的好坏直接决定水电解槽的性能和使用寿命，因此在整个设备中至关重要。

图表19：质子交换膜是PEM水电解槽核心组件



资料来源：《PEM：最具潜力的电解水制氢技术》，方正证券研究所

- 一. 氢能迎发展新机遇，PEM膜将成核心组件
- 二. 下游需求持续增长，PEM膜未来市场增量可期
- 三. 建议关注
- 四. 风险提示

2. 下游需求持续增长，PEM膜未来市场增量可期

➤ 2.1 质子交换膜应用广泛，未来市场增量可期

质子交换膜可广泛应用于燃料电池、电解水、氯碱工业等领域。近年受益于环保趋严及政府政策支持，PEM燃料电池及电解水发展迅速，国内外市场都呈现出较快的需求增长和广阔的发展前景。而燃料电池和电解水的快速发展，也将持续为质子交换膜带来市场增量。

➤ 2.2 质子交换膜具有较高性能要求，全氟磺酸PEM为目前主流应用

作为燃料电池和电解槽关键组件，质子交换膜需具备高质子电导率、高机械强度等性能。目前市面上应用较多的主要是由高度疏水碳氟主链构成的全氟磺酸PEM。由于其存在成本较高、尺寸稳定性较差等缺点，部分氟化PEM、无氟PEM和复合PEM将成质子交换膜研究新方向。

➤ 2.3 国外企业占PEM市场主导地位，国内企业进口替代空间巨大

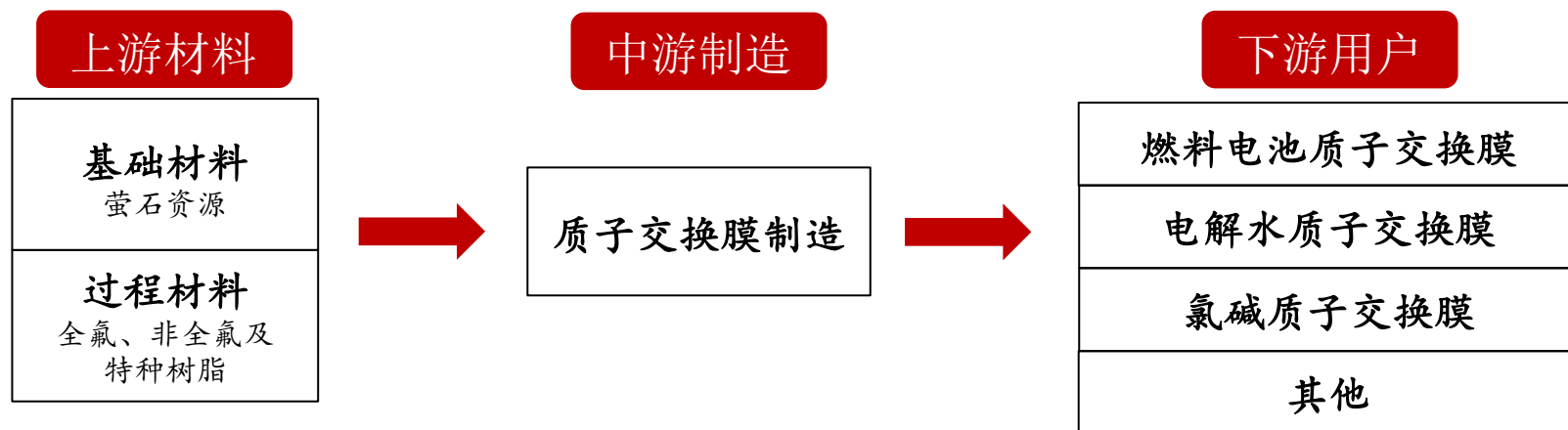
质子交换膜由于制备工艺复杂、技术要求高，长期被杜邦、戈尔、旭硝子等美国和日本少数厂家垄断。目前，国内东岳、科润等企业也积极布局，东岳150万平米质子交换膜生产线一期工程已投产，科润100万平米质子交换膜项目也已开工。随着国内技术的不断突破，国产质子交换膜实现进口替代空间巨大。

2.1 质子交换膜应用广泛

质子交换膜（PEM），也叫质子膜或者氢离子交换膜，是一种致密的离子选择性透过的膜。

- 质子交换膜上游主要包括基础材料和过程材料两个部分：基础材料即萤石，其与硫酸反应后生成氢氟酸，再和氯仿反应，生成后续树脂制备所需的原材料二氟一氯甲烷（R22）。过程材料即根据不同类型膜的要求，利用上游原材料制备可用于后续加工的各类全氟、非全氟以及特种树脂。
- 下游应用方面，质子交换膜可广泛应用于燃料电池、电解水、氯碱工业等领域。

图表20：燃料电池和电解水是质子交换膜下游主要应用领域



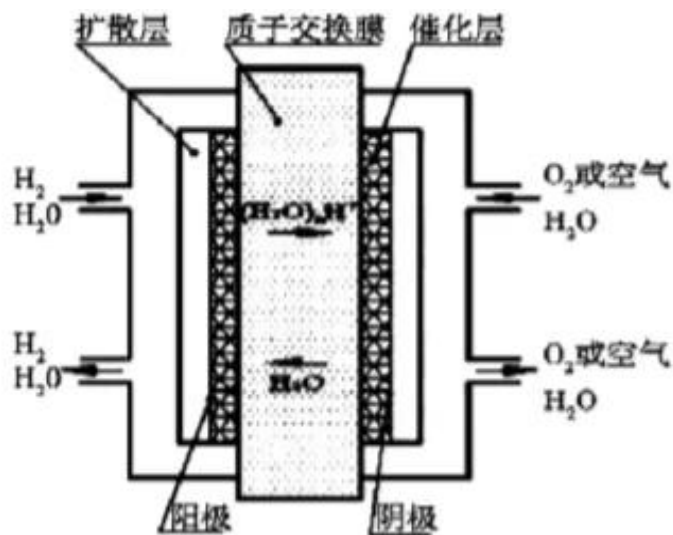
资料来源：《燃料电池用质子交换膜产业分析》，方正证券研究所

2.1 质子交换膜是PEM燃料电池的核心组成

质子交换膜不仅在电解水技术中发挥关键作用，同时也是质子交换膜燃料电池（PEMFC）核心组成之一，在燃料电池内部发挥重要作用：

- 质子交换膜不仅防止电池阴阳极接触，避免两极燃料直接反应，确保能源利用率。
- 传输氢离子，高质子电导率的PEM是电池效率的保证。
- 质子膜通过氢离子的本质是只允许水合质子（ H_3O^+ ）穿过，水合质子同质子交换膜中的磺酸基结合，然后从一个磺酸基到另一个磺酸基，最终到达另一边。电子以及阴离子都过不去。确保电子从外电路传输，达到形成电流的目的。

图表21：质子交换膜在燃料电池中起关键作用

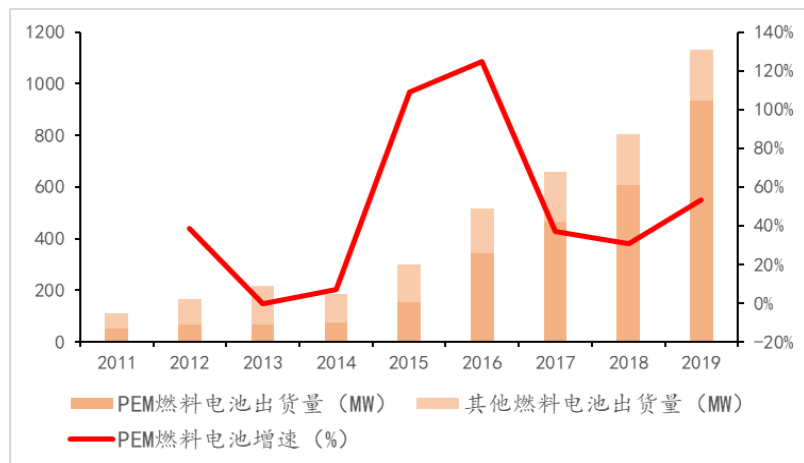


2.1 全球PEM燃料电池出货量高速增长

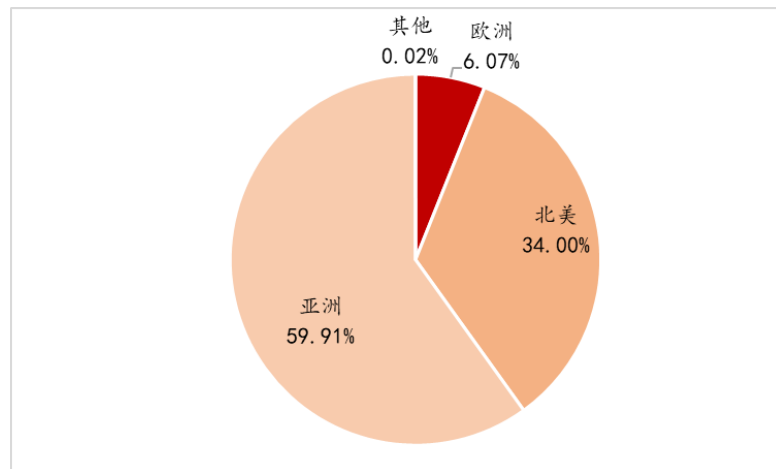
燃料电池作为质子交换膜主要应用领域，近年受益于环保趋严及政府政策支持，PEM燃料电池出货量不断提升。

- 据E4tech统计数据显示，全球燃料电池出货量从2011年的109.4MW增长至2019年的1129.6MW，年均复合增速达33.9%。其中PEM燃料电池出货量从2011年49.2MW，增长至2019年的934.2MW，年均复合增速高达44.48%，PEM燃料电池出货量占比也从44.9%进一步提升至82.7%。
- 地区分布方面，亚洲是全球燃料电池主要出货地区，2019年亚洲地区燃料电池出货量占全球总出货量的59.9%，北美地区紧随其后，占比34.0%。

图表22：PEM燃料电池出货量高速增长



图表23：亚洲是燃料电池主要出货地区



2.1 国内燃料电池未来发展前景广阔

- 国内需求方面，据中国氢能联盟在《中国氢能源及燃料电池产业白皮书2019》中统计预测，2019年全国燃料电池车产量在2000辆左右，燃料电池系统产能为1万套/年；预计到2025、2035和2050年，全国燃料电池车年产量将达5万、130万和500万辆，燃料电池系统产能也将分别达6万、150万和550万套。
- 成本方面，2019年国内燃料电池系统成本仍大于8000元/KW。预计到2025年，随着技术水平的不断提升、生产规模的扩大，燃料电池成本将降至4000元/KW；到2025年和2030年，成本将进一步降至800元/KW和300元/KW。

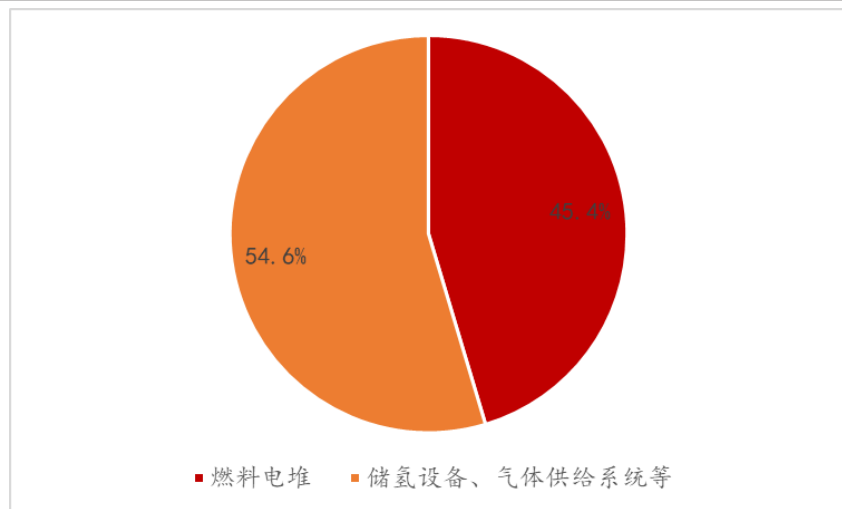
图表24：燃料电池和燃料电池车产能规模将快速增长

	2019	近期目标 (2020-2025)	中期目标 (2026-2035)	远期目标 (2035-2050)
加氢站 (座)	23	200	1500	10000
燃料电池车 (万辆)	0.2	5	130	500
燃料电池系统 (万套)	1	6	150	550
燃料电池系统 成本 (元/KW)	>8000	4000	800	300

2.1 PEM膜占电堆总成本的9%

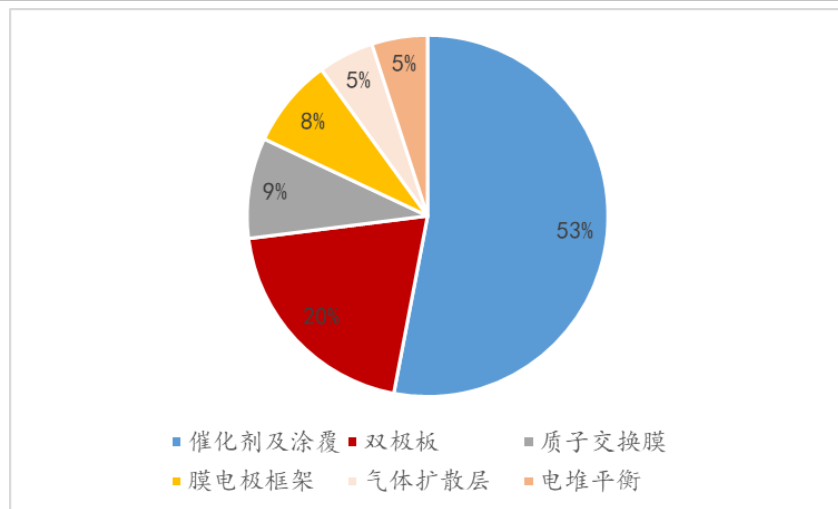
- 燃料电池成本分布方面，据美国能源部披露数据，电堆是燃料电池的主要成本来源，占整个燃料电池系统成本的比例达45.4%，其余包括储氢设备、气体供给系统等占系统总成本的比例达54.6%。
- 电堆内部来看，催化剂及涂覆是第一大成本支出，占电堆总成本的比例达53%；双极板紧随其后，占比20%；质子交换膜和膜电极框架成本占比分别为9%和8%。
- 从整体看，质子交换膜成本约占燃料电池总成本的4.08%。

图表25：燃料电池堆是燃料电池系统主要成本来源



资料来源：DOE，方正证券研究所

图表26：PEM膜占电堆总成本的9%



资料来源：DOE，方正证券研究所

2.1 燃料电池将持续为PEM膜带来市场增量

- 依据中国氢能联盟在《中国氢能源及燃料电池产业白皮书2019》中做的数据统计预测，2025年、2035年和2050年，国内燃料电池产能将分别达6万、150万和550万套，我们假设每套功率为100KW，燃料电池年产能即600万、15000和55000万千瓦。
- 同时依据中国氢能联盟对未来燃料电池系统成本的预测以及美国能源部披露的成本结构，综合测算，燃料电池应用领域每年为质子交换膜带来的市场增量将持续增长，到2025年、2035年和2050年将分别为9.80亿、49.01亿和67.39亿，非常可观。

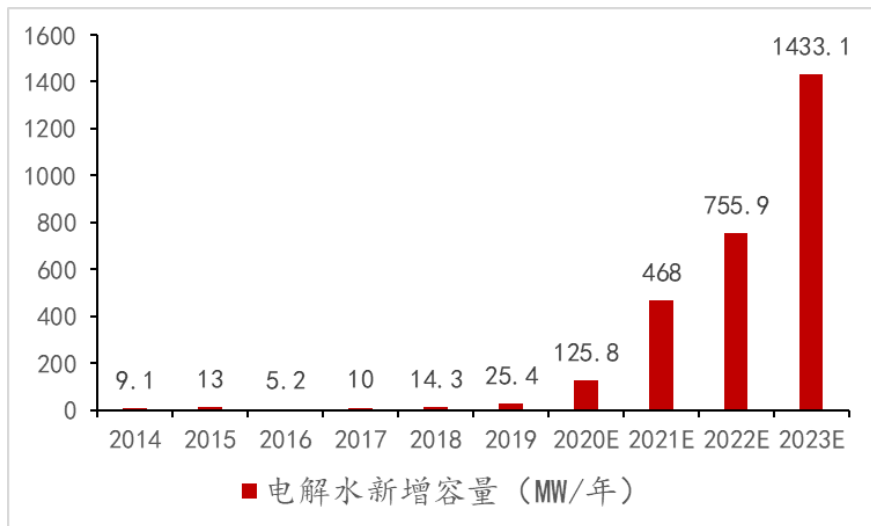
图表27：燃料电池应用将给PEM膜带来可观的市场增量

	近期目标 (2020-2025)	中期目标 (2026-2035)	远期目标 (2035-2050)
燃料电池系统成本 (元/KW)	4000	800	300
单位电堆成本 (元/KW)	1815.2	363.04	136.14
单位质子交换膜成本 (元/KW)	163.37	32.67	12.25
燃料电池年新增 (万千瓦)	600	15000	55000
市场规模 (亿元)	9.80	49.01	67.39

2.1 全球电解水新增容量高速增长

- 电解水同样是质子交换膜的一项重要应用领域。特别是近年，可再生能源飞速发展，而PEM电解制氢技术因具备快速启停优势，能匹配可再生能源发电的波动性，提高电力系统灵活性，逐步成为可再生能源发展和应用的重要方向。
- 据IEA统计数据显示，近年全球电解水年新增装机容量快速增长。2014年，全球电解水新增装机仅9.1MW；到2019年，全球电解水装置当年新增规模达25.4MW。同时，IEA根据已公布的项目数据进行预测，2020-2023年电解水年新增装机容量将呈现高速增长，到2023将达1433.1MW，较2014年相比，年均复合增速将高达75.44%。

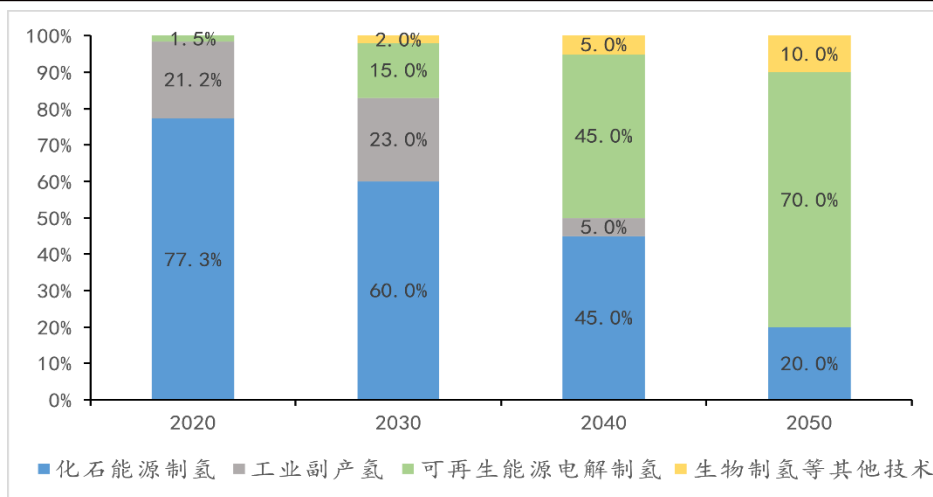
图表28：全球电解水新增容量高速增长



2.1 我国可再生能源发电制氢未来前景广阔

- 国内需求方面，据中国氢能联盟数据，2020年我国氢气得年需求量为3342万吨，而其中主要供应来源于化石能源制氢和成本较低的工业副产制氢，可再生能源电解制氢仅占总供应量的1.52%左右，约51万吨。
- 到2030年碳达峰情景下，氢气年均需求将达3715万吨，煤制氢结合CCS技术和可再生能源电解制氢将成为有效的供氢主体，可再生能源电解制氢占整体的比例也将进一步提升至15%。
- 到2050年，国内氢能市场进入远期发展阶段，氢气年需求量将达9690万吨，可再生能源电解水制氢将成为有效供氢主体，占比约达70%，而煤制氢配合CCS技术、生物制氢等其他技术将成为有效补充。

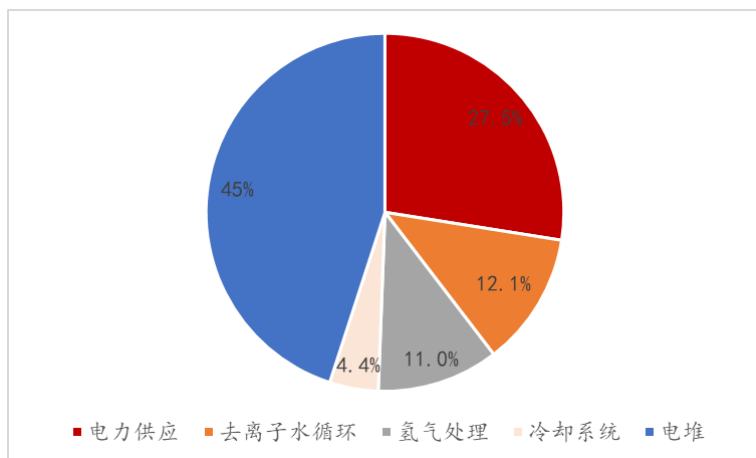
图表29：可再生能源电解制氢供给占比将不断扩大



2.1 质子交换膜占电堆总成本的15.1%

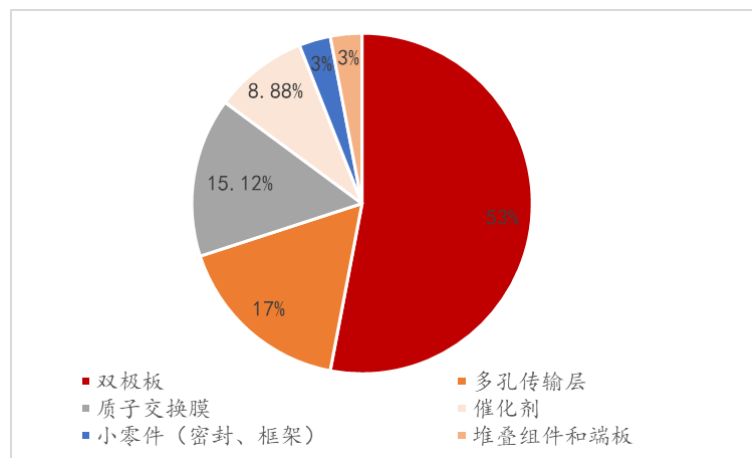
- 成本分布方面，据国际可再生能源署统计数据显示，电堆是整个电解槽装置中最大的成本支出，占总成本的45%；其次是电力供应系统和去离子水循环系统，占比分别为27.5%和12.1%。
- 电堆内部来看，双极板是成本主要来源，占电堆总成本的比例达53%；多孔传输层和质子交换膜紧随其后，分别占比17%和15.1%；而催化剂的成本占比约在8.9%。
- 从整体看，质子交换膜的成本约占电解槽总成本的6.8%。

图表30：电堆是电解槽系统中最大成本支出



资料来源：IRENA，方正证券研究所

图表31：质子交换膜占电堆总成本比例为15.1%



资料来源：IRENA，方正证券研究所

2.1 电解水将给PEM膜贡献可观的市场增量

- 依据中国氢能联盟在《中国氢能源及燃料电池产业白皮书》中做的数据统计预测，2020年、2030年和2050年，国内可再生能源电解制氢供应量将分别达51、557和6783万吨。
- 依据Hemado分析预测的电解槽装置安装成本，2020年、2030年和2050年每千克氢气电解槽装置投资成本将分别达1.8、0.7、0.2美元；结合IRENA的成本分布分析，质子交换膜成本占电解槽系统总成本的6.8%，每千克氢气在质子交换膜的成本将为0.122、0.048和0.014美元。
- 综合测算，可再生能源电解制氢在2020年给质子交换膜带来的市场增量为4.03亿人民币，而到了2030年和2050年，将可为质子交换膜市场每年带来约17.2亿和59.8亿的规模增量。

图表32：电解水应用2050年将为PEM膜市场带来59.8亿的市场增量

	2020	2030	2050
氢气需求量（万吨）	3342	3715	9690
电解制氢占比	2%	15%	70%
电解制氢量（万吨）	51	557	6783
电解槽系统成本（USD/Kg）	1.8	0.7	0.2
质子交换膜成本（USD/Kg）	0.122	0.048	0.014
PEM膜市场规模（亿美元）	0.62	2.65	9.23
PEM膜市场规模（亿元）	4.03	17.20	59.81

2.2 质子交换膜具有较高的性能要求

基于电解水和燃料电池中所起到的关键作用，高质量的质子交换膜需具备：

- 高的质子导电率，可以有效降低电池内阻，提高电流密度，从而提升整个系统的效率；
- 较好的稳定性，包括物理稳定和化学稳定，阻止聚合物链降解；
- 适度的吸水性，膜的质子导电性取决于膜结构及含水量，适度吸水性有利于提高导电性能；
- 较好的力学强度和较低的尺寸变化率，防止水吸收过程会改变膜的尺寸，造成膜与电极剥离
- 较低的气体渗透率，防止气体在电极表面发生反应，造成局部过热，影响电流效率；
- 除此之外，还应具备较高的机械强度、可加工性好以及适当的性价比。

图表33：质子交换膜主要性能要求

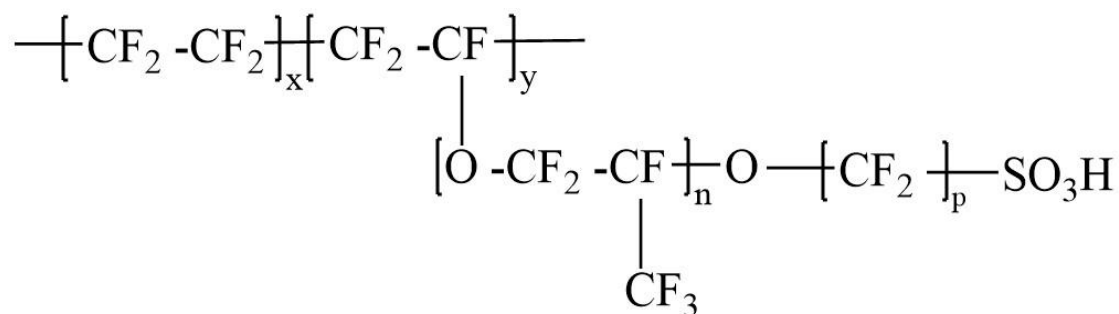
关键指标	性能
质子导电率	氢离子在一定温度、压力条件下，单位面积里传导质子的阻力，也称质子阻抗。
稳定性	指膜的热稳定性，燃料电池和电解池在高温（>100℃）下工作时，质子交换膜耐久性会下降，提高稳定性是膜性能不可或缺的部分。
水电渗系数	在燃料电池工作时，阳极会产生水，在质子运动下，水从阳极流动至阴极的线粗称为电渗迁移。
吸水性	膜的质子导电性取决于膜的结构及其含水量，含水量通常表示为干燥膜每克含水量，或为每个磺酸基中存在的水分子数。
力学强度	水吸收过程会改变膜的尺寸，燃料电池工作时会是一个持续动态的过程，对于膜的力学强度有非常高的要求。
气体渗透率	原理上，膜应对反应物组分不可渗透，防止反应物组分在参与电化学反应之前混合。因此定义其渗透率为扩散率和溶解度的乘积。

2.2 全氟磺酸PEM是目前主流应用

目前市面上主要使用的是全氟磺酸质子交换膜：

- 其主链主要是由高度疏水的碳氟骨架构成，而亲水磺酸基则分布在侧链上，这些基团容易聚在一起形成若干富离子区域，这些富离子区域彼此相连形成有利于质子传递的通道，从而形成较高的质子导电能力。而由于主链的碳氟结构，使得膜具有优异的化学稳定性、水稳定性和较高的机械稳定性。
- 结构中x, y, n, p值的不同可以衍生出具有不同离子交换容量即侧链长度的聚合物。

图表34：全氟磺酸质子交换膜以碳氟为骨架



2.2 全氟磺酸PEM具有两种生产工艺

生产技术方面，目前主流的全氟磺酸PEM最常用的加工方法有热熔融挤出成膜法和溶液流延成膜法两种方法。

- 熔融挤出法适合于连续化生产，成膜过程不使用溶剂，不会对环境造成危害。但是这种方法成膜后还需要将膜水解转型，而且只适于离子交换容量较低的离子聚合物。杜邦公司推出的第一代Nafion膜以及苏威公司的Aquivion膜都是采用熔融挤出工艺。
- 溶液成膜法则可用于离子交换容量较宽的离子聚合物成膜，该方法可以直接得到离子型的制品，制备时需要先将树脂转型后溶解于适当的溶剂中，然后进行浓缩处理再涂膜去除溶剂。溶液成膜法可以根据成膜时设备不同，选择间歇式或者连续化生产。杜邦的第二代Nafion膜以及东岳集团DF988/DF2801膜即采用此工艺。

图表35：全氟磺酸质子交换膜两种主要工艺

制备工艺	适用离子聚合物	适用生产模式	成膜过程
熔融挤出法	离子交换容量较低的离子聚合物	连续化生产	成膜过程不使用溶剂，对环境无污染；成膜后需将膜水解转型。
溶液成膜法	离子交换容量较宽的离子聚合物	间歇式/连续化生产	需先将树脂转型后溶解于适当的溶剂，然后进行浓缩处理再涂膜去除溶剂，最后需要对溶剂进行回收处理。

2.2 全氟磺酸PEM仍存改进空间

- 尽管目前全氟磺酸PEM应用最广泛，但仍存在成本较高、尺寸稳定性较差、温度升高会降低质子传导性的缺点。
- 为解决全氟磺酸PEM存在的问题，进一步提升质子交换膜的性能并降低成本，部分氟化PEM、无氟PEM和复合PEM成为质子交换膜新的研究方向。

图表36：全氟磺酸质子交换膜仍存在改进空间

膜类型	材料	优点	缺点	代表产品
全氟磺酸PEM	由碳氟主链和带有磺酸基团的醚支链构成	化学稳定性好，机械强度高，目前应用最广泛	成本较高，尺寸稳定性较差，温度升高会降低质子传导性	杜邦公司：Nafion系列膜
部分氟化PEM	主链全氟，质子交换基团一般是磺酸基团	较好的热稳定性、化学稳定性，较高的含水率，价格较全氟膜低	单体制备工艺复杂，综合性能不如全氟磺酸PEM	Ballad公司：BAM3G膜
无氟PEM (碳氢聚合物膜)	磺化芳香聚合物	良好的热稳定性，工作温度范围宽膜保水性好，加工容易，价格便宜	质子传导性差，寿命仅几千小时，难以满足要求	DAIS公司：磺化苯乙烯-丁二烯/苯乙烯嵌段共聚物膜
复合PEM	全氟的非离子化微孔介质与全氟离子交换树脂结合	改善原有膜的性质，提高机械强度和尺寸稳定性	制备工艺有待完善	戈尔公司：多孔聚四氟乙烯基底与Nafion树脂结合

资料来源：《燃料电池用质子交换膜产业分析》，方正证券研究所

2.3 国外企业在质子交换膜市场仍占主导地位

质子交换膜由于制备工艺复杂，长期被杜邦、戈尔、旭硝子等美国和日本少数厂家垄断。

- 杜邦是全球最早开发并销售质子交换膜的企业，早在1962年就开发出性能优良的全氟磺酸型质子交换膜，即Nafion系列产品，截至目前Nafion膜也是全球使用最广泛的。
- 美国戈尔具有超过25年的增强型质子膜的开发和制造经验，公司更专注于燃料电池膜的研发，其开发的SELECT系列增强型质子膜凭借超薄、耐用、高功率密度的特性，占据全球主要燃料电池市场。国内燃料电池质子交换膜市场方面，据高工氢电统计，国内生产的膜电极目前多数使用戈尔的增强复合膜，市占率在90%以上。

图表37：市场上质子交换膜产品仍以国外品牌为主

厂家	膜型号	厚度/ μm	每摩尔磷酸盐基团的聚合物干重 $E \cdot W$ 值/ $(\text{g} \cdot \text{mol}^{-1})$	特点
杜邦	Nafion™系列膜	25-250	1100-1200	全氟型磺酸膜，市场占有率高，高湿度下导电率高，低温下电流密度大，质子传到电阻小，化学稳定性强
陶氏	XUS-B204膜	125	800	含氟侧链短，难合成，价格高
戈尔	GORE-SELECT®复合膜	——	——	基于膨体聚四氟乙烯的专有增强膜技术形成的改性全氟型磺酸膜，具有超薄、耐用、高功率密度的特性，适用燃料电池
旭硝子	Flemion®系列膜	50-120	1000	支链较长，性能接近Nafion膜
旭化成	Aciplex®-S膜	25-1000	1000-1200	支链较长，性能接近Nafion膜
东岳集团	DF988/DF2801	50-150	800-1200	短链全氟磺酸膜，适用于水电解制氢、燃料电池

“慧博资讯”专业的证券研究报告大数据分享平台
资料来源：《PEM：最具潜力的电解水制氢技术》，方正证券研究所

点击进入 <http://www.hibor.com.cn>

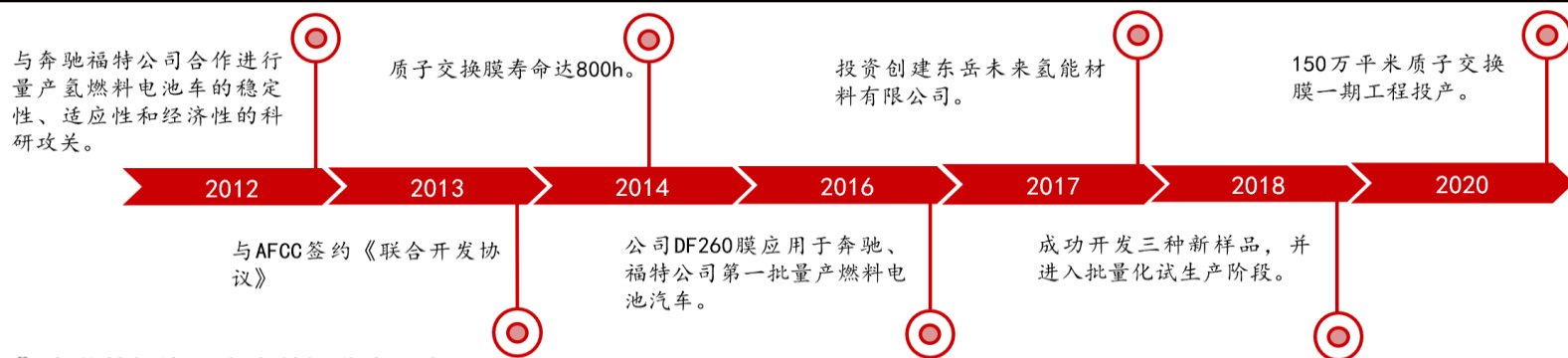
2.3 东岳集团是国内领先PEM膜生产商

国内方面，东岳、科润也积极布局。东岳集团是国内目前最为领先的质子交换膜生产厂商，由于其自身具有比较完备的氟化工产业链，在质子膜研发和制造上具有优势，目前已具备燃料电池交换膜规模化量产的能力。

- 2020年11月，东岳150万平米质子交换膜生产线一期工程投产，一期产能主要包括50万平米燃料电池交换膜，一期投产标志我国氢能核心材料质子交换膜的技术和生产规模迈入全球领先行列。剩余100万平米燃料电池膜将在三期建设，根据环评，规划建设时间为2021-2022年。
- 同时，国内另一大产商江苏科润100万平米质子交换膜项目也已于2021年2月开工，预计于2023年分两期建设完毕。

东岳150万平米生产线和科润100万平米项目，是目前国内质子交换膜规模化量产的主要运营和在建项目，随着技术的不断突破，国产质子交换膜实现进口替代，空间巨大。

图表38：东岳质子交换膜发展历史



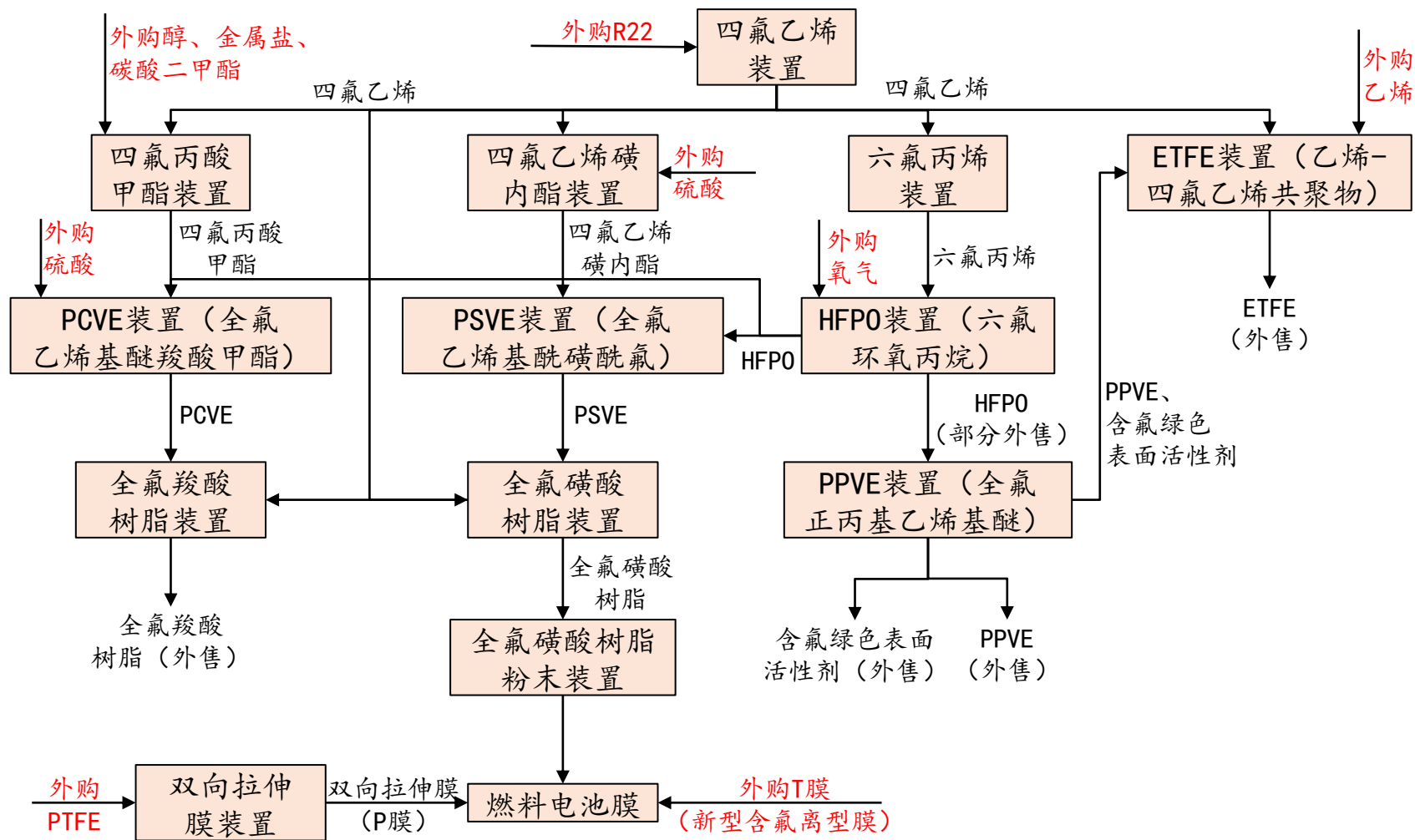
2.3 东岳150万平方米燃料电池膜项目建设情况

图表39：东岳150万平方米燃料电池膜及配套化学品产业化项目建设内容

项目	投资金额（亿元）	建设内容	规模（吨/年）	预期投产日期
一期北区	3.22	六氟环氧丙烷（HFPO）	1000	2020年已投产
		乙烯-四氟乙烯共聚物（ETFE）	500	
		全氟正丙基乙烯基醚（PPVE）	100	
		含氟绿色表面活性剂	20	
一期南区	1.00	燃料电池膜	50万平方米	2020年已投产
		微孔膜	1500万平方米	
二期北区树脂项目	0.35	全氟离子交换树脂	50	2021年12月
二期北区单体项目	1.25	全氟乙烯基醚羧酸甲酯（PCVE）	5	2022年12月
		磺内酯	50	
		甲氧基四氟丙酸甲酯	80	
		全氟乙烯基醚磺酰氟（PSVE）	50	
二期南区树脂项目	0.12	全氟磺酸树脂粉末	6	2021年12月
		全氟磺酸树脂溶液	10	
三期北区	7.50	四氟乙烯（TFE）	10000	2022年12月
		六氟丙烯（HFP）	6000	
		六氟环氧丙烷（HFPO）	4000	
		全氟正丙基乙烯基醚（PPVE）	380	
		全氟乙烯基醚羧酸甲酯（PCVE）	25	
		四氟磺内酯	950	
		甲氧基四氟丙酸甲酯	120	
		全氟乙烯基醚磺酰氟（PSVE）	950	
		全氟离子交换树脂	450	
		全氟磺酸树脂粉末	54	
三期南区	—	燃料电池膜	100万平方米	2022年12月
		新型含氟离子膜	1500万平方米	

2.3 东岳150万平方米燃料电池膜项目工艺流程

图表40：东岳150万平方米燃料电池膜项目工艺流程

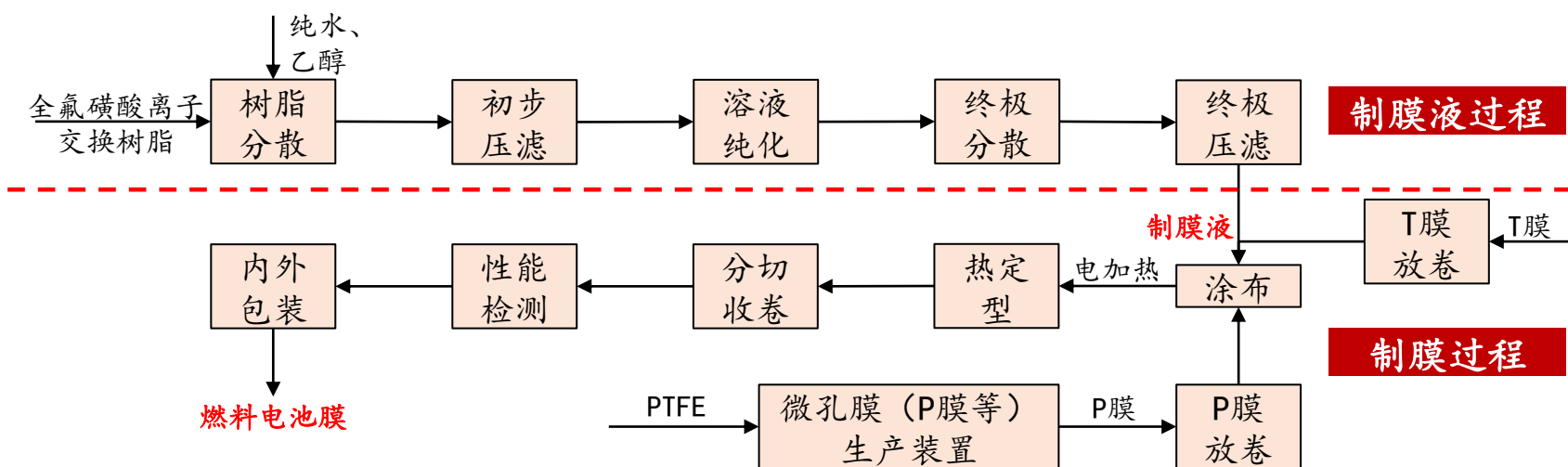


2.3 东岳燃料电池膜生产工序分两部分

东岳燃料电池膜生产工序包括制膜液和制膜两部分。

- 首先将全氟磺酸离子树脂分批次泵入分散釜内，经历初步分散、初步压滤、溶液纯化、终极分散和终极压滤5个流程后，制得制膜液。
- 在制膜过程中，首先将T膜放卷，然后将制膜液在T膜表面进行涂布，形成涂层后再在涂层中增加P膜。之后再将膜进行热定型和分切收卷，最后通过性能检测之后，即可进行包装。

图表41：东岳燃料电池膜生产分制膜液和制膜两个过程



资料来源：环评报告，方正证券研究所

“慧博资讯”专业的投资研究大数据分享平台

点击进入 <http://www.hibor.com.cn>

- 一. 氢能迎发展新机遇，PEM膜将成核心组件
- 二. 下游需求持续增长，PEM膜未来市场增量可期
- 三. 建议关注
- 四. 风险提示

图表42：质子交换膜产业链建议关注企业

行业位置	公司名称	股票代码	上市情况
质子交换膜生产企业	东岳集团	0189. HK	港交所上市
	苏州科润新材料	——	未上市
	百利科技	603959. SH	上市
上游树脂生产企业	巨化股份	600160. SH	上市
	昊华科技	600378. SH	上市
下游膜电极生产企业	美锦能源	000723. SZ	上市
	鸿基创能	——	未上市
	武汉理工氢电科技	——	未上市

资料来源：Wind，方正证券研究所

- 东岳集团是亚洲规模最大的氟硅材料生产基地、中国氟硅行业龙头企业、中国第一个氟硅材料产业园区，主要业务包括高分子材料、有机硅、制冷剂、二氯甲烷、PVC及烧碱、以及开发物业业务，是大金、三菱、海尔、海信、格力、美的等国内外著名企业的优秀供应商。
- 公司科研实力雄厚，拥有国家级企业技术中心、博士后工作站、泰山学者岗位，承担着国家重点火炬计划、国家863计划、“十一五”国家科技支撑计划以及山东省高新技术“一号工程”等重大科技项目，是全国重点高新技术企业、国家新材料产业化基地骨干企业和国家商务部、科技部确定的18个“国家科技兴贸出口创新基地”之一。
- 公司抓住氢能发展机遇，积极布局质子交换膜相关产业，目前是国内最为领先的质子交换膜生产厂商，由于公司自身具有比较完备的氟化工产业链，在质子膜研发和制造上具有优势，目前已具备燃料电池交换膜规模化量产的能力。2020年11月，公司150万平米质子交换膜生产线一期工程投产，其中主要产能包括50万平米/年燃料电池交换膜。随着氢能需求的增长以及氢能源车的快速发展，公司将持续受益。

- 苏州科润新材料公司长期致力于离子膜的研究与开发，是国内仅有的能够量产氢燃料电池用质子交换膜的企业之一。目前公司开发的全氟离子膜已在燃料电池、钒电池、电解水制氢等领域得到了广泛应用，与上海电气、国网南瑞、大力电工、北京普能、国电投等公司达成长期合作关系，产品出口日本、韩国、德国、新加坡等。并为我国钒电池行业提供了90%以上的国产全氟离子膜产品。
- 科技与创新是公司的发展动力，公司目前拥有全氟离子膜方面的技术专利40余项，研发人员占公司员工总人数一半以上。公司建立了原料选型与评测、膜料液制备、膜制备、膜性能检测、膜应用测试五大实验室，长期以来与厦门大学、北京化工大学、常州大学等高校开展技术合作，设立全球化信息部门，力求与全球最新的制膜技术同步发展。
- 2021年2月，公司全资子公司江苏科润膜材料有限公司年产100万平米质子交换膜项目顺利开工，预计于2023年分两期建设完成。本项目的投产，在填补国内在超薄质子交换膜产业化方面的空白、打通整条燃料电池国内产业链。

- 百利科技长期致力于为新能源和传统能源行业的智慧工厂提供包括工程咨询设计、专有设备制造、智能产线集成与EPC总承包服务等整体解决方案。经过近年快速发展，凭借过硬的技术，公司赢得了客户方的广泛认可，积累了大批如当升科技、贝特瑞、四川新锂想、湖南杉杉、成都巴莫、宁德时代等优质客户资源，并保持了长期、稳定的合作关系。
- 新能源汽车产业已成为国家战略性新兴产业，近年来在国家政策的鼓励下，我国新能源汽车行业获得快速发展。随着新能源汽车产业的兴起，与之相关的锂电池材料企业也获得了快速成长的机会，公司作为锂电池材料的设备供应商和整体解决方案提供商，有望利好。
- 氢能是能源结构转型的重要方向，加快发展氢能产业，是应对全球气候变化、保障国家能源供应安全和实现双碳战略的必然选择。虽然氢能源市场仍处于政策驱动阶段，但进入2020年以来，国家开始密集出台政策指导，产业加速信号明显。公司主动抓住氢能发展机遇，在陕西铜川布局氢燃料电池高温质子膜电极及核心装备一体化项目，同时筹备在上海和山东布局氢燃料电池质子交换膜项目。

- 巨化股份是国内氟化工领先企业，经过20余年的创新发展，逐步形成了国内完整的氟化工产业链，同时形成了适度自我配套保障、集约协同效应明显的国内领先的氟氯化工新材料产业基地。公司竞争模式由单一产品竞争向产业竞争、产业集群竞争转变，为公司低成本运营、低本发展、产业高端化延伸积淀了坚实支撑。
- 公司坚持人才立企，依托产业平台、研发平台、创业平台积极引进行业领军人才团队，同时积极培养内部各层次、梯队人才，人才优势不断累积。同时，公司地处浙、赣、皖萤石资源丰富中心区域，紧靠江西硫铁矿资源密集区，萤石、AHF就近采购便利，具有发展氟化工的先天资源优势。
- 公司R22和HFP等产品是下游生产质子交换膜的重要原材料。在双碳战略背景下，我国能源结构势必向低碳化转型，氢能及燃料汽车需求将大幅增长，而质子交换膜作为电解制氢和燃料电池的核心原件，必将快速发展，这也将带动对上游氟材料的需求。

资料来源：公司公告，公司官网，方正证券研究所

- 昊华科技是中国化工旗下科技型企业，通过收购大股东中国昊华下属12家优质化工科技型企业，转型升级为先进材料、特种化学品及创新服务供应商。目前，公司形成多领域的“高技术产品+技术服务”多维协同的业务模式，打造以氟化工为核心业务，同时发展特种气体、特种橡塑制品等成长产业的立体化产业结构。
- 公司下属西南化工研究设计院长期从事含碳工业尾气净化、分离与资源化利用技术研发与成果推广，技术优势明显。公司是“二氧化碳捕集，利用与封存产业技术创新战略联盟”的发起单位之一，并参与了由中国神华集团牵头的国家科技支撑项目（30万吨煤制油工程高浓度二氧化碳捕集与地质封存技术开发及示范），随着碳捕集市场需求进一步提升，公司有望获得新的盈利增长点。
- 公司以萤石资源为起点，打造完整氟材料产业链，延伸出含氟制冷剂、含氟聚合物、含氟精细化学品及无机氟化物四大产品体系。氟材料是质子交换膜主要原材料，随着氢能产业加速发展，电解水和燃料电池都将增加对质子交换膜的需求，这也将支撑上游氟材料需求增长。

- 美锦能源主要从事煤炭、焦化、天然气、氢燃料电池汽车为主的新能源汽车等商品的生产销售，具备“煤-焦-气-化-氢”一体化的完整产业链，形成循环经济优势，可以有效应对行业波动，提高企业经营效率，有利于公司的长远发展。
- 公司是全国最大的独立商品焦和炼焦煤生产商之一，拥有储量丰富的煤炭和煤层气资源，且基本上属于优质的炼焦煤。同时，公司与河钢集团有限公司、唐山燕山钢铁有限公司等大型钢铁企业建立了长期稳定的合作关系，逐步将资源优势转为产业优势。
- 公司在氢能产业链进行广泛布局，布局了氢燃料电池汽车、膜电极等生产基地，目前已形成“膜电极MEA-氢燃料电池电堆-氢燃料电池动力系统总成-整车制造+加氢站”较为完整的产业链。随着双碳战略和氢能规划的逐步落地，公司氢能业务将迎来发展高峰期。

资料来源：公司公告，公司官网，方正证券研究所

- 鸿基创能长期致力于质子交换膜燃料电池用高性能膜电极的研发，是我国首家实现质子交换膜燃料电池膜电极（MEA）大规模产业化的企业，为国内外燃料电池厂商提供低成本、高性能的膜电极核心组件，填补国内在该领域的空白。
- 公司重视研发创新，成立全资子公司鸿基氢能研究院，聚集世界顶尖燃料电池研发人才，整合燃料电池上下游的高新产业，利用人才的集聚效应，实现MEA自主研发、产业聚集、市场应用和技术研发。公司核心技术团队成员均具有丰富的燃料电池及膜电极产业化经验，整个技术团队技术专长覆盖了催化剂、质子交换膜、碳纸、全氟磺酸树脂、膜电极生产和封装、CCM精密涂布、膜电极及电堆测试等。随着燃料电池汽车的逐步推广，鸿基创能的技术和规模优势将助力公司赢得更大市场空间。

资料来源：公司官网，方正证券研究所

- 武汉理工氢电科技前身为武汉理工新能源有限公司，致力于质子交换膜燃料电池膜电极及燃料电池模块的开发、生产与销售，目前建成了一条质子交换膜燃料电池膜电极生产线，其产品已向北美及国内市场销售。
- 公司依托武汉理工大学在质子交换膜燃料电池关键材料、核心组件、燃料电池发动机及燃料电池汽车等方面的优势，拥有多项专利技术、国际先进水平的研发条件、以及极强的科技创新能力。
- 公司率先开发出基于CCM技术的膜电极，致力于膜电极研发和产业化，2012年承担的国家科技支撑计划项目通过验收，完成国内首条膜电极自动化产线开发；2019年自动化膜电极生产线建成投产。同时，公司注重通过工艺设备升级来降本提效，随着国内氢电政策及膜电极市场份额的扩大，像武汉理工氢电科技这样具有先发优势的企业将获发展先机。

资料来源：公司官网，高工氢电，方正证券研究所

- 一. 氢能迎发展新机遇，PEM膜将成核心组件
- 二. 下游需求持续增长，PEM膜未来市场增量可期
- 三. 建议关注
- 四. 风险提示

- 经济下行风险；
- 原料价格波动风险；
- 项目投产进度不及预期；
- 环保及安全生产风险；
- 同行业竞争加剧风险；
- 终端产品价格大幅波动。

分析师声明

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，保证报告所采用的数据和信息均来自公开合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解，本报告清晰准确地反映了作者的研究观点，力求独立、客观和公正，结论不受任何第三方的授意或影响。研究报告对所涉及的证券或发行人的评价是分析师本人通过财务分析预测、数量化方法、或行业比较分析所得出的结论，但使用以上信息和分析方法存在局限性。特此声明。

免责声明

本研究报告由方正证券制作及在中国（香港和澳门特别行政区、台湾省除外）发布。根据《证券期货投资者适当性管理办法》，本报告内容仅供我公司适当性评级为C3及以上等级的投资者使用，本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。若您并非前述等级的投资者，为保证服务质量、控制风险，请勿订阅本报告中的信息，本资料难以设置访问权限，若给您造成不便，敬请谅解。

在任何情况下，本报告的内容不构成对任何人的投资建议，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需求，方正证券不对任何人因使用本报告所载任何内容所引致的任何损失负任何责任，投资者需自行承担风险。

本报告版权仅为方正证券所有，本公司对本报告保留一切法律权利。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，不得将报告内容作为诉讼、仲裁、传媒所引用之证明或依据，不得用于营利或用于未经允许的其它用途。如需引用、刊发或转载本报告，需注明出处且不得进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

公司投资评级的说明

强烈推荐：分析师预测未来半年公司股价有20%以上的涨幅；

推荐：分析师预测未来半年公司股价有10%以上的涨幅；

中性：分析师预测未来半年公司股价在-10%和10%之间波动；

减持：分析师预测未来半年公司股价有10%以上的跌幅。

行业投资评级的说明

推荐：分析师预测未来半年行业表现强于沪深300指数；

中性：分析师预测未来半年行业表现与沪深300指数持平；

减持：分析师预测未来半年行业表现弱于沪深300指数。

专注 专心 专业

方正化工团队 李永磊 (liyonglei@foundersc.com)
董伯骏 (dongbojun@foundersc.com)
赵小燕 (zhaoxiaoyan@foundersc.com)
郭天逸 (guotianyi@foundersc.com)
乔昱焱 (qiaoyuyan@foundersc.com)
感谢 汤永俊、张萍 对本报告的贡献



方正证券研究所

北京市西城区展览路48号新联写字楼6层
上海市静安区延平路71号延平大厦2楼
上海市浦东新区世纪大道1168号东方金融广场A栋1001室
深圳市福田区竹子林紫竹七道光大银行大厦31层
广州市 黄埔大道西638号农信大厦3A层方正证券
长沙市天心区湘江中路二段36号华远国际中心37层

“慧博资讯”专业的投资研究大数据分享平台

点击进入  <http://www.hibor.com.cn>