



中国石油天然气管道工程有限公司



阴离子交换膜（AEM）电解水制氢产品

中国石油天然气管道工程有限公司

吴梦南



contents

目录

一

背景与意义

二

阴离子交换膜电解水制氢技术

三

阴离子交换膜电解水制氢产品

四

产品需求与落地

五

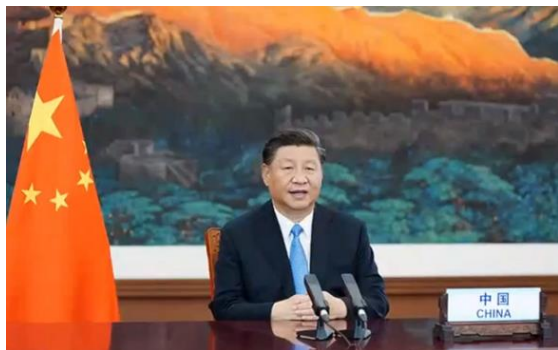
公司介绍



□ 氢能利用是实现“碳达峰、碳中和”目标的重要手段

国家主席习近平在第七十五届联合国大会一般性辩论上向国际社会作出碳达峰、碳中和的郑重承诺。“二十大报告”提出，积极稳妥推进碳达峰碳中和，立足我国能源资源禀赋，坚持先立后破，有计划分步骤实施碳达峰行动，深入推进能源革命。

氢能是构建现代能源体系的重要方向。氢能是一种来源广泛、清洁无碳、灵活高效、应用场景丰富的二次能源，一方面，氢能可与太阳能、风能等可再生能源高效耦合，实现清洁能源跨空间、跨周期储存；一方面，可以促进交通、冶金、化工等传统行业实现深度脱碳，氢能正逐渐成为全球能源转型发展的重要载体之一。



“中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和。”

——习近平

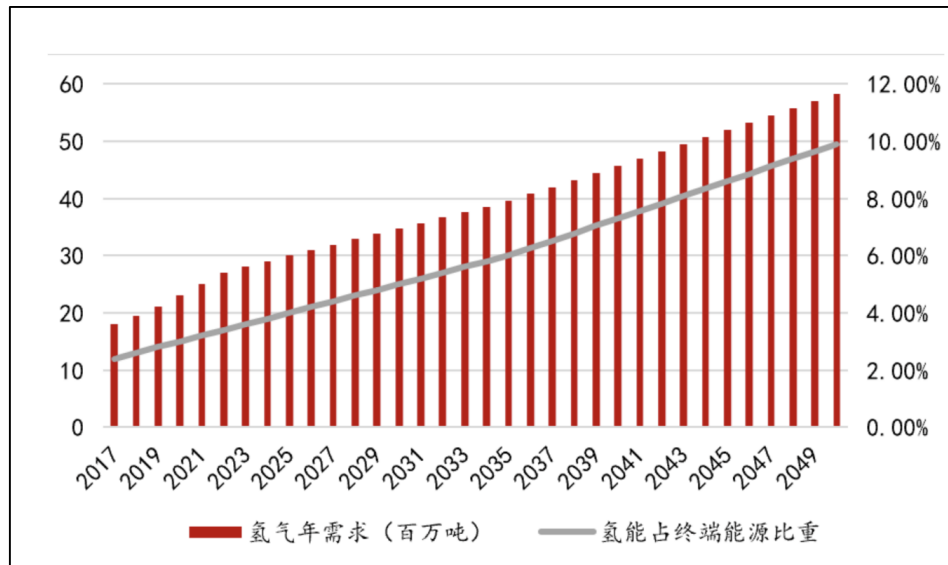
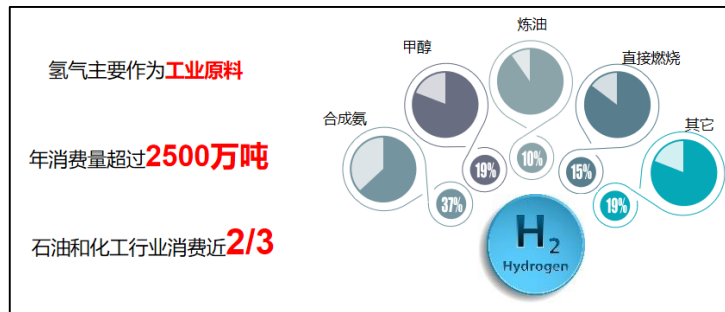
七十五届联合国大会一般性辩论

2020年9月22日



□ 氢能在石油和化工行业应用广泛，以灰氢和蓝氢为主

- 据统计，2020年我国氢能产量和消费量均已突破2500万吨，其中石油和化工行业消费近2/3。
- 到2050年我国氢能年需求量将达到6000万吨，在我国终端能源占比将超10%。
- 石油和化工行业中，氢气主要以灰氢和蓝氢为主，绿氢是未来氢能发展的方向，电解水制氢，特别是可再生能源耦合电解水制氢是获得绿氢的重要方式。





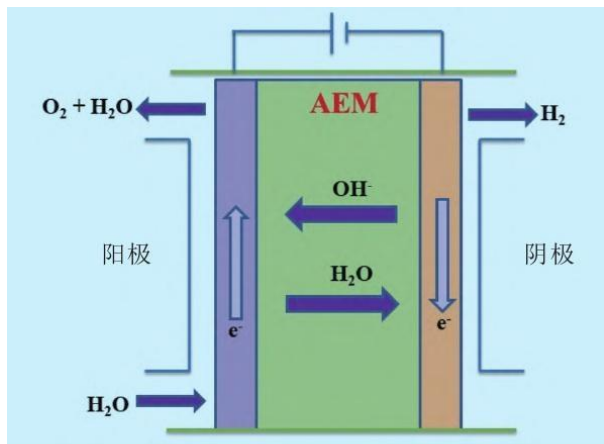
□ 阴离子交换膜（AEM）解水制氢技术受到广泛关注

- 可再生能源制氢技术中，电解水制氢的转化效率更高，制氢过程更环保；大规模应用前景更加广泛。
- 现电解水制氢技术中，碱性电解水（AWE）制氢设备启停速度慢、适应风/光等可再生能源波动性较差；质子交换膜（PEM）电解水制氢设备需要贵金属催化剂和昂贵质子交换膜。
- **阴离子交换膜（AEM）解水制氢技术，能够综合碱性电解水制氢催化剂成本低以及质子交换膜电解水制氢设备结构紧凑、占地面积小的优势，并摒弃掉上述的劣势，受到业内广泛性关注。**

	碱性电解水技术	质子交换膜电解水技术	阴离子交换膜电解水技术
电解质隔膜	30%KOH石棉膜	质子交换膜	阴离子交换膜
电流密度/(A/cm ²)	<0.8	1~4	1~2
电耗/效率(kWh/Nm ³ H ₂)	45-5.5	4.0-5.0	-
工作温度/°C	≤90	≤80	≤60
产氢纯度	≥99.8%	≥99.99%	≥99.99%
相对设备体积	1	~1/3	-
操作特征	需控制压差,产气需脱碱	快速启停,仅水蒸气	快速启停, 仅水蒸气
可维护性	强碱腐蚀强	无腐蚀性介质	无腐蚀性介质
环保性	石棉膜有危害	无污染	无污染

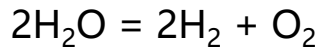
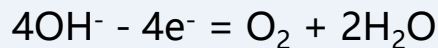
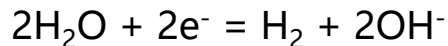


□ 阴离子交换膜电解水制氢原理



AEM 电解槽原理示意

阴离子交换膜电解槽制氢原理如下：碱液首先进入阴极室中， H_2O 得到电子生成 H_2 和 OH^- ， OH^- 可穿过阴离子交换膜到达阳极室，失去电子生成氧气，具体反应方程式如下：



核心
部件



适配大电流密度的催化剂合成与宏量制备技术

具备高效离子传导性和长效稳定性的隔膜制备技术

具备高能量转化效率的的电解槽构建技术

技术
研发



contents

目录

一

背景与意义

二

阴离子交换膜电解水制氢技术

三

阴离子交换膜电解水制氢产品

四

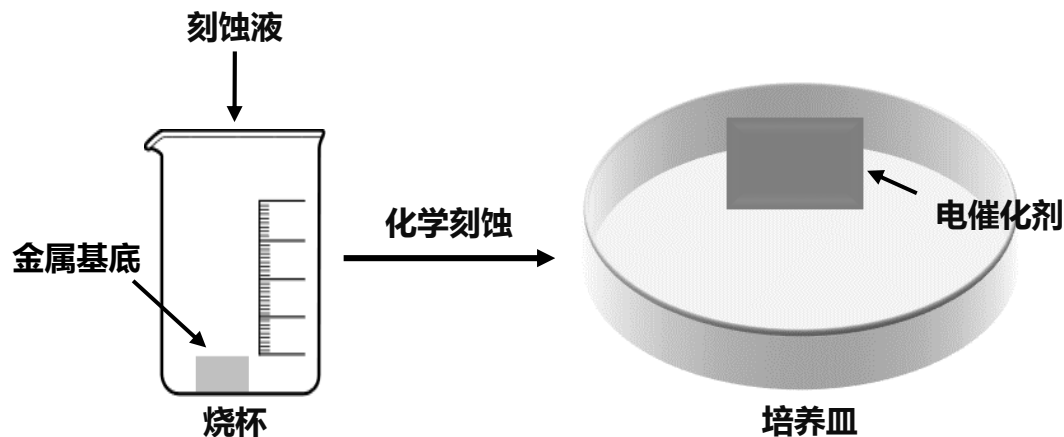
产品需求与落地

五

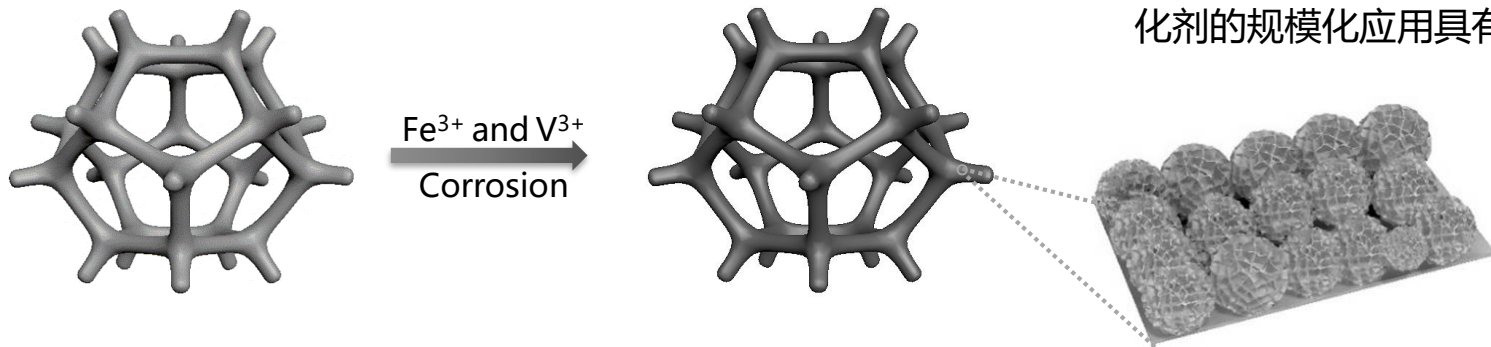
公司介绍



□ 电催化剂

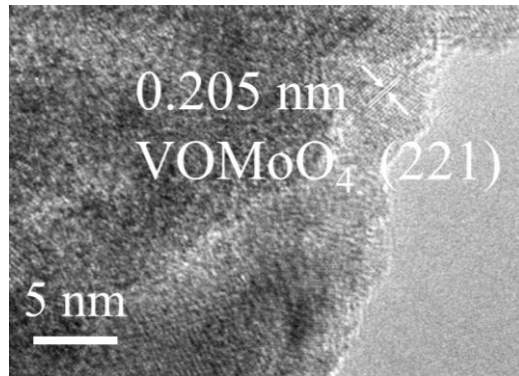
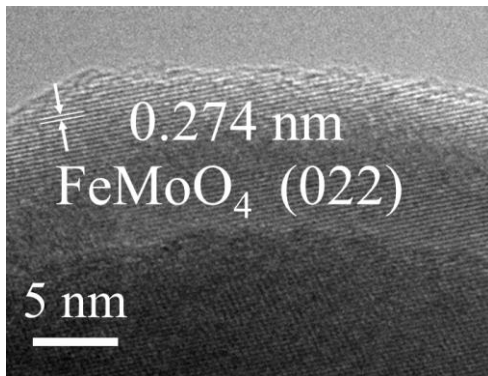
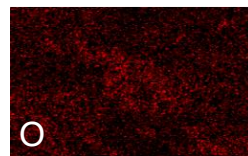
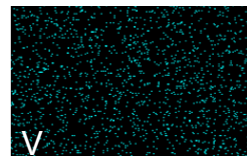
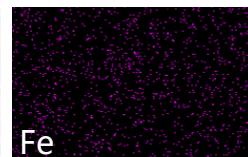
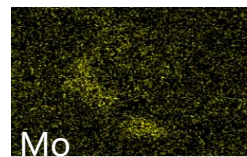
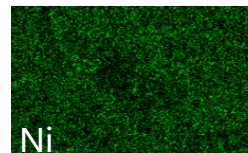
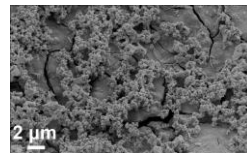
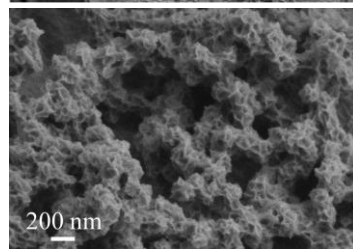
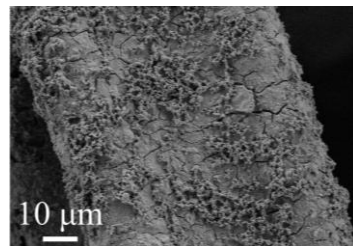
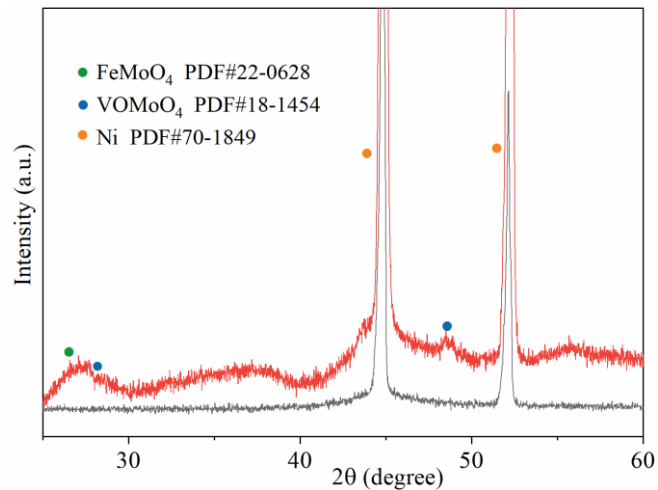


- **化学刻蚀原理**: Ni^{2+}/Ni (0.25 V) 和 $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ (0.77 V) 还原电位的不同使得刻蚀反应得以进行。新生成的 Ni^{2+} , Fe^{2+} 和 V^{3+} , 可以形成氢氧根复合物。
- 相较于传统水热法或退火处理, 化学刻蚀法在常温常压下进行, 没有任何复杂程序, **既节能又省时**。对于该催化剂的规模化应用具有重要意义。





□ 电催化剂

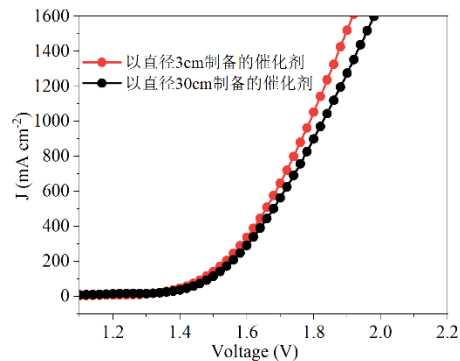
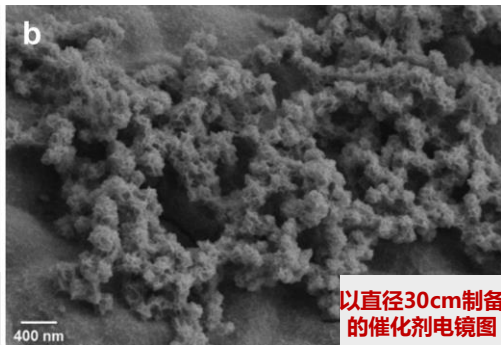
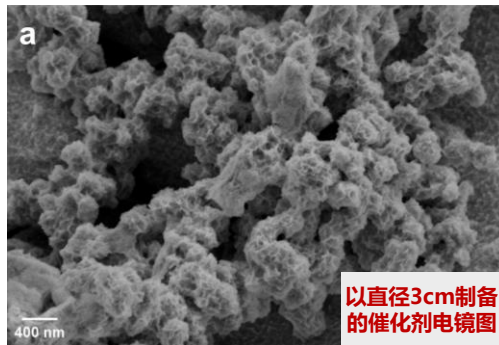
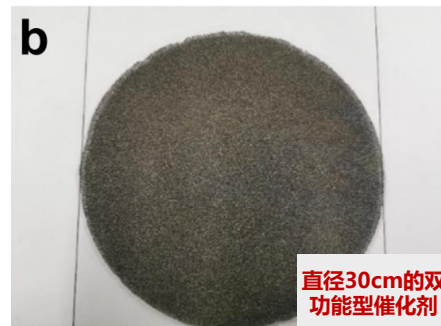
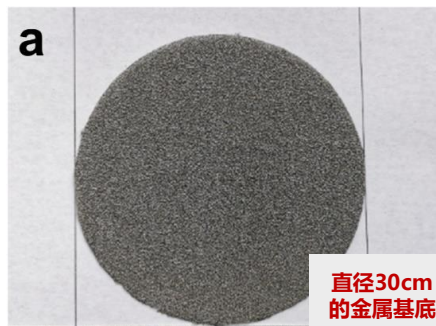


- 催化剂是负载在镍钼基底上的 **FeMoO₄-VOMoO₄复合物**。
- FeMoO₄-VOMoO₄复合物是一簇簇堆垛的**纳米花结构**。



□ 电催化剂

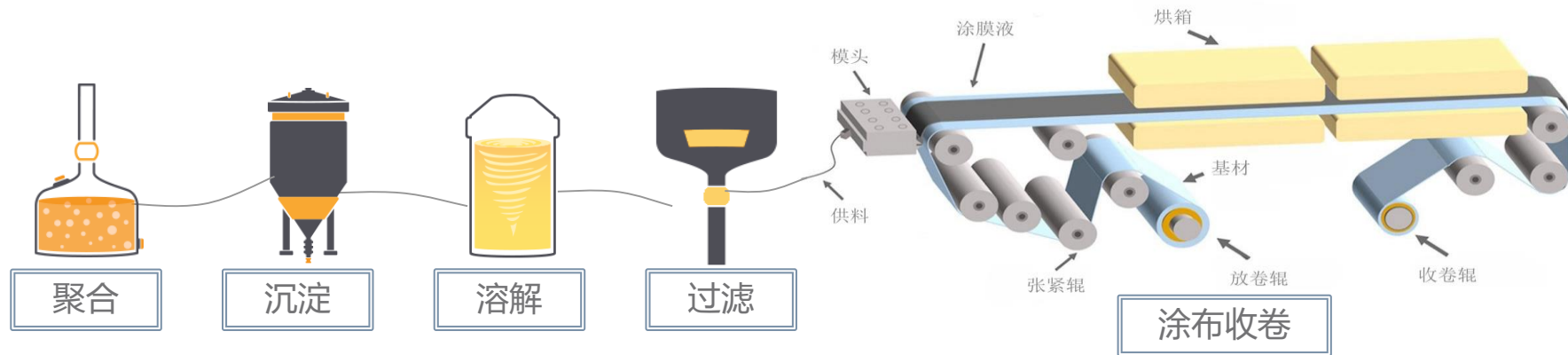
- 研发大规模简易制备催化剂的化学刻蚀液配方，形成催化剂宏量制备技术，将催化剂的制备由直径3cm放大到直径30cm，且大面积制备对样品电催化全分解水性能的影响可忽略。





□ 阴离子交换膜

- 研发出具备高效 OH^- 离子传导性和长效稳定性的阴离子交换膜，形成阴离子交换膜的研发与全套制备能力，隔膜的制备宽幅可达50cm。



此外，由于阳离子基团在电化学环境中的不可逆降解，限制了阴离子交换膜的使用寿命。离子溶剂膜采用了一种不含离子基团的结构，通过移动离子对来实现离子的输运，因此，**本公司储备离子溶剂膜的研发与制备技术。**



□ 阴离子交换膜



阴离子交换膜



离子溶剂膜

性能	阴离子交换膜
厚度	75±5μm
离子电导率	~60 mS/cm
溶胀率	≤20%
阻抗	15±5mΩ/cm ²
拉伸强度	≥40MPa
稳定性	3000h

性能	离子溶剂膜
厚度	75±5μm
离子电导率	~40 mS/cm
溶胀率	≤20%
阻抗	20±5mΩ/cm ²
拉伸强度	≥120MPa
稳定性	3000h

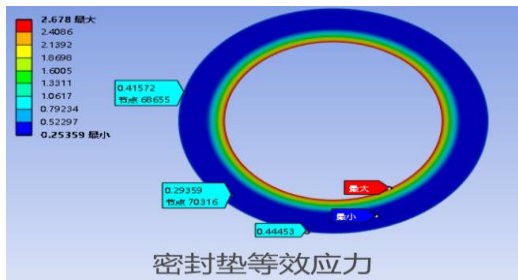
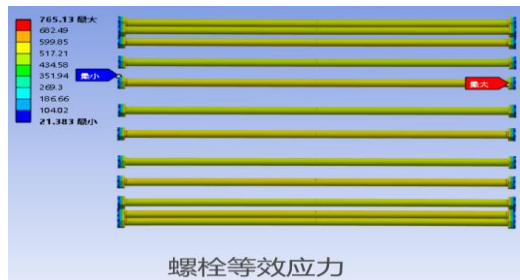
注：测试条件为25±5℃,60±10% RH



□ 电解槽仿真分析

结构力学分析：

- 利用有限元分析，对电解槽进行结构力学仿真。螺栓顶面设定固定支撑，每个螺栓分别给予500N·M的预紧力，求解在60个小室的工况下查看等效应力。
- 等效应力最大位置和最小位置是设备最值得关注的两处位置，等效应力的最大值直接关系到结构的承载能力；过低的应力表明结构在该区域存在冗余或设计不足，影响设备整体性能。此外，低应力区域也可能成为裂纹扩展的起点，特别是在存在应力腐蚀等环境因素的情况下。
- 最大等效应力为765.13Mpa，发生在螺栓上，最小应力为0.25359Mpa，发生在密封垫上。根据螺栓和密封垫的材料特性数据得出，该工况满足要求，这对于保障电解槽的安全运行具有重要意义。



等效应力数据表

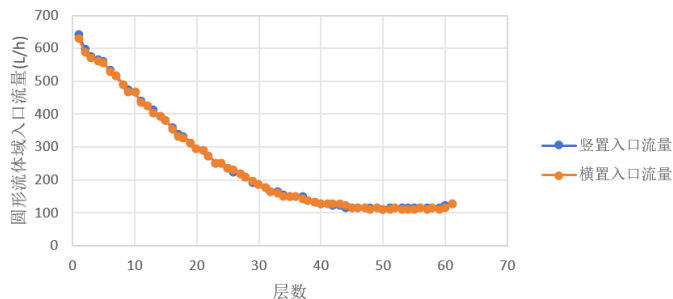
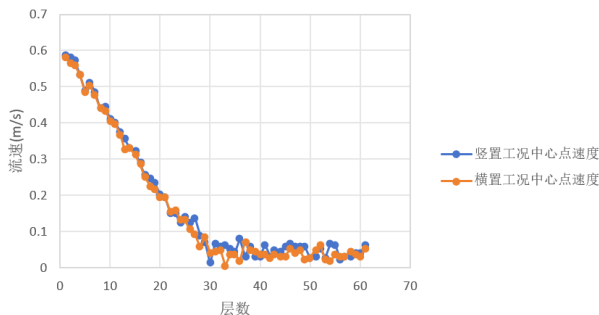
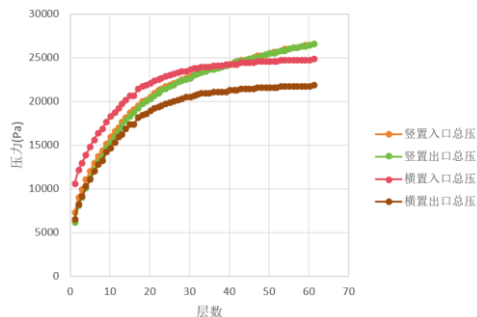
最大值	765.13Mpa	最大值位置	螺栓螺母
最小值	0.25359Mpa	最小值位置	密封垫
螺栓最小应力	21.383Mpa	密封垫最大应力	2.678Mpa



□ 电解槽仿真分析

流场分析：

- 利用有限体积法，对于电解槽内的纯粹流动行为进行了模拟仿真。通过三维域中的仿真计算，得到了在恒定入口流速下的电解槽内部的流速分布。
- 从单室进出口总压、中心流速以及入口流量来看，**竖置和横置两种工况对于流速几乎没有影响，无需考虑其对流速的影响**，流速大小只与管道入口流量有关。



竖置和横置工况下入口及出口总压图 竖置和横置工况下不同层中心点流速图

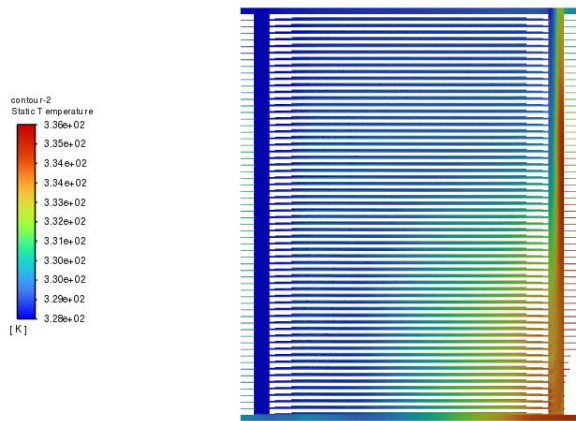
竖置和横置工况下不同层不同层入口流量图



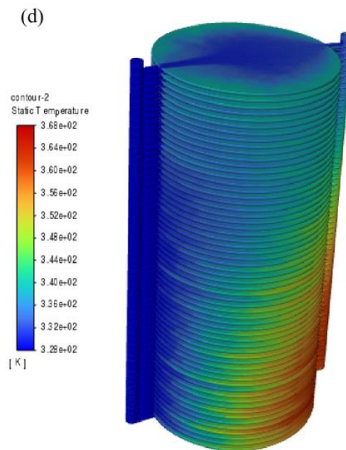
□ 电解槽仿真分析

热场分析:

- 利用有限体积法，基于热力学模型，对电解槽内部流场的液体和热量输送进行了模拟仿真。
- 入口流量的变化对整槽温度分布影响很大，随着入口流量的降低，底层单室的热量堆积情况愈发严重，所以初始入口流量不宜太低。
- 入口流速0.8846m/s工况下，有一半以上的单室面升温超过10℃，有20%的单室面升温超过20℃。整槽温升幅度极大，对电解槽可靠性要求极高，所以初始入口流速不能设置太低，有安全风险。



入口温度
328.15K-入口流
速4.423m/s工
况下整槽中心剖
面温度图



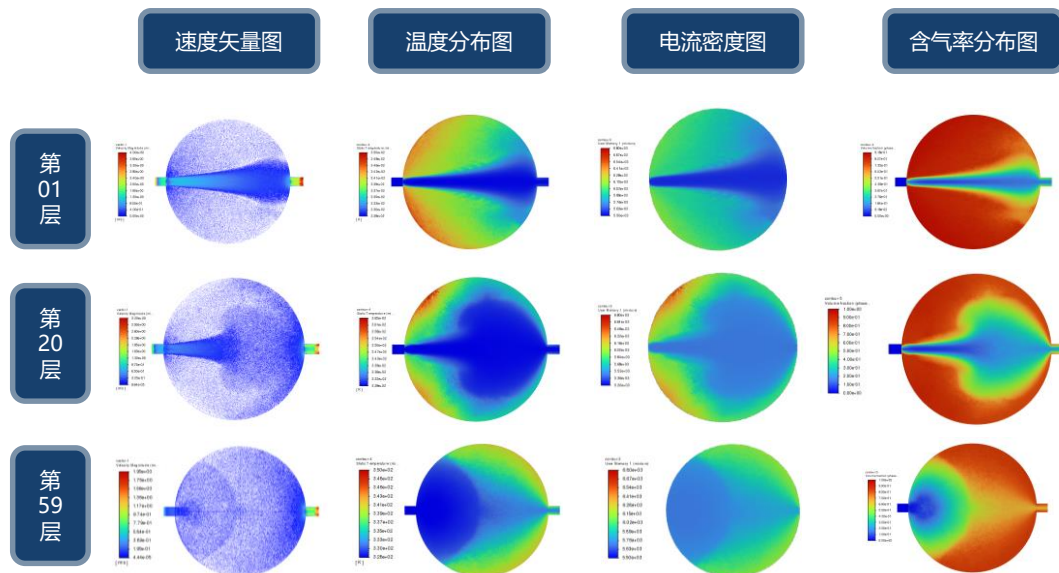
入口温度
328.15K-入口流
速0.8846m/s工
况下整槽温度分
布图



□ 电解槽仿真分析

两相流耦合电化学分析：

- 利用有限体积法，对电解槽单片内部流场的气体、液体和热量输送进行了模拟仿真，得到电解槽内部不同层单室在恒定总电流下的速度矢量、温度分布、电流密度分布和含气率分布。
- 单室的温度分布规律相较于整槽热流场仿真有所变化，中上部的单室热量都聚积在入口处两侧的壁面上，受产气影响，上层单室的流体从入口进入后也出现了明显的扩散，底部单室因为流速很低，受扩散影响较小，整体呈均匀流动，热量依旧聚集在出口处两侧。电流密度分布与温度分布有着强相关性，含气率分布与流动状态有着强相关性。





contents
目录

一

背景与意义

二

阴离子交换膜电解水制氢技术

三

阴离子交换膜电解水制氢产品

四

产品需求与落地

五

公司介绍



□ 阴离子交换膜电解水制氢产品

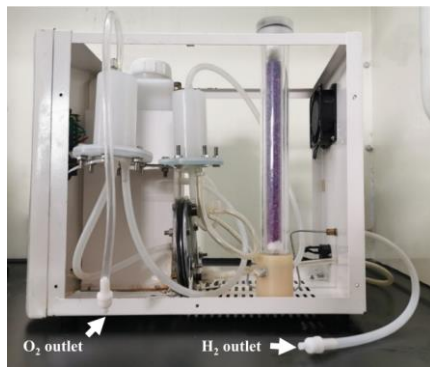
基于电催化剂、阴离子交换膜以及电解槽模拟的三维立体式研发策略，形成系列阴离子交换膜电解水制氢产品。目前已形成单台电解水产品的制氢指标为 $10\text{Nm}^3/\text{h H}_2$ ，高于市面已推出的同类型制氢指标为 $2\text{Nm}^3/\text{h H}_2$ 产品，并在抓紧研发制氢指标为 $200\text{Nm}^3/\text{h H}_2$ 的阴离子交换膜电解水产品。



催化剂/交换膜测试平台

制氢指标：6L/h

应用场景：高校、科研机构研发
用



CPPE-0.018m³型

制氢指标：18L/h

应用场景：家用吸氢机、气相色谱



CPPE-10m³型

制氢指标：10Nm³/h

应用场景：分布式制氢、纯氢/
掺氢测试平台



CPPE-200m³型

制氢指标：200Nm³/h

应用场景：可再生能源弃电消纳、
氢储能电站等



□ 阴离子交换膜电解水制氢产品

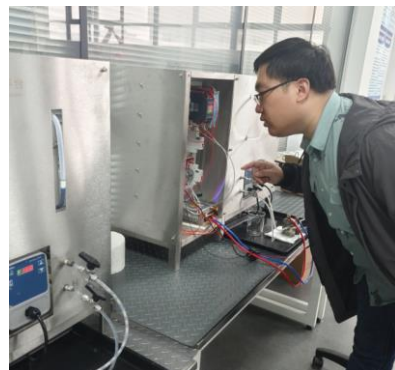
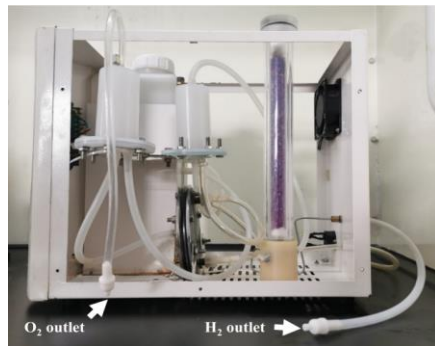
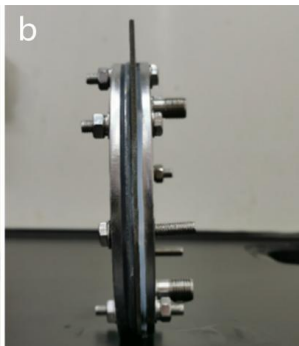
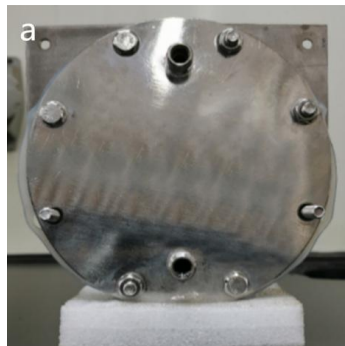
基于电催化剂、阴离子交换膜以及电解槽模拟的三维立体式研发策略，形成系列阴离子交换膜电解水制氢产品。目前已形成单台电解水产品的制氢指标为 $10\text{Nm}^3/\text{h H}_2$ ，高于市面已推出的同类型制氢指标为 $2\text{Nm}^3/\text{h H}_2$ 产品，并在抓紧研发制氢指标为 $200\text{Nm}^3/\text{h H}_2$ 的阴离子交换膜电解水产品。

型号/参数	催化剂/交换膜测试平台	CPPE-0.018m ³ 型	CPPE-10m ³ 型	CPPE-200m ³ 型
制氢指标	6L/h	18L/h	10Nm ³ /h	200Nm ³ /h
出口压力	0.2MPa~1MPa	0.2MPa	常压~3MPa	常压~10MPa
电流密度	8000±30 A/m ²	8000±30 A/m ²	8000±30 A/m ²	10000±50 A/m ²
平均能耗	/	4.26kWh/Nm ³ H ₂	4.26kWh/Nm ³ H ₂	3.96kWh/Nm ³ H ₂
负荷适应范围	/	/	20%~120%	10%~120%
冷热启停时间	/	/	热启动≤90s，冷启动≤8min	热启动≤50s，冷启动≤4min
适应场景	高校、科研机构研发用	家用吸氢机、气相色谱	分布式制氢、纯氢/掺氢测试平台	可再生能源弃电消纳、氢储能电站等



□ 阴离子交换膜电解水制氢产品

团队成员开展电催化剂和阴离子交换膜电解槽的研发工作：





□ 阴离子交换膜电解水制氢产品

产品优势：

低功耗：直流功耗 $4.26\text{kWh/Nm}^3\text{H}_2$ ，低于行业平均水平 $4.5\text{kWh/Nm}^3\text{H}_2$ ；

高出口压力：氢气出口压力提升至 3.0MPa ，有效解决制氢后的增压问题；

新型催化剂和隔膜产品：适配大电流密度工作环境的催化剂；高离子传导性和长效稳定性的阴离子交换膜。

型号/参数	德国Enapter	深圳稳石氢能	本团队产品
制氢指标	500 NL/h	$2\text{Nm}^3/\text{h}$	$10\text{Nm}^3/\text{h}$
出口压力	35 barg	1.6MPa	常压~ 3MPa
电流密度	—	—	$8000\pm 30\text{ A/m}^2$
平均能耗	$4.8\text{kWh/Nm}^3\text{H}_2$	$4.5\text{kWh/Nm}^3\text{H}_2$	$4.26\text{kWh/Nm}^3\text{H}_2$
氢气纯度	99.9%	99.995%	99.9999%



阴离子交换膜电解水制氢产品

已申请发明专利3项，授权1项：

一种光伏制氢催化电极材料的制备方法及其应用（ZL202210385011.0）；一种室温下可大规模简易制备自支撑析氧电催化剂的方法（202310584782.7）；一种电解水制氢制氧反应装置（202111316945.0）。

证书号66666663

发明专利证书

发明名称：一种光伏制氢催化电极材料的制备方法及其应用

发明人：周爱周乐能、唐春、吴梦南、张瑞阳、于雅、杨鑫、孟新儒、段铁梅

专利号：ZL 2022 1 0385011.0

专利申请日：2022年04月13日

专利权人：西南石油大学

地址：610500 四川省成都市新都区新都大道8号

授权公告日：2024年01月26日 授权公告号：CN 114855211 B

国家知识产权局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发发明专利证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。专利权期限为二十年，自申请日起算。

专利证书记载专利登记的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权的转让或许可，应当及时在国家知识产权局公告。专利权的转移，应当提交转让协议，并经国家知识产权局公告。专利权的质押，应当提交质押协议，并经国家知识产权局公告。专利权的无效，应当提交无效宣告请求书，并经国家知识产权局公告。专利权的终止，应当提交终止声明，并经国家知识产权局公告。专利权的恢复，应当提交恢复请求书，并经国家知识产权局公告。

局长 申长雨

第1页(共2页)

其他事项参见内页

国家知识产权局

100160

北京市丰台区汽车博物馆东路1号院2号楼10层1111 北京市恒有知识产权代理有限公司(普通合伙)

郭文娟(010-83682540)尹文会(010-83682540)

2023年05月25日

专利号：202310584782.7 发文序号：2023052301819140

专利申请受理通知书

根据专利法第28条及其实施细则第38条、第39条的规定，申请人提出的专利申请已由国家知识产权局受理。现将确定的申请号、申请日等信息通知如下：

申请号：202310584782.7

申请日：2023年05月25日

申请人：中国石油天然气管道工程有限公司、中国石油天然气集团有限公司、中国石油管道工程有限公司

发明人：吴梦南、李洪涛、赵立、曹金洋、李国辉、刘春松

发明创造名称：一种室温下可大规模简易制备自支撑析氧电催化剂的方法

说明书：1份2页，权利要求书：10项

说明书附图：1份4页

说明书摘要：1份1页

发明专利说明书：1份5页

实质审查通知书：文件份数：1份

申请方案书：1份2页，权利要求书：10项

审查员：自动受理

联系电话：010-62356655

国家知识产权局

610500

四川省成都市新都区新都大道8号西南石油大学新能源与材料学院

张瑞阳(18190764793)

2021年11月09日

专利号或专利号：202111316945.0 发文序号：2021100901319900

专利申请受理通知书

根据专利法第28条及其实施细则第38条、第39条的规定，申请人提出的专利申请已由国家知识产权局受理。现将确定的申请号、申请日、申请人和发明创造名称通知如下：

申请号：202111316945.0

申请日：2021年11月09日

申请人：西南石油大学

发明创造名称：一种电催化水分解制氢反应装置

经核实，国家知识产权局确认收到文件如下：

权利要求书：每份页数2页，文件份数1份 权利要求书：10项

说明书：每份页数2页，文件份数1份

说明书附图：每份页数9页，文件份数1份

实质审查通知书：每份页数1页，文件份数1份

说明书摘要：每份页数1页，文件份数1份

发明专利说明书：每份页数5页，文件份数1份

发明专利说明书：每份页数5页，文件份数1份

审查员：自动受理

审查部门：专利局初审及复审处



阴离子交换膜电解水制氢产品

基于制氢指标 $10\text{Nm}^3/\text{h}$ 的阴离子交换膜电解水制氢装置，邀请第三方机构北京市产品质量监督检验研究院，从水电解槽单位直流能耗、水电解槽氢气输出压力、水电解槽单体产氢量、电气试验、气密性试验、泄漏率试验、差压试验等方面进行检验，报告表明产品合格。

编号: QLT4WT1NB3701

检验报告

产品名称: 阴离子交换膜电解水制氢装置
型号规格: 10 标方每小时
委托单位: 中国石油天然气管道工程有限公司
检验类别: 委托检测

北京市产品质量监督检验研究院



编号: QLT4WT1NB3701

北京市产品质量监督检验研究院

共 8 页 第 2 页

附录 A 检验结果

序号	检验项目	内容或要求	检验结果	符合性判定
1	电源消耗: 水电解槽单位直流能耗	1. 制氢系统额定工况下一组小数据。 2. 测试工作在制氢系统的额定工况下进行, 额定工况是指水电解槽运行的直流电流密度为 $8000 \pm 20 \text{ A/m}^2$ 制氢系统的工作温度为 $50^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 。 3. 能检测试用的燃料水及碱液的技术指标应符合 GB/T 19774 的相关要求。 4. 试验用仪器等值要求: 直流电表和电流电压表不低于 0.5 级, 其他仪表不低于 1 级, 测试仪表应 符合相应的技术标准及规格。 5. 单位直流能耗测试次数不少于 6 次, 取 10 min 取平均值。 6. 根据测得的直流电流值、电解槽的小室数, 按 GB 3211-2015 附录 A 计算出制氢装置的氢气产量。 7. 根据测得的直流电流值、电解槽的小室数, 按 GB 3211-2015 附录 B 计算出电解槽的小室电压及单位直流能耗。	1. 试验温度保持在 $55 \pm 2^\circ\text{C}$, 运行电流密度为 $8000 \pm 30 \text{ A/m}^2$, 对应电压为 1.8V , 6 次测试值平均值为 4.26 kWh/Nm^3 。	/
2	水电解槽氢气输出压力	1. 测试工作在制氢系统的额定工况下进行, 额定工况是指水电解槽运行的直流电流密度为 $8000 \pm 20 \text{ A/m}^2$ 制氢系统的工作温度为 $50^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 。 2. 在电解系统氢气出口处安装压力传感器进行连续测量。	1. 在所述额定工况 (试验温度保持在 $55 \pm 2^\circ\text{C}$, 运行电流密度为 $8000 \pm 30 \text{ A/m}^2$) 下, 系统氢气出口工作压力从常压到表压 3.5MPa 连续可调。	/
3	氢气生产能力: 水电解槽单体产氢量	1. 采用 GB 3211-2015 规定的直流电流测试值计算: $Q = \frac{I \cdot t}{2390}$ 其中: Q ——氢气产量, 单位为立方米每小时 (Nm^3/h); I ——直流工作电流, 单位为安培 (A); t ——电解槽包含小室数。	1. 在所述额定工况 (试验温度保持在 $55 \pm 2^\circ\text{C}$, 运行电流密度为 $8000 \pm 30 \text{ A/m}^2$) 下, 水电解槽的产氢量为 $10.1 \text{ Nm}^3/\text{h}$ 。	/
4	电气试验	1. 回路阻抗测试: 应按照 GB/T 16895.25 的试验程序进行。 2. 电压试验: 绝缘强度应不低于 GB 528.1 的规定。 3. 主电源: 主电源的标志应按照 GB 4793.1 中的要求检查。	1. 通过回路阻抗测试。 2. 最大试验电压 5000V 通过。 3. 主电源满足 GB 4793.1 要求。	符合

编号: QLT4WT1NB3701

北京市产品质量监督检验研究院

共 8 页 第 3 页

序号	检验项目	内容或要求	检验结果	符合性判定
5	气密性试验	1. 对系统使用氦气进行气密性试验, 气密性试验压力为设计压力 3.5MPa 。 2. 试验开始后逐步提高检测压力直至达到规定压力 3.5MPa 后保持 30min , 使用带微漏检测所有阀门、法兰或螺纹连接处、焊缝及其他等密封点, 无漏气为合格。	1. 达到设计压力 3.5MPa 后 30min 检测无泄漏, 满足气密性试验。	符合
6	泄漏率试验	1. 以氦气进行泄漏率试验, 试验压力为设计压力 3.5MPa , 试验时间为 24h 。 2. 试验过程记录系统内气体的温度和压力, 计算单位时间的平均泄漏率 A : $A = \frac{100}{t} \left(1 - \frac{P_1 T_2}{P_2 T_1} \right) \times 100\%$ 其中: A ——单位时间平均泄漏率, %; t ——试验时间, 单位为小时 (h); P_1, P_2 ——试验开始、结束时的绝对压力, 单位为兆帕 (MPa); T_1, T_2 ——试验开始、结束时的热力学温度, 单位为开尔文 (K)。 1. 对于固定式阴离子交换膜电解槽的电解小室, 应使用质量浓度为 2% 的氦气检测液进行介质的进行压力试验。 2. 压力传感器安装在阴极小室上, 试验压力为 1.3 倍最大操作压力, 即 4.5MPa 。 3. 试验槽中的气体应经并开无漏液体, 试验全程中电解槽应无漏液, 无可见变形, 无异常声响。 4. 缓慢升压至设计压力 3.5MPa , 保压期间连续升压至规定压力 4.5MPa , 保压期间不低于 20min 。	1. 24 小时后气体压力从 3.5MPa 降低为 3.2MPa , 计算单位时间的平均泄漏率为 0.48% , 满足要求。	符合
7	差压试验	1. 对于固定式阴离子交换膜电解槽的电解小室, 应使用质量浓度为 2% 的氦气检测液进行介质的进行压力试验。 2. 压力传感器安装在阴极小室上, 试验压力为 1.3 倍最大操作压力, 即 4.5MPa 。 3. 试验槽中的气体应经并开无漏液体, 试验全程中电解槽应无漏液, 无可见变形, 无异常声响。 4. 缓慢升压至设计压力 3.5MPa , 保压期间连续升压至规定压力 4.5MPa , 保压期间不低于 20min 。	1. 试验过程中, 电解槽无泄漏, 无可见变形, 无异常声响, 满足要求。 2. 保压 30min 后, 压力无下降, 满足要求。	符合



contents

目录

一

背景与意义

二

阴离子交换膜电解水制氢技术

三

阴离子交换膜电解水制氢产品

四

产品需求与落地

五

公司介绍



□ 需求分析

国内可再生能源制绿氢项目快速推进中，将拉动上游电解水制氢设备的出货规模。据预测，到2027年阴离子交换膜电解设备的市场占有率达到5%，装机量达到5GW；到2040年，市场占有率达到20%，装机量达到100-150GW。届时，本公司将形成10方/时、200方/时、1000方/时、1500方/时以及2500方/时的系列电解水制氢产品。

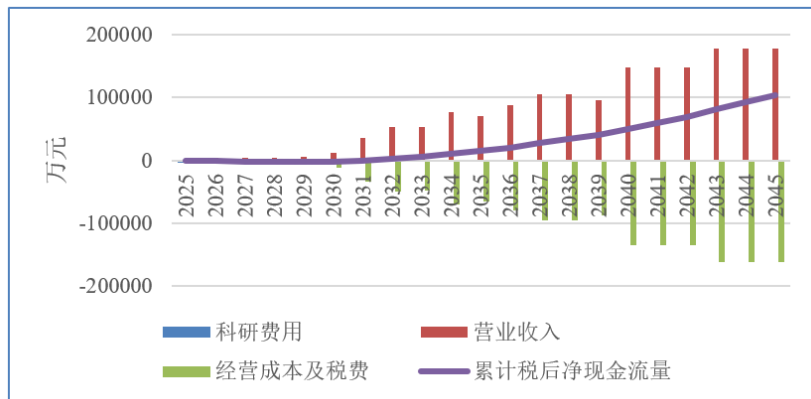
年份	各类产品逐年销量（台）					合计
	10 方	200 方	1000 方	1500 方	2500 方	
2026	2					2
2027	3					3
2028	4	2				6
2029	4	6				10
2030	5	8	2			15
2031	5	10	10			25
2032	10	15	15			40
2033	10	18	20	2		50
2034	10	20	20	10		60
2035	10	20	28	15	2	75
2036	15	20	35	15	5	90
2037	15	20	35	25	5	100
2038	15	20	35	25	5	100
2039	15	20	35	25	5	100
2040	15	20	35	40	15	125
2041	15	20	35	40	15	125
2042	15	20	35	40	15	125
2043	15	20	40	50	25	150
2044	15	20	40	50	25	150
2045	15	20	40	50	25	150



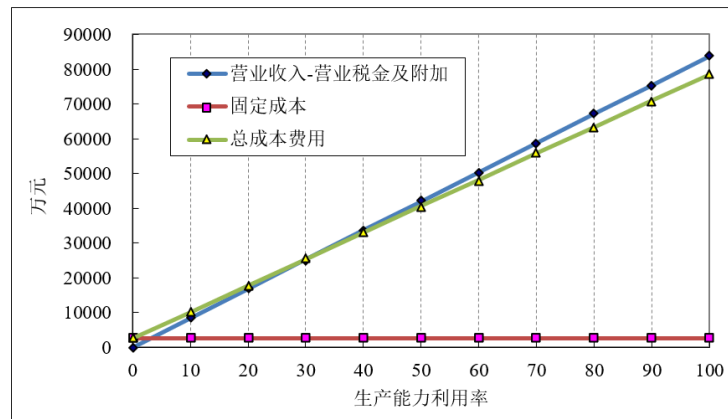
□ 需求分析

产品的生产经营模式为工厂代加工，本公司自行销售，通过销售收入赚取利润。科研费用、经营成本及税费为现金支出，营业收入为现金流入，绘制现金流量、累计税后现金流量图如下：

项目投资所得税后**财务内部收益率为43.02%**，项目投资**财务净现值（所得税后）41340万元**，项目静态投资回收期（所得税后）为7.16年。研发产品的盈亏平衡点为32.30%，即营业收入达到预期32.30%时即可实现盈亏平衡。



现金流量、累计税后现金流量图

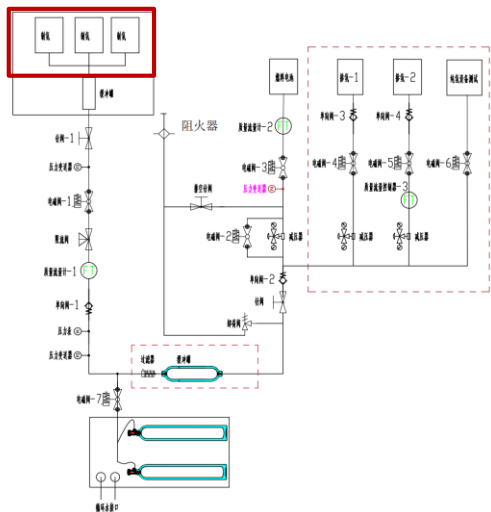


盈亏平衡图

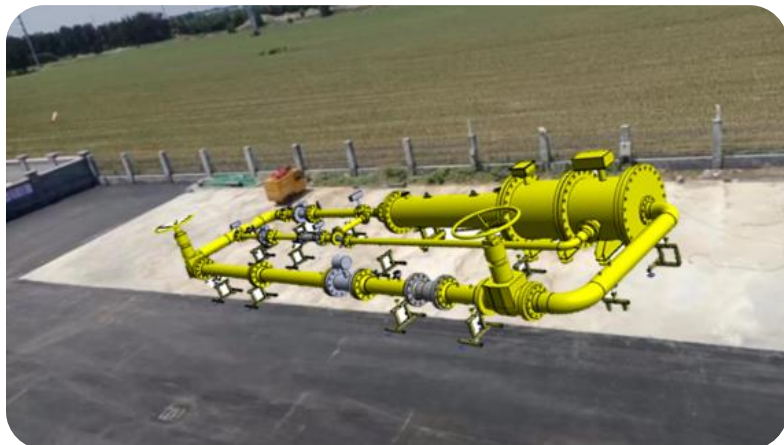


□ 产品落地

基于制氢指标 $10\text{Nm}^3/\text{h}$ 的阴离子交换膜电解水制氢装置，依托国家重点研发计划“氢进万家”科技示范工程-城镇纯氢管网输配关键技术研发与应用，将在潍坊建设纯氢管材及输配设施的测试平台，氢气由制氢指标 $10\text{Nm}^3/\text{h}$ 的阴离子交换膜电解水制氢装置提供。并开展电解水制氢装置在不同电流密度、不同输出压力及风/光等可再生能源耦合等工况的测试。



纯氢测试平台工艺流程图



纯氢测试平台示意图



contents

目录

一

背景与意义

二

阴离子交换膜电解水制氢技术

三

阴离子交换膜电解水制氢产品

四

产品需求与落地

五

公司介绍



中国石油天然气管道工程有限公司 (CPPE)

成立于1970年，伴随中国第一条长距离、大口径管道工程（“八三”工程）的建设而诞生，是中国首批工程勘察、设计“双综甲”、唯一全部参与中国四大能源通道建设的企业，承担了中国70%以上的长输管道工程勘察设计业务，累计勘察设计咨询国内外各类管道近14万公里、储罐储库超过4000万立方米，客户遍及50多个国家和地区。业务涉及陆上管道、油气储库、LNG、油气田地面、**新能源**、海洋工程、数字智能、全业务链咨询、建筑市政等九大领域，能够为全球客户提供全方位的咨询、设计、勘察和EPC总承包服务。

九大业务



陆上管道



油气储库



油气田地面



海洋工程



全业务链咨询



LNG



新能源



数字智能



建筑市政



公司新能源业务服务主要包含8大类——氢能业务、CCUS业务、光伏业务、风电业务、地热能业务、分布式能源业务、储能业务、综合能源业务。

氢能业务

- 制氢业务（副产氢提纯、电解水制氢等）
- 管道输氢业务
- 储氢业务（盐穴储氢、氢液化及储存、金属固态储氢）
- 加氢站、综合能源站业务

光伏业务

- 集中式光伏发电及储能系统业务
- 分布式光伏发电业务

风电业务

- 陆上风电业务
- 海上风电业务

地热能业务

- 地热发电、地热供冷供热业务

CCUS业务

- CO₂捕集业务
- CO₂管道输送业务
- CO₂地下封存业务
- CO₂驱油利用

储能业务

- 氢储能调峰电站业务
- 压缩空气储能业务

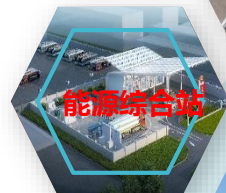
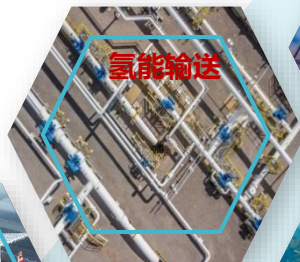
分布式能源业务

- 燃气冷热电联供、生物质发电

综合能源业务

- 零碳油气场站一揽子业务

8大业务





□ 纯氢/掺氢管道

作为国内最早的氢气长输管道设计单位，先后承接了已建成的济源—洛阳氢气管道工程、宁夏天然气掺氢示范中试项目，在建的定州—高碑店氢气管道工程、雷州—东海岛—湛江钢铁掺氢管道工程等**14项纯氢/掺氢管道项目**。

济源—洛阳氢气管道工程

国内**已建管径最大、压力最高、输量最高**的氢气管道。该工程线路全长25km，管径为D508mm，设计压力4.0MPa，最大输量可达到 $23.45 \times 10^8 \text{Nm}^3/\text{a}$ ，现已平稳运行8年，管道局EPC总包。



定州—高碑店氢气管道工程

国内目前规划建设的**输量最高、首条燃料电池级**的氢气管道项目，线路管道全长约164.7km，管径D508mm，设计压力4.0MPa。



宁夏天然气掺氢示范中试项目

我国**首个省级**掺氢综合实验平台，管径D219.1mm，设计压力4.5MPa，验证3%~25%掺氢比例下现有燃气管网密封材料、焊缝适应性、氢脆概率及风险评估等问题。



达茂—九原氢气管道工程

国内**首条电解水制氢冶金纯氢管道**，制氢站距氢能冶金化工产业示范区直线距离120km，线路管道159.07km，管径D610mm，设计压力4.0MPa，一期年输送能力10万吨，二期30万吨。





□ 氢储能电站

完成全球规模最大的氢储能电站项目，张家口200MW/800MWh、福建永安市300MW/1200MWh、湖北红安县300MW/1200MWh、大唐海口5MW/10MWh氢储能电站等氢储能发电项目。

□ 张家口200MW/800MWh氢储能电站工程

- **概况：**本项目装机容量为**200MW/800MWh**，以220kV电压等级并网发电。发电区由80套1000Nm³/h大型电解水制氢装置、96套吸放氢金属固态储氢装置、384台640kW燃料电池模块、以及逆变、升压电气设备组成的一个大型制氢储氢、发电系统组成

□ 福建永安市300MW/1200MWh氢储能电站

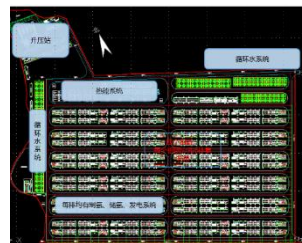
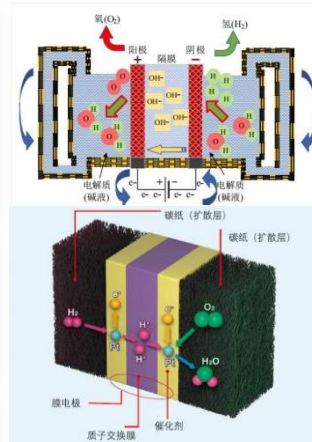
- **概况：**位于福建省三明市永安市尼葛工业园中的北部工业新城，是220kV氢气储能发电站，装机容量为300MW/1200MWh，全站主要以集装箱式模块为基础建设

□ 湖北红安县300MW/1200MWh氢储能电站

- **概况：**位于湖北省黄冈市红安县太平镇马井村，是220kV氢气储能发电站，装机容量为300MW/1200MWh，全站主要以集装箱式模块为基础建设

□ 大唐海口5MW/10MWh氢储能电站

- **概况：**项目建设5MW/10MWh分布式氢储能制氢加氢站、分布式光伏电站和配套加氢、充电电气装置等附属设施。以10kV电压等级并网，并结合700kg加氢站和10个光储充微网充电桩共同建设，构成制氢、发电、售氢、充电的电氢联产运营模式



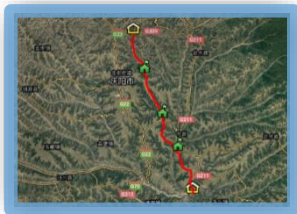


□ CO₂管输项目

自2011年开展CO₂驱技术攻关研究，具备行业领先的CO₂管道输送设计技术，承担多项国家、中石油、国家管网示范项目设计和科研课题工作，承担了新疆油田CO₂管网规划及项目前期可研等。

正宁—长庆油田CO₂管道工程

国内首个智能化超临界CO₂输送管道、CCUS一体化商业运行可研项目。该工程起自正宁电厂，终止于长庆油田峰油田，线路全长约98km。管径323.9mm，设计压力12MPa，管道年输量为150万吨/年。



宜化至新疆火烧山油田管道项目

新疆宜化站-火烧山油田CCUS试验区，线路全长28km，设计输量50万吨/年，最大输量75.7万吨/年，管径D168.3mm，设计压力15MPa。线路主要沿未开发的戈壁滩及现有道路敷设。



新疆油田CO₂管网规划

结合准噶尔盆地碳源现状及注气区需求，本次**规划 CCUS二氧化碳输气管网961.75km**，其中“十四五”建设管道319.82km、“十五五”建设管道310.38km、“十六五”建设管道331.55km。



中国华能CCS项目EP工程

本项目为**华能首个百万吨级CCS项目**，位于陇东基地。CO₂管道起正宁电厂碳捕集装置，终止于8口注气井，管线整体走向自西南向东北，线路全长约34.09km。干线管径D323.9x12.5mm，设计压力15MPa。





□ 光伏、风电项目

能够为客户在光伏、风电业务领域提供高质量、全生命周期、度电成本最低的整体项目前期解决方案和技术咨询服务。

塔里木油田光伏

油田6个区块164口单井光伏勘察设计与可研、东河及英买屋顶光伏施工图，容量16MW，总投资约9000万元。



西部管道首批光伏试点

酒泉分公司所属双兰线玉门输油站分布式光伏施工图和西一线玉门压气站光伏发电项目，国家管网西部管道首个自发自用余电上网。



泰国压气站光伏项目

分布式光伏发电系统与外电源并网运行，利用控制楼、变电所、生产车间及库房屋顶设置光伏组件。



尼日尔-贝宁输油管道光伏工程

站场无市电，使用光伏+储能+柴发（备用）作为供电方案的可行性研究，满足24h连续用电。

塔里木油田博孜-大北区块地面骨架工程（处理厂）配套光伏电站项目

光伏电站直流侧装机容量为8MW，光伏电站采用545WpPERC半片双面双玻单晶硅太阳能组件，以20/22串接入一台250kW组串式逆变器。

中昆20万kW源网荷储一体化项目

新能源装机200MW，配置10MW/20MWh储能，新建220kV升压站，接至220kV总降变实现并网。



□ 新能源规划项目

熟知新能源行业现状及发展趋势，具备科学的资源市场分析预测方法，近年承接新能源规划项目40余项，覆盖全国20余个省市。

国家管网集团新业务发展规划

在国内外新能源行业发展现状调研和发展趋势分析的基础上，提出国家管网集团氢能、风光发电、CCUS、余能利用等发展思路和规划部署。



张家口市氢能管网规划

以张家口市和蒙西地区绿氢为资源，市场覆盖京津冀地区，兼顾蒙西进京通道作用，规划张家口市境内纯氢输送管道970公里。

煤层气公司“碳达峰、碳中和”咨询服务项目

中石油煤层气公司碳排放核算、甲烷排放现场检测工作，从电力清洁替代、设备节能提效、二氧化碳回收利用等方面提出碳达峰碳中和实施路径规划。

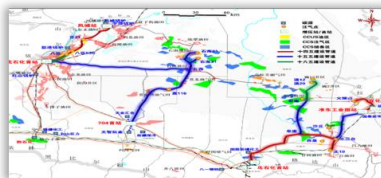


全国骨干氢网布局规划

构建“西氢东送”全国氢能骨干网络，基本形成西电东送，中氢东送格局。

新疆油田千万吨级CCUS/CCS

横跨准噶尔盆地2000万吨CCUS/CCS环准噶尔盆地CCUS主干输气管网861km。



中石油氢能管网

构建形成“两大氢能通道+三纵三横骨干管网”的主干管网构架，管网总里程达到1.3万公里，管输能力突破2000万吨/年。



中国石油天然气管道工程有限公司



汇报结束，恳请批评指正！

中国石油天然气管道工程有限公司

吴梦南