

2023.07.29, 01 期

产业研究中心

制氢电解槽和输氢管道：欧洲氢能下一步的着力点

摘要：

从制氢端看，欧盟目标到 2030 年，年产 2000 万吨绿氢，其中进口 1000 万吨，内部生产 1000 万吨，预计将为欧洲本土和进口厂商分别带来的电解槽累计需求量均达 90-100GW。根据欧盟制定的绿氢计划，未来欧洲市场将成为中国电解槽厂商的重要出口地之一。从欧洲电解槽厂商竞争格局看，主要龙头已经浮出水面，挪威 NEL、英国 ITM Power、德国 Siemens、法国 McPhy、美国 Plug Power 等市场份额领先，新起之秀蒂森克虏伯（Nucera）势头强劲。未来中国电解槽竞争格局或趋近欧洲市场，隆基、三一、阳光等电解槽巨头群雄并起。

从技术路线来看，性价比是最重要的衡量标准。欧洲电解槽厂商以布局 PEM 电解槽路线为主，其中 ITM Power、Plug Power 和 Siemens 是典型代表；碱性技术路线，以 McPhy 和 Nucera 为专长；NEL 深耕电解槽产业时间久，对碱性和 PEM 均有布局，其在自有碱性的基础上，通过收购布局 PEM 制氢路线。从成本看，欧洲的碱性和 PEM 电解槽价格相差不大，PEM 电解槽价格仅为碱性电解槽的 1.5 倍；未来碱性和 PEM 两种路线的发展或将愈发趋近，碱性降低电耗提高综合性价比，PEM 提高成熟度降低设备成本，在各自具备优势的场景区共同发展。对国内而言，Nucera 制备的方形碱性电解槽性能优于国内，或将成为国内碱性电解槽厂商的技术进步目标；欧洲的 PEM 发展远成熟于国内，西门子、康明斯等厂商进入中国市场将带来国内 PEM 从 0-1 的进步，推动完善 PEM 核心零部件供应链。

从储运端看，管道是欧洲主推的储运技术路线，将带来管材、压缩机等材料和设备投资机会。根据 2022 年发布的欧洲氢气骨干网络计划（European Hydrogen Backbone），欧洲将建立一条覆盖 28 个欧盟国家的氢气管道，总长度预计在 2030 年达到 28,000 公里，到 2040 年达到 53,000 公里，60% 由现有的天然气管道改造，40% 为新建的纯氢管道。总投资预计为 80 亿-143 亿欧元（642-1,148 亿人民币）。其中，管材和压缩机是氢管道投资建设的核心环节，带来材料和设备端机会。

从应用端看，石油炼化和合成氨是欧洲氢能应用的主要场景，未来交通领域、建筑领域是增长潜力最大的环节。根据 2020 年 7 月欧盟委员会发布《欧盟氢能战略》，乐观情况下，到 2050 年，氢气需求为 2250TWh（6818 万吨）；其中，交通运输 675TWh（2045 万吨）和建筑 579TWh（1754 万吨）将成为氢气需求量最大的领域。对比国内，目前氢气的主要应用场景为化工行业，即合成氨、合成甲醇和石油炼化，未来交通和氢冶金或成为氢气需求的主要增量市场。

风险提示：产业政策不及预期、技术突破及成本下降不及预期

作者：陈磊
电话：021-38038037
邮箱：chenlei022459@gtjas.com
资格证书编号：S0880522060001

作者：肖洁
电话：021-38674660
邮箱：xiaojie@gtjas.com
资格证书编号：S0880513080002

作者：鲍雁辛
电话：0755-23976830
邮箱：baoyanxin@gtjas.com
资格证书编号：S0880513070005

往期回顾

降本为王：论碱性和 PEM 电解水制氢技术路线的选择

2023.07.07

钙钛矿电池产业链深度报告（四）：效率极限探索下，叠层电池振翅欲飞

2023.07.05

机器人产业深度（三）：机器人的关节——精密执行器

2023.06.26

制造业数字化转型投资框架：迈入工业数字化时代

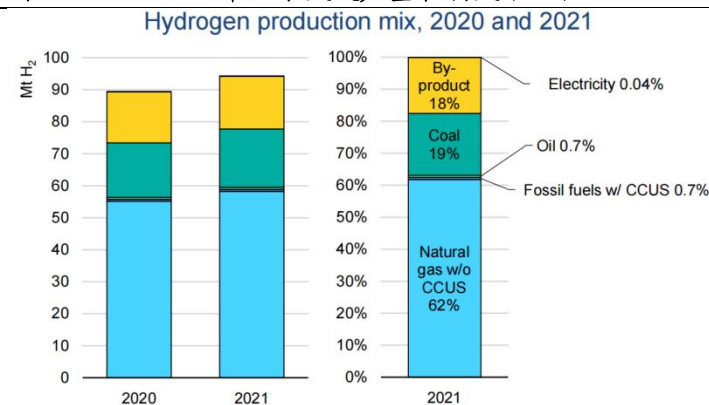
目 录

1. 氢制取：到 2030 年目标年产 2000 万吨绿氢.....	3
1.1. 预计到 2030 年，欧洲电解槽累计出货量达 95GW.....	3
1.2. 群雄并起，共分欧洲电解槽设备市场	5
2. 氢储运：天然气管道掺氢及压缩机的应用	6
2.1. 纯氢管道建设：欧洲纯氢管道长 1,770km，计划建至 26,437km 7	
2.2. 天然气管道掺氢：管道适度改造下，掺氢量最多可达约 5%- 20%vol	8
2.3. 压缩机在氢气管网中的应用	8
3. 氢应用：交通和建筑最具增长潜力.....	9
4. 风险提示	10

1. 氢制取：到 2030 年目标年产 2000 万吨绿氢

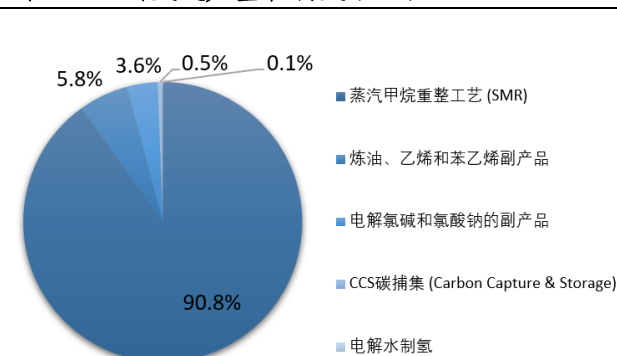
2021 年，全球氢气产量为 9400 万吨，化石能源制氢占比超 80%，电解水制氢仅占 0.04%。欧洲的氢气产量为 1030 万吨，蒸汽甲烷重整工艺（SMR）制氢占比超 90%，工业副产氢占比接近 10%，电解水制氢占比仅 0.1%。中国氢气产量为 3300 万吨，煤制氢占比超 60%，工业副产氢占比为 20%，天然气制氢占比 13%，电解水制氢仅占总产量的 3%。

图 1：2020-2021 年全球氢气产量和制氢方法占比



资料来源：IEA

图 2：欧洲氢气产量和制氢方法占比



资料来源：欧盟官网，国泰君安证券研究

2020 年，欧盟发布《欧盟氢能战略》，计划 2025 年至 2030 年，每年可再生氢气产量 1000 万吨，对应电解槽装机容量 40GW。2022 年 5 月，欧盟正式通过“REPowerEU”计划，目标 2030 年每年可再生氢气产量 2000 万吨，其中进口 1000 万吨（需要至少 90-100GW 装机量），内部生产 1000 万吨。

表 1：欧盟氢能战略发展目标

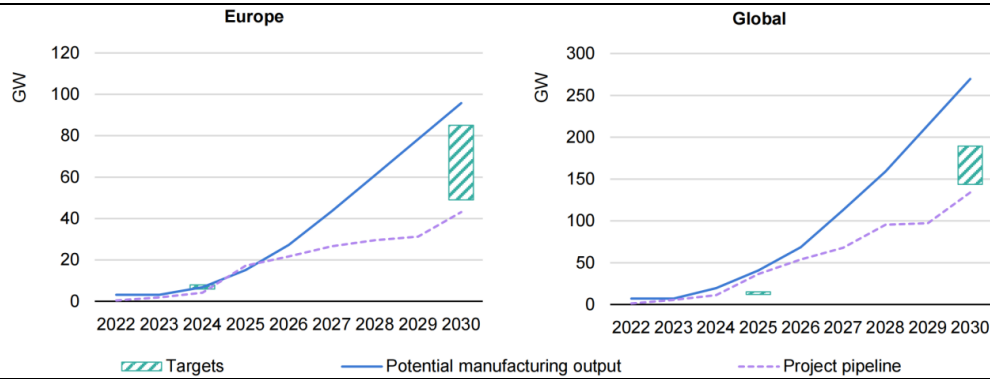
阶段	可再生氢能电解槽装机容量	可再生氢能产量
第一阶段（2020 年-2024 年）	至少 6GW	100 万吨
第二阶段（2025 年-2030 年）	至少 40GW	1,000 万吨
第三阶段（2030 年-2050 年）	技术应用成熟并大规模部署，覆盖所有难以脱碳的领域	

资料来源：《欧盟氢能战略》，国泰君安证券研究；注：装机容量数据有出入与工作小时数假设相关

1.1. 预计到 2030 年，欧洲电解槽累计出货量达 95GW

据 IEA 统计，2020 年全球电解槽装机量为 300MW，欧洲（含欧盟、欧贸联、英国）电解槽装机量达 100MW，为全球最高装机量地区。预计到 2030 年，全球电解槽累计出货量将达 270GW，其中，欧洲电解槽累计出货量为 95GW。

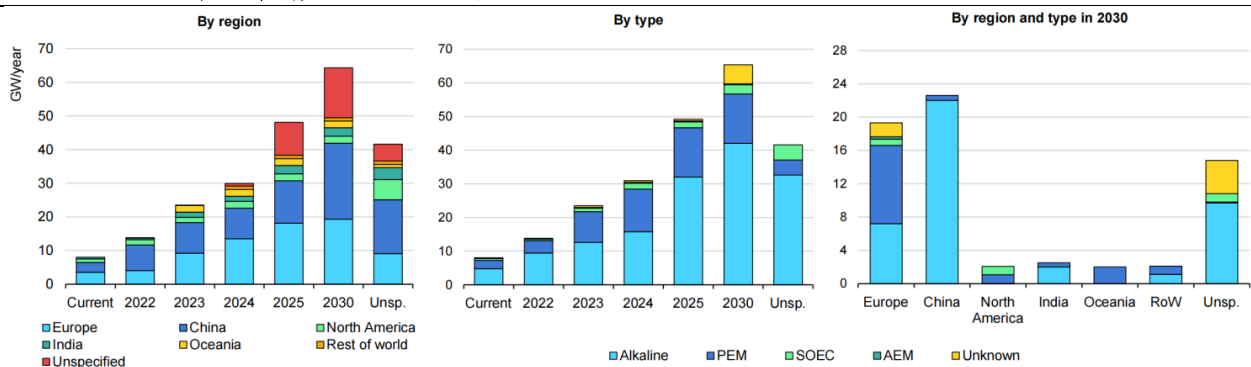
图 3：2022-2030 年欧洲和全球电解槽目标产量预测



资料来源：IEA

据 IEA 统计，2021 年，全球电解槽产能为 8GW。从地区分布看，欧洲电解槽产能为 3GW、中国电解槽产能为 3GW；从技术路线看，碱性电解槽 4.8GW、PEM 电解槽 2GW。预计到 2030 年，全球电解槽产能 65GW。从地区分布看，欧洲电解槽产能 19GW、中国电解槽产能 23GW；从技术路线看，碱性电解槽 42GW（64%）、PEM 电解槽 14GW（22%）、SOEC 电解槽 3GW（4%）。

图 4：2022-2030 年电解槽产能（按地区和技术路线分类）



资料来源：IEA

据国际可再生能源机构统计，2020 年，碱性电解槽平均成本为 600 欧元/kw，PEM 为 900 欧元/kw，AEM 为 1000 欧元/kw，SOE 为 2130 欧元/kw。到 2030 年，碱性电解槽平均成本将降至 400 欧元/kw，PEM 为 500 欧元/kw，AEM 为 300 欧元/kw，SOE 为 520 欧元/kw。

图 5：2030 年电解槽成本预测图

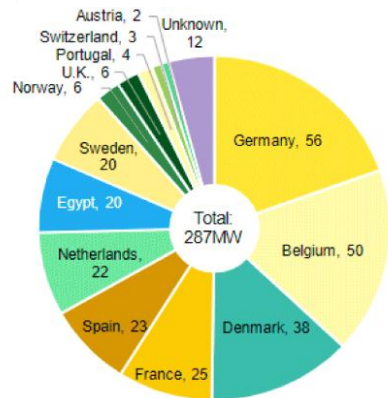
	2020	2030	2020	2030	2020	2030	2020	2030
	Alkaline		PEM Polymer Electrolyte Membrane		AEM = Anion Exchange Membrane		SO Solid Oxide Electrolysers	
Capital Cost Range (€/kW - based on 100 MW production)	600	400	900	500	1000	300	2130	520
Estimated Operational and Maintenance Costs in Euros/(kg/d)/y	50	35	41	21	34	21	410	45

资料来源：International Renewable Energy Agency，国泰君安证券研究

1.2. 群雄并起，共分欧洲电解槽设备市场

2022 年，EMEA(欧洲、中东、非洲) 电解槽出货量 287MW。从国家看，出货量最多的是德国、比利时和丹麦；从电解槽厂商看，出货量最多厂商包括挪威 NEL、英国 ITM Power、德国 Siemens、法国 McPhy、美国 Plug Power。

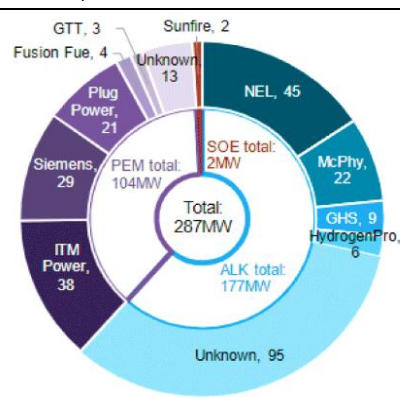
图 6：2022 年 EMEA 电解槽出货量乐观预测
(按市场分类)



Source: BloombergNEF. The 'unknown' slice refers to a 12MW contract to ITM Power, which we estimate in Europe.

资料来源：BloombergNEF

图 7：2022 年 EMEA 电解槽出货量乐观预测
(按制造商分类)

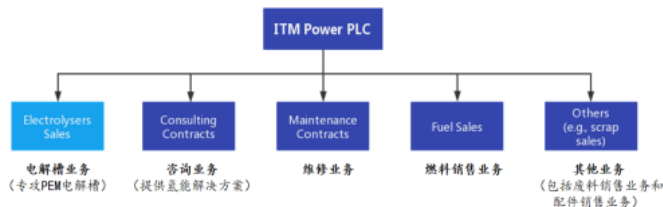


Source: BloombergNEF. GHS = Green Hydrogen Systems. GTT = Gaztransport & Technigaz. SOE = Solid Oxide Electrolysis.

资料来源：BloombergNEF

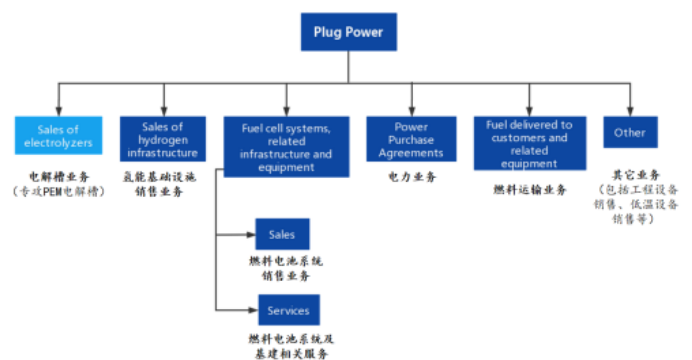
从业务架构看，欧洲主流电解槽厂商中 ITM Power 专注于电解槽业务，NEL、McPhy、Plug Power 在电解槽业务外还布局加氢站或燃料电池业务，蒂森克虏伯业务涉及范围最广，氢能电解槽业务已作为独立子公司 Nucera 上市。从技术路线看，ITM Power、Plug Power 以及 Siemens 专注 PEM 电解槽，McPhy 和 Nucera 专注碱性电解槽，NEL 在碱性和 PEM 两条技术路线均有布局。

图 8：ITM Power 业务架构



资料来源：ITM Power 年报，国泰君安证券研究

图 9：Plug Power 业务架构



资料来源：Plug Power 年报，国泰君安证券研究

图 10: Siemens 业务架构

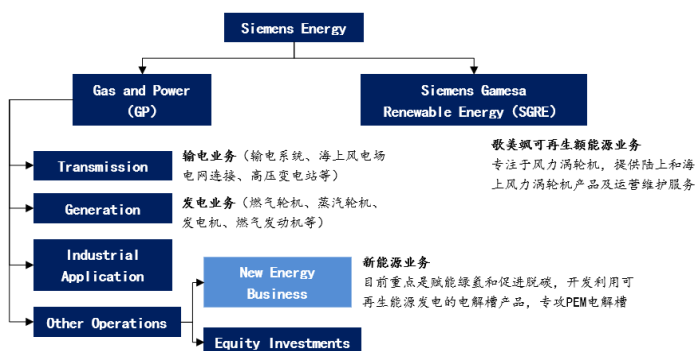
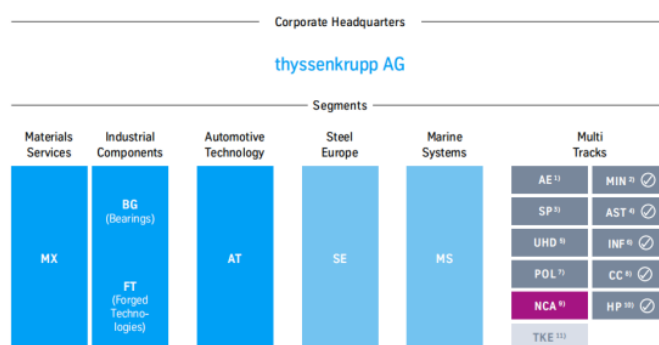


图 11: 蒂森克虏伯业务架构

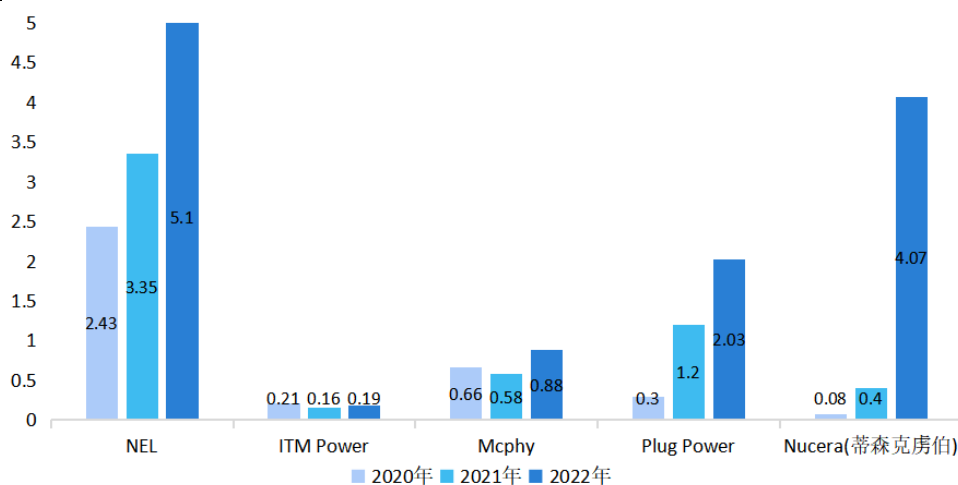


资料来源: Siemens 年报, 国泰君安证券研究

资料来源: 蒂森克虏伯年报, 国泰君安证券研究

2022 年, Nucera 和 NEL 电解槽业务营业收入分别为 4.07 亿元和 5.1 亿元, 其中 NEL 电解槽业务净利润为-2.2 亿元; Plug Power、McPhy、和 ITM Power 电解槽业务的营业收入分别为 2.03 亿元、0.9 亿元和 0.2 亿元。

图 12: 2020 年-2022 年各厂商电解槽业务营业收入 (亿元人民币)

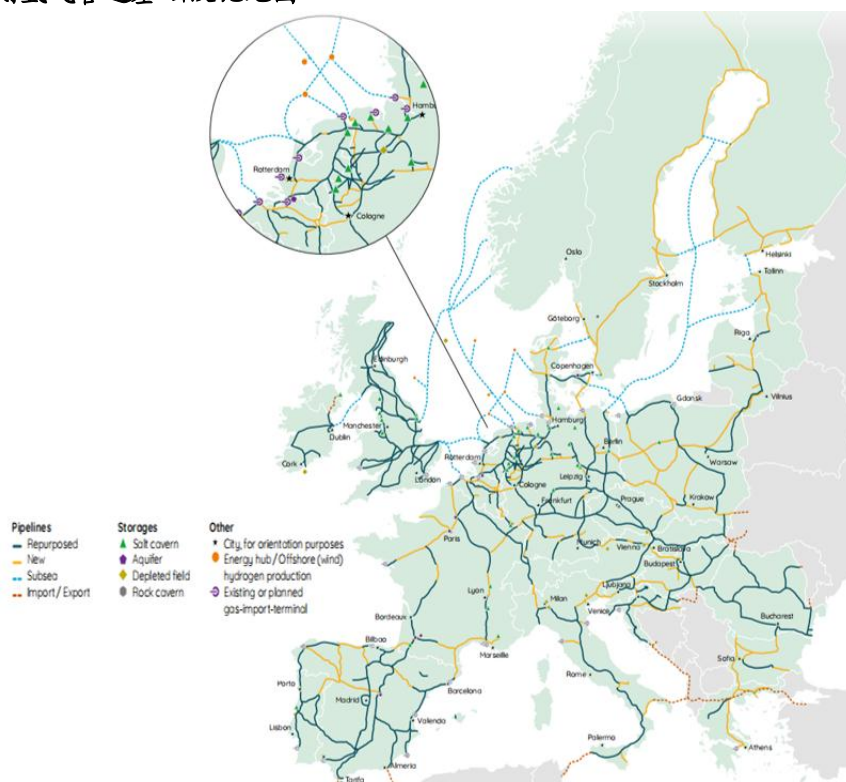


资料来源: NEL、ITM Power、McPhy、PlugPower、蒂森克虏伯年报, 国泰君安证券研究

2. 氢储运: 天然气管道掺氢及压缩机的应用

根据 2022 年发布的欧洲氢气骨干网络计划 (European Hydrogen Backbone), 欧洲将建立一条覆盖 28 个欧盟国家的氢气管道, 总长度预计在 2030 年达到 28,000 公里, 到 2040 年达到 53,000 公里, 60%由现有的天然气管道改造, 40%为新建的纯氢管道。在主干线配备压缩系统下, EHB 网络能够充分满足欧洲 2050 年 2250TWh (约合 6818 万吨, 1TWh=3.03 万吨) 的最大预计氢气需求。

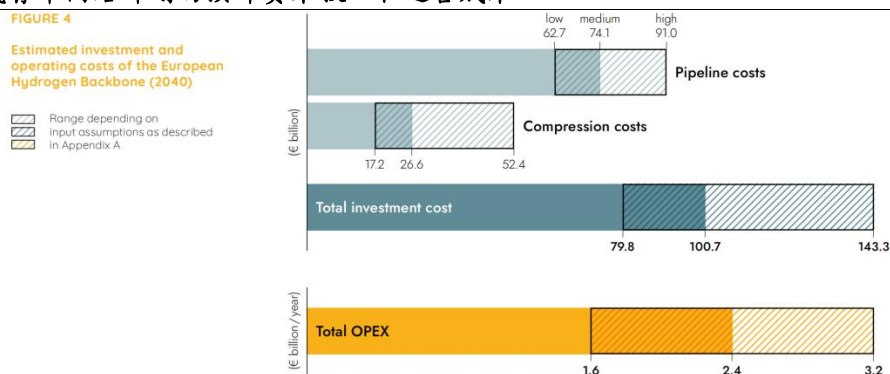
图 13：2040 年计划氢气管道基础设施地图



资料来源：European Hydrogen Backbone

EHB 所需总投资预计为 80 亿-143 亿欧元（约合 642-1,148 亿人民币），涵盖了为改造旧管道和建设新管道的全部资本成本。假设工作时长为每年 5,000 小时，则年运营成本在 1.6 至 3.2 亿欧元（约合 13-26 亿人民币）。

图 14：欧洲氢气骨干网络计划的预计资本投入和运营成本

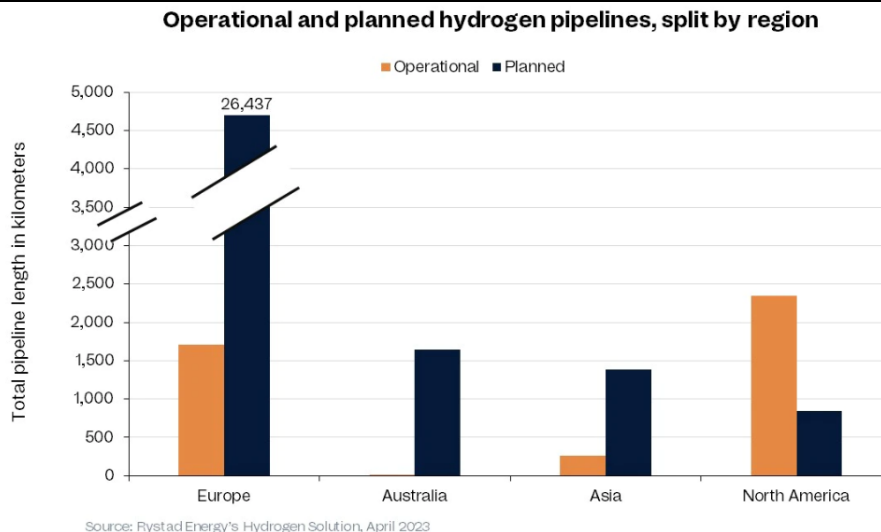


资料来源：European Hydrogen Backbone

2.1. 纯氢管道建设：欧洲纯氢管道长 1,770km，计划建至 26,437km

目前，全球氢气输送管道超过 5,000km，欧洲管道长度达到 1,770km，仅次于北美。与天然气管道相比，纯氢气管道在合金元素、钢级、管型、操作压力等方面选材严格，材料需满足高压氢环境下相容性的试验要求。

图 15：全球氢气管道已运营长度和计划长度



资料来源：Rystad Energy

2.2. 天然气管道掺氢：管道适度改造下，掺氢量最多可达约 5%-20%vol

天然气管道掺氢管面临的主要挑战是材料的氢脆问题。欧洲天然气管道通常为钢管材料电焊而成，注入大量纯氢会使金属材料处于高浓度氢气的高压环境下造成其性能的劣化，导致氢脆、气体泄漏等问题。天然气管道掺氢需要对管道进行改造，更换为纤维增强聚合物（FRP）复合材料管道；此外，转化为氢气的天然气管道必须在较低的压力下运行，可以通过增加一层内部涂层来防止氢脆。在对天然气管道进行适度改造的情况下，掺氢量最多可达约 5%-20% vol。

图 16：欧盟天然气管网的最大掺氢量

Country	Maximum amount of annual hydrogen blended with threshold 5% vol	Maximum amount of annual hydrogen blended with threshold 20% vol
Germany (DE)	10.3 TWh	46.1 TWh
Italy (IT)	9 TWh	40.7 TWh
Netherlands (NL)	5.6 TWh	25.1 TWh
France (FR)	5.3 TWh	22.6 TWh
Poland (PL)	4 TWh	18.1 TWh
Spain (ES)	3.5 TWh	15.9 TWh
Rest of the EU	12 TWh	51.3 TWh
Total EU	49.5 TWh	220 TWh

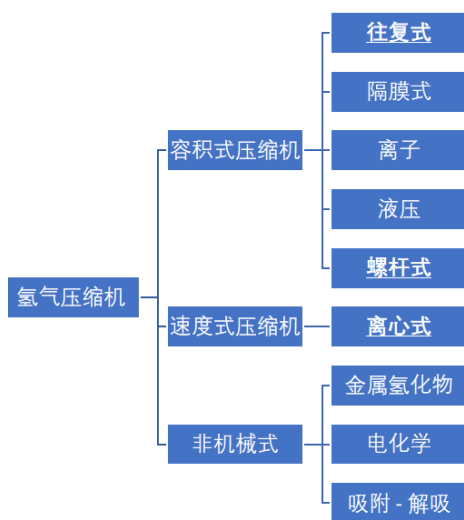
资料来源：JRC

2.3. 压缩机在氢气管网中的应用

在长距离管道运输的过程中，氢气的能量不断消耗，需要每隔一段距离对氢气进行增压，通常在管线的起点和中途设置增压站，由压缩机提高氢气的输送压力。增压站压缩设备以离心式的大排量压缩机为主（动力式压缩机流量大），小型集输站点或采用隔膜/液驱类等中等排

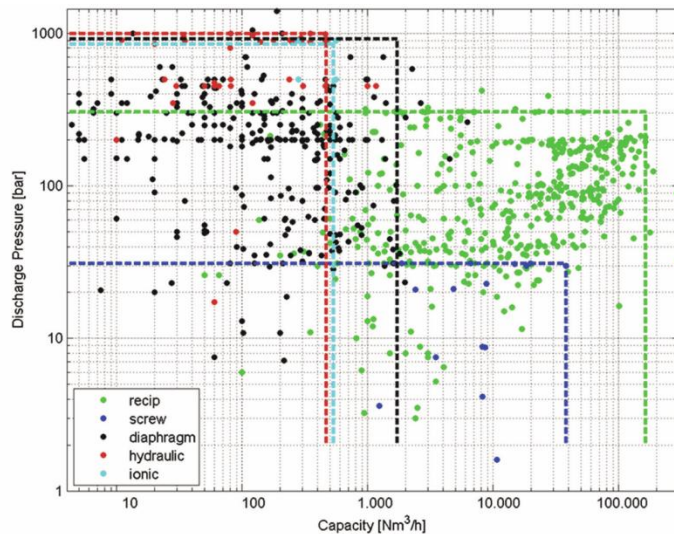
量压缩机。

图 17: 氢气压缩机类型



资料来源: KAISHAN

图 18: 氢气压缩机工作范围（往复式、螺杆式、隔膜式、液压式、离子式）



资料来源: KAISHAN

在天然气管道掺氢中，压缩机设备的类型和设计需要相应的改变。相较于天然气，氢气的分子量和热值较低，调整的程度取决于管道的氢含量：当混合物中的氢气含量<10% vol，压缩机可以正常运行；当混合物的氢气含量<40% vol，压缩机外壳可以继续使用，但叶轮和反馈级和齿轮需要调整；当含氢量>40% vol，必须更换整个压缩机。在纯氢管道中，往复式压缩机是目前最经济的解决方案。

表 2: 氢能产业链不同场景对压缩机的压力需求

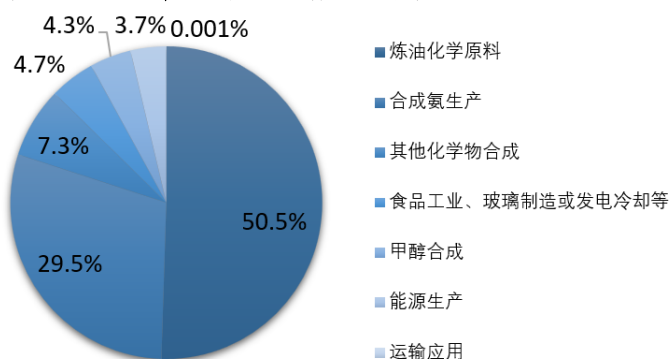
应用场景	压力需求
电解槽部件	5-10 bar
氢气管网输送/天然气管网掺氢输送	30-80 bar
中大型储氢（地下盐穴）/分布式的氢储罐	至少 200 bar
加氢站 （用于重卡或中巴等大型车辆、个人乘用车等）	350-700 bar
氢原料的最终使用需求 （绿色甲醇和绿氨的生产、绿氢炼化、煤化工绿氢耦合、燃机发电等）	不同最终用户都对氢气的流量、压力、温度、纯度有着不同的要求，需要量身定制的压缩解决方案。

资料来源: KAISHAN, 国泰君安证券研究

3. 氢应用：交通和建筑最具增长潜力

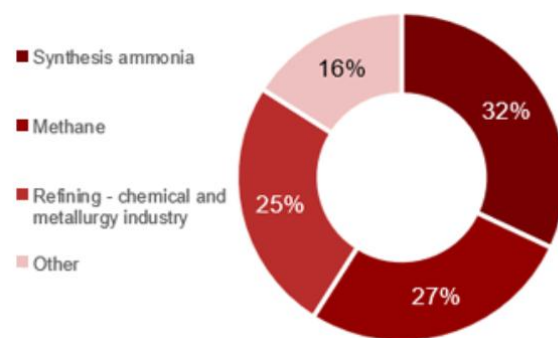
据 IEA 统计，2021 年，全球对氢气的需求约为 9400 万吨，其中欧洲的需求量 800 万吨，炼油厂和合成氨生产是用氢的主要场景，分别占总需求的 50.5%和 29.5%。据氢能联盟统计，中国的需求量约为 2800 万吨，合成氨和合成甲醇是用氢的场景，分别占总需求的 32%和 27%。

图 19：2021 年欧洲氢能的应用场景



资料来源：欧盟官网，国泰君安证券研究

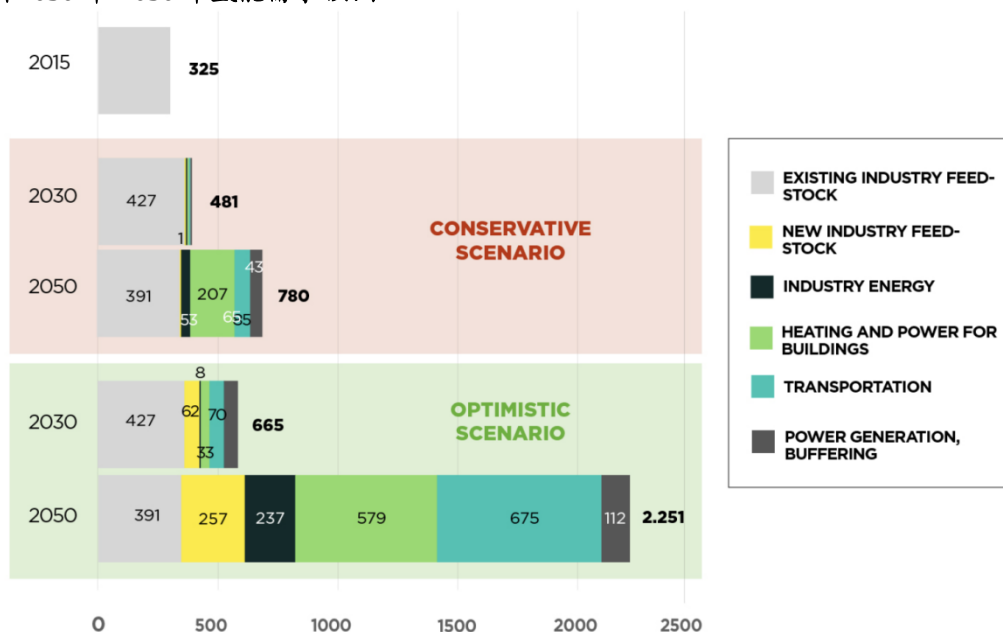
图 20：2021 年中国氢能的应用场景



资料来源：中国氢能联盟

根据 2020 年 7 月欧盟委员会发布《欧盟氢能战略》，保守情况下，2030 年欧洲对氢气的需求大约为 481TWh（约合 1457 万吨），2050 年为 780TWh（约合 2363 万吨）；乐观情况下，2030 年需求约为 665TWh（约合 2015 万吨），2050 需求为 2250TWh（约合 6818 万吨），达到欧洲总能源需求的 24%；其中，交通运输（675TWh，约合 2045 万吨）和建筑（579TWh，约合 1754 万吨）将成为 2050 年氢能需求量最大的领域。

图 22：欧洲 2030 年-2050 年氢能需求预测



资料来源：European Hydrogen Backbone

4. 风险提示

产业政策不及预期、技术突破及成本下降不及预期。

本公司具有中国证监会核准的证券投资咨询业务资格**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或相当的专业胜任能力，保证报告所采用的数据均来自合规渠道，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，特此声明。

免责声明

本报告仅供国泰君安证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。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。本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发放，概不构成任何广告。

本报告的信息来源于已公开的资料，本公司对该等信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可升可跌。过往表现不应作为日后的表现依据。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，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。

本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司、本公司员工或者关联机构不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。投资者务必注意，其据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或者关联机构无关。

本公司利用信息隔离墙控制内部一个或多个领域、部门或关联机构之间的信息流动。因此，投资者应注意，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或期权并进行证券或期权交易，也可能为这些公司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。在法律许可的情况下，本公司的员工可能担任本报告所提到的公司的董事。

市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告为作出投资决策的惟一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。在决定投资前，如有需要，投资者务必向专业人士咨询并谨慎决策。

本报告版权仅为本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表或引用。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“国泰君安证券研究”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

若本公司以外的其他机构（以下简称“该机构”）发送本报告，则由该机构独自为此发送行为负责。通过此途径获得本报告的投资者应自行联系该机构以要求获悉更详细信息或进而交易本报告中提及的证券。本报告不构成本公司向该机构之客户提供的投资建议，本公司、本公司员工或者关联机构亦不为该机构之客户因使用本报告或报告所载内容引起的任何损失承担任何责任。

国泰君安证券研究

	上海	深圳	北京
地址	上海市静安区新闻路 669 号博华广场 20 层	深圳市福田区益田路 6003 号荣超商务中心 B 栋 27 层	北京市西城区金融大街甲 9 号 金融街中心南楼 18 层
邮编	200041	518026	100032
电话	(021) 38676666	(0755) 23976888	(010) 83939888
E-mail :	gtjaresearch@gtjas.com		