

氢能&燃料电池行业研究

买入（维持评级）

行业深度研究

证券研究报告

氢能组
分析师：姚遥（执业 S1130512080001）
yaoy@gjzq.com.cn

氢能&燃料电池行业产业链系列报告之十四

——氢储运短中长期发展推演，气、液、管道逐步过渡

行业观点

- **短期近距离气氢拖车，中期气氢拖车短距离与液氢长距离结合，长期管道输氢。**储运环节成为氢能大规模应用下重点突破环节，高密度、轻量化、低成本、多元化的氢储运体系逐步建立。综合全文测算，液态储氢（液氢、液氨、甲醇）和管道运输成本对距离不敏感，均适用于长距离储运，气氢拖车对距离较为敏感，更适用于短距离。
 - **短期：**运输距离在 300km 以内时气氢拖车较为经济，因此当前加氢站应尽可能分布在氢源附近；
 - **中期：**液氢及储运装备发展相对成熟时，液氢运输将成为长距离运输主流，形成“短距离气氢拖车，长距离液氢槽车”运输格局，辅之液氨和甲醇载氢在特定场景和液氢装备尚未成熟前过渡使用；
 - **长期：**能源结构逐步转型下，对氢能的需求大且稳定，加氢站和应用场景已全面铺开，管道输氢前期投入大将不再是阻碍，管道输氢将成为最为经济的输氢方式。
- **长管拖车气氢运输适用短距离运输，中短期氢气需求量提升对运氢降本效果显著。**氢能运输当前主要以高压气氢运输为主，其经济性范围半径在 300 公里内，适用于短距离运输，短期降本方向主要为提高拖车氢瓶工作压力，运用 III/IV 型氢瓶替换当前的 I 型瓶；长期降本方向为增加终端用氢需求，推广燃料电池汽车及其他领域应用。
- **低温液氢适合长距离大规模运输，液氢装备逐步国产化。**未来中期将实现长管拖车气氢运输与液氢运输相互配合的输氢格局，此前国内液氢设备主要依赖于进口，但近年来国内积极在氢液化系统集成方面开发，液氢装备开始出现国产化替代趋势，未来液氢产能有望迅速提升。建议关注液氢装备及储运领域的相关企业。
- **液氨载氢为气氢向液氢过渡阶段的替代，适用长距离大规模运输。**液氨载氢成本对距离不敏感，也适用于长距离大规模运输，可在常温常压下进行运输，但长期看大规模下其运氢成本高于液氢，因而液氨载氢可成为中短期内在液氢设备成熟前的长距离氢运输过渡技术。
- **管道输氢经济性最强，是未来运氢的终极方向。**管道纯氢运输方式由于前期管道建设投入大，在当下用氢规模较小且分散的情况下经济性有限；由于全球天然气管网建设相对健全，因此天然气掺氢可作为中短期管道输氢降本较为有效的方式；从长期看，氢能产业较为成熟、用氢规模大且集中稳定时，纯氢管道运输将成为主流输氢方式。

投资建议

- 电解水及氢气需求端放量下，安全高效输氢技术是氢能大规模商业化发展的前提，建议关注昇辉科技、亿利洁能、华电重工、石化机械、兰石重装。

风险提示：技术研发进度不及预期；下游氢能需求不及预期；政策落地不及预期；项目落地速度不及预期。

代码	公司	市值/ 亿元	EPS/元				PE				相关业务
			2021A	2022E	2023E	2024E	2021A	2022E	2023E	2024E	
300423.SZ	昇辉科技	56.52	0.42	-	-	-	34.62	-	-	-	碱性电解槽、氢能车辆运营等
600277.SH	亿利洁能	148.83	0.23	-	-	-	23.41	-	-	-	碱性电解槽，风光氢储一体化项目
601226.SH	华电重工	92.98	0.26	0.26	0.37	0.48	26.09	31.19	22.01	16.69	碱性电解槽、气体扩散层等
300471.SZ	厚普股份	63.92	0.03	-	-	-	850.04	-	-	-	加氢机、加氢枪、加氢站等
000852.SZ	石化机械	67.38	0.06	0.06	0.13	0.19	120.31	121.34	58.12	38.42	输氢管道、压缩机、PEM 电解槽
603169.SS	兰石重装	100.45	0.13	0.22	0.29	0.37	47.07	33.14	25.25	19.47	碱性电解槽、氢储球罐

来源：Wind，国金证券研究所。数据截至 4 月 4 日。注：石化机械、兰石重装预测值来自国金预测。

内容目录

综述：气、液、管道逐步推进，配套设备及材料迎来机遇	5
一、高密度、轻量化、低成本、多元化的氢储运体系	6
1.1 构建多元化氢储运体系，向高密度、轻量化、低成本、多元化发展	6
1.2 储运环节成为氢能大规模应用下重点突破环节，涵盖气、液、固三类方式	7
二、短期以气氢储运长管拖车为主，适用于短距离运输	8
2.1 氢能运输当前以气氢运输为主，采用长管拖车运输高压储氢瓶	8
2.2 长管气氢拖车适合短距离运输，中短期氢气需求量提升对运氢降本效果显著	8
三、低温液氢适用长距离大规模运输，度电成本下降驱动成本下行	10
3.1 低温液氢运输适用于长距离和大规模，度电成本下行和规模化驱动降本	10
3.2 液氢装备国产化替代趋势，中期将实现气氢与液氢运输配合的输氢格局	11
四、液氨载氢为气氢向液氢过渡阶段的替代，适用长距离大规模运输	13
4.1 液氨载氢成本对电价敏感，成本对距离不敏感下适用于长距离大规模运输	13
4.2 甲醇载氢成本对距离不敏感，需在用氢地配套甲醇裂解制氢工厂	14
五、管道输氢经济性最强，是未来输氢的终极发展方向	16
5.1 氢气及加氢站大规模普及前纯氢管线经济性有限，天然气掺氢或成过渡	16
5.2 纯氢管网是大规模集中制氢及长距离运输的终极目标	17
六、固态储氢材料体积密度大，适用于固定式及小型移动式场景	18
七、相关公司	20
7.1 厚普股份（300471.SZ）	20
7.2 石化机械（000852.SZ）	21
7.3 兰石重装（603169.SH）	21
7.4 中集安瑞科（3899.HK）	22
7.5 富瑞特装（300228.SZ）	23
7.6 中泰股份（300435.SZ）	24
7.7 国富氢能	24
7.8 中科富海	25
八、风险提示	27

图表目录

图表 1：不同方式氢气储运成本比较	5
图表 2：不同运输规模和运输距离下的三种运氢模式成本比较（T：气氢拖车；P：管道输氢；L：液氢储运）	6
图表 3：氢能产业发展中长期规划（2021-2035）内容	6

图表 4: 气、液、固三种储运方式对比	7
图表 5: 长管拖车气氢运输场景	8
图表 6: 高压储氢瓶分类及应用现状	8
图表 7: 运输距离对运氢价格的影响 (以 4t/天为例)	9
图表 8: 运氢量对运氢价格的影响 (以 200km 为例)	9
图表 9: 长管拖车运氢成本测算关键参数假设	9
图表 10: 长管拖车运氢成本构成	9
图表 11: 高压氢瓶相关代表企业	9
图表 12: 低温液氢运输场景	10
图表 13: 低温液氢运输成本测算关键参数假设	10
图表 14: 低温液氢成本构成 (满产能)	10
图表 15: 液氢运输成本对距离不敏感 (以 20t/天为例)	11
图表 16: 液氢运输成本随产能利用率提高大幅下降 (以 500km 为例)	11
图表 17: 低温液氢运输成本对电价反应敏感	11
图表 18: 国内液氢示范工程情况	12
图表 19: 液氢领域相关代表企业	12
图表 20: 液氢载氢场景及相关装备	13
图表 21: 液氢载氢主要参数假设	13
图表 22: 液氢载氢成本结构	13
图表 23: 液氢载氢成本对运输距离不敏感	14
图表 24: 液氢载氢成本随用氢规模变化趋势	14
图表 25: 液氢载氢运输成本对电价反应敏感	14
图表 26: 甲醇载氢场景及相关装备	15
图表 27: 甲醇载氢主要参数假设	15
图表 28: 甲醇载氢各环节成本占比	15
图表 29: 甲醇载氢成本对运输距离不敏感	15
图表 30: 甲醇载氢成本随用氢规模的变化趋势	15
图表 31: 管道输氢场景及主要装备	16
图表 32: 国外输氢管道项目情况	17
图表 33: 国内纯氢管道建设情况	17
图表 34: 管道输氢主要参数	18
图表 35: 不同运力利用率下的管道输氢运输成本	18
图表 36: 三类储氢方式	18
图表 37: 固态储氢材料分类及举例	18
图表 38: 主要的金属间化合物及其储氢特性	19

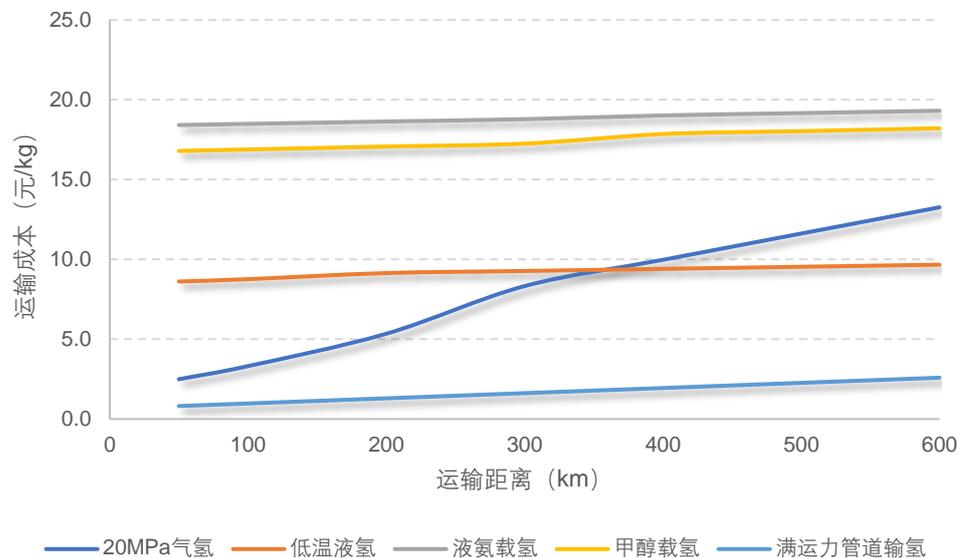
图表 39: 不同储氢方法效率、体积能量密度和主要评价	19
图表 40: 固态储氢相关公司及动态	19
图表 41: 相关推荐公司	20
图表 42: 厚普股份主要氢能产品及项目	20
图表 43: 石化机械主要产品	21
图表 44: 石化机械氢能研发产品	21
图表 45: 油气输送钢管	21
图表 46: 兰石重装氢能产品布局	22
图表 47: 神华宁煤球罐工程	22
图表 48: 中石油兰州石化分公司 4000m ³ 球罐	22
图表 49: 中集安瑞科氢能板块相关产品	23
图表 50: 中集安瑞科氢气管束	23
图表 51: 中集安瑞科液氢储罐	23
图表 52: 富瑞特装主要产品	24
图表 53: 液氢生产工艺流程示意	24
图表 54: 深冷技术装置	24
图表 55: 国富氢能液氢使用流程	25
图表 56: 2019-2021 年国富在中国车载储氢系统市占率	25
图表 57: 2019-2021 年国富在中国车载储氢瓶市占率	25
图表 58: 中科富海氢能领域主要业务	26

综述：气、液、管道逐步推进，配套设备及材料迎来机遇

短期近距离气氢拖车，中期气氢拖车短距离与液氢长距离结合，长期管道输氢。

- 综合全文测算来看，从时间维度来看，我们认为：短期内以气氢拖车近距离运输为主，中期气氢拖车短距离与液氢长距离运输结合为主，长期将以管道输氢为主。液态储氢（低温液氢、液氨载氢、甲醇载氢）以及管道运输成本对运输距离都不敏感，均适用于长距离储运，而气氢拖车对运输距离较为敏感。
 - 短期来看，当运输距离在 300km 以内时气氢拖车较为经济，因此当前加氢站应尽可能分布在氢源附近。
 - 中期来看，当氢能产业进一步发展，液氢装备及储运装备发展相对成熟时，液氢运输将成为长距离运输主流，将形成“短距离气氢拖车，长距离液氢槽车”的运输格局，辅之液氨和甲醇载氢在某些特定场景和液氢装备尚未成熟前过渡使用。
 - 长期来看，能源结构逐步转型下，对氢能的需求大且稳定，加氢站和应用场景已全面铺开，管道输氢前期投入大将不再是阻碍，管道输氢将成为最为经济的输氢方式。

图表1：不同方式氢气储运成本比较

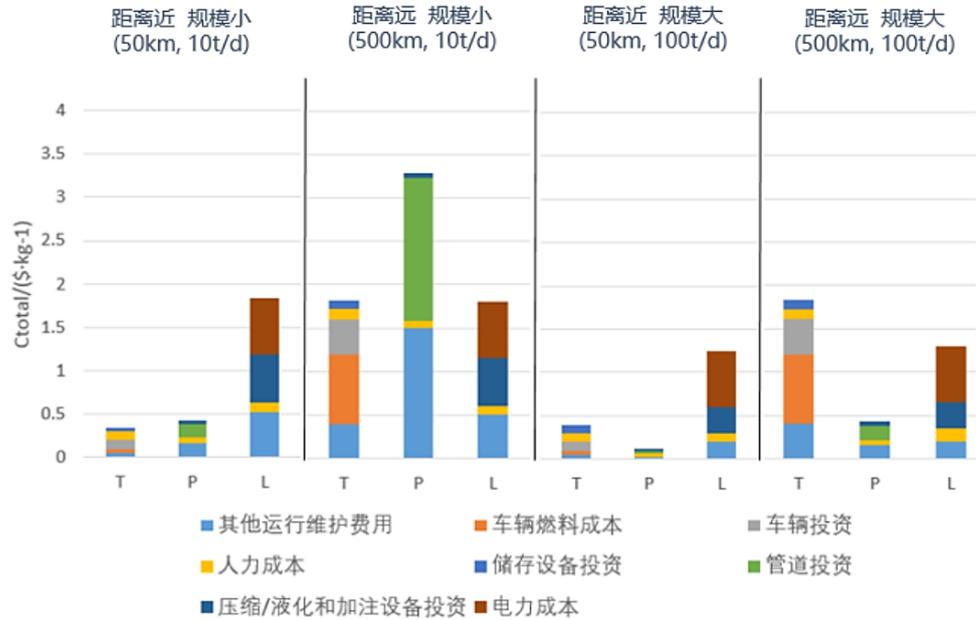


来源：《加氢站氢气运输方案比选》，《氨载氢技术经济性分析》，国金证券研究所

- 结合成本和能耗两方面因素综合考虑，我们认为：气氢拖车运输适合小规模、短距离运输情景；气氢管道运输适合大规模、长/短距离运输情景；液氢罐车运输适合大规模、长距离运输，相关储氢罐制造、碳纤维生产、液氢装备、管道钢材及配套装备厂商受益。
 - 从运输距离角度分析：1) 长管气氢拖车适合短距离运输；2) 液氢运输适合长距离运输；3) 管道气氢未来在氢能需求规模大且稳定的情况下有望成为主流运氢方式。
 - 从成本角度分析：1) 气氢拖车运氢成本受规模影响不大，主要受距离因素影响；2) 液氢罐车运氢成本随着运输规模的增大大幅降低，随运输距离的增大而略微上升，但上升幅度远小于气氢拖车的运输方式；3) 管道输氢中投资成本在运氢成本中占最大份额，适用于运氢规模大，远/近运输距离场景均适用。
 - 从能耗角度分析：气、液、管道三种运氢方式的单位能耗与运氢规模基本无关，仅与运输距离有关。1) 管道输氢方式的能耗最低；2) 液氢罐车运输则在氢气液化之后，由于其高能量密度，仅需少量柴油消耗满足车辆运行，因此运输距离对液氢罐车运输方式能耗的影响幅度很小。
 - 从板块受益角度分析：1) 长管气氢拖车运输需求增长将带动氢气储罐需求上升，未来高压氢罐降本驱动主要为提高拖车氢瓶工作压力（使用 III/IV 型氢瓶替换当前的 I 型瓶）以及终端用氢需求放量，对应氢瓶制造和碳纤维相关企业受益；

2) 液氢罐车大规模普及时, 将带动配套液氢设备需求高增, 布局液氢设备相关企业受益; 3) 管道运输建设将带动相应钢材、压缩机等配套材料与设备的需求, 可制备输氢管道钢材及配套设备企业将受益。

图表2: 不同运输规模和运输距离下的三种运氢模式成本比较 (T: 气氢拖车; P: 管道输氢; L: 液氢储运)



来源: 《氢能供应链中最佳运氢方式的选择》, 国金证券研究所

一、高密度、轻量化、低成本、多元化的氢储运体系

1.1 构建多元化氢储运体系, 向高密度、轻量化、低成本、多元化发展

- 逐步构建高密度、轻量化、低成本、多元化的氢能储运体系。2022年3月, 我国发改委发布《氢能产业发展中长期规划(2021-2035)年》, 规划提出要提高高压气态储运效率, 加快降低储运成本, 有效提升高压气态储运商业化水平; 推动液氢储运产业化应用, 探索固态、深冷高压、有机液体等储运方式应用; 开展掺氢天然气管道、纯氢管道等试点示范; 逐步构建高密度、轻量化、低成本、多元化的氢能储运体系。

图表3: 氢能产业发展中长期规划(2021-2035)内容

发展目标	2025年				2030年		2035年	
	燃料电池车保有量	加氢站	可再生能源制氢	二氧化碳减排	形成较为完备的氢能产业技术创新体系、清洁能源制氢及供应体系。	广泛应用可再生能源制氢。	提升可再生能源制氢在终端能源消费中的比重。	形成涵盖交通、储能、工业等领域的多元氢能应用生态。
约5万辆	部署建设	10-20万吨/年	100-200万吨/年					
规划路线	核心技术	产业创新	制氢设施	交通领域	工业领域	储能领域		
	质子交换膜燃料电池、新型燃料电池、核心零部件以及关键装备。	高校、科研院所、企业建设重点实验室、前沿交叉研究平台。	因地制宜的制氢技术路线, 清洁化、低碳化、低成本。	重型车辆应用, 货车、乘用车市场, 与锂电池纯电动汽车的互补发展模式。	还原剂, 替代化石能源应用。	“风光发电+氢储能”一体化应用新模式。		
示范工程	交通	储能	发电	工业				
	城市公交车、物流配送车、环卫车	可再生能源资源富集、氢气需求量大的地区	在金融、医院、学校、商业、工矿企业等领域引入氢燃料电池	在合成氨、甲醇、炼化、煤制油气等行业替代化石能源				

来源: 《氢能产业发展中长期规划(2021-2035)》, 国金证券研究所

1.2 储运环节成为氢能大规模应用下重点突破环节，涵盖气、液、固三类方式

- 氢气需求高增和应用范围扩大，储运环节成为氢能大规模应用下重点突破环节。氢能储运路线将从低压到高压、气态到多相态发展，逐步提高氢气储运能力。当前国内氢气用量及运输半径相对较小，氢气的运用主要发生在氢源附近，因此高压气态运输的方式较为经济。随着氢能市场的深入发展，氢气的需求半径扩大，运输方式将由高压气态向甲醇、液氨为储氢载体过渡，并持续向以液态形式运输为主发展；从更远期来看，高密度、高安全性的固态储氢、管道输氢等将成为主要的氢能储运方式。按照氢的不同形态，通常将储氢方法分为气态储运（高压气氢、管道氢）、液态储运（低温液态、有机液态）和固态储运三种。
 - (1) 高压气态储氢：技术比较成熟，是我国当前最常用的储氢技术。未来向轻量化、高压化、低成本、质量稳定方向发展，提高经济性和安全性。
 - (2) 低温液态储氢：标况下氢气密度的 850 倍，沸点低至-252.78℃，对储氢容器的绝热要求高，低温液态储氢目前主要在航天领域得到应用。
 - (3) 有机液态储氢：密度高，储氢条件较为宽松，但目前成本较高，能耗大，尚未广泛应用。
 - (4) 固体储氢：储氢材料可以分为物理吸附型储氢材料和金属氢化物基储氢合金两类，其中，金属氢化物储氢是目前最有希望且发展较快的固态储氢方式，但目前尚处于技术攻关及示范应用阶段。

图表4：气、液、固三种储运方式对比

储氢方式	运输工具	压力 (Mp)	载氢量 (kg/车)	储氢密度 (kg/m ³)	质量储氢密度 (wt%)	能耗 (kwh/kg)	经济距离 (km)	优点	缺点	国内技术水平
气态储氢	长管拖车	20	300-400	14.5	1.1	1-1.3	≤150	成本低，充放气速度快，常温下进行	耐压储氢瓶厚重，存在泄露和爆炸风险	关键零部件仍依赖进口，储氢密度比国外低
	管道	1-4	-	3.2	-	0.2	≥500		前期投入大，有泄露风险	缺少管道掺氢标准法规、现有管道里程短
低温液态储存	液氢槽车	0.6	7000	64	14	13	≥200	储氢密度高，安全性好	成本高，液化过程能量损失大，需绝热装置隔热	民用起步阶段，与国外存在差距
有机液态储氢	槽罐车	常压	2000	40-50	4	-	≥200	储氢量大、能量密度高、储存设备简单	成本高、能耗大、操作条件苛刻	尚未广泛应用
固态储氢	货车	4	300-400	50	1.5	10-13.3	≤150	体积储氢容量高，氢纯度高，安全性好	技术复杂，成本高，投资大	尚未广泛应用

来源：《中国氢能产业发展报告 2020》，国金证券研究所

二、短期以气氢储运长管拖车为主，适用于短距离运输

2.1 氢能运输当前以气氢运输为主，采用长管拖车运输高压储氢瓶

- 氢能运输当前主要以高压气氢运输为主。高压气氢运输可分为长管拖车和管道输送两种。我国当前长管拖车运氢主要采用 20MPa 的 I 型钢制储氢瓶（耐压不超 30MPa），单车运氢在 300kg 左右，而国外已经推出 50MPa 运输用储氢瓶（III 型/IV 型），单车运氢可达 900kg 甚至更高，氢瓶耐压越高，单车运氢量就越多。
 - 长管拖车气氢运输场景：将上游高纯氢经由压缩机压缩至 20MPa，通过装气柱装入长管拖车氢瓶，再运输至加氢站，拖车车头和管束分离，装有高压氢气的管束在站内经由卸气柱被压入加氢站的高、中、低压储氢瓶组中进行分级存储，最后由加注枪注入终端车用氢瓶中。

图表5：长管拖车气氢运输场景



来源：《集装管束运输车在氢气运输中的应用》，国金证券研究所

图表6：高压储氢瓶分类及应用现状

分类		现状
高压储氢瓶	按材质分类	
	纯钢制金属瓶 (I 型)	主要材料为 Cr-Mo 钢，容易发生氢脆而爆裂；耐压不超 30MPa，通常为 20MPa，重量高。
	钢制内胆纤维缠绕瓶 (II 型)	容易发生氢脆；耐压可达 70MPa，通常是 45MPa。
	铝制内胆纤维缠绕瓶 (III 型)	耐压可达 70MPa，我国车载储氢瓶主要使用 35MPa 的 III 型瓶。
	塑料内胆纤维缠绕瓶 (IV 型)	通常为 70MPa，质量最轻，适合车载，是国外主流技术路线；我国应用尚处于起步阶段，是未来发展方向。
按用途分类	固定式储氢瓶	当前主要采用 20MPa 钢制氢瓶，并且可与 45MPa 钢制瓶、98MPa 钢带缠绕式压力容器组合用于加氢站。
	车用储氢瓶	当前我国车载储氢大多为 35MPa 的 III 型瓶，70MPa 的 III 型瓶也有少量应用；而国外主流采用 70MPa 的 IV 型瓶；车用气瓶与运输用气瓶的主要差别在于压力不同，储运气瓶的压力高于车用氢气瓶。
	运输用储氢瓶	当前长管拖车钢瓶主要为 20MPa 的 I 型钢瓶；而国外主流运氢压力可达 50MPa 甚至更高；我国未来运输用储氢瓶将逐步被 III/IV 型瓶取代。

来源：中国氢能联盟，国金证券研究所

2.2 长管气氢拖车适合短距离运输，中短期氢气需求量提升对运氢降本效果显著

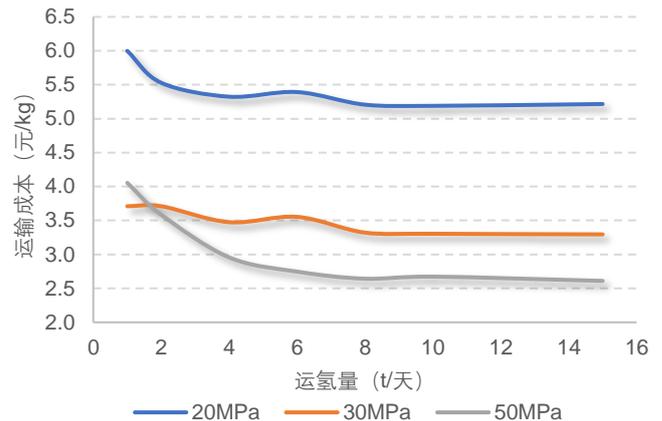
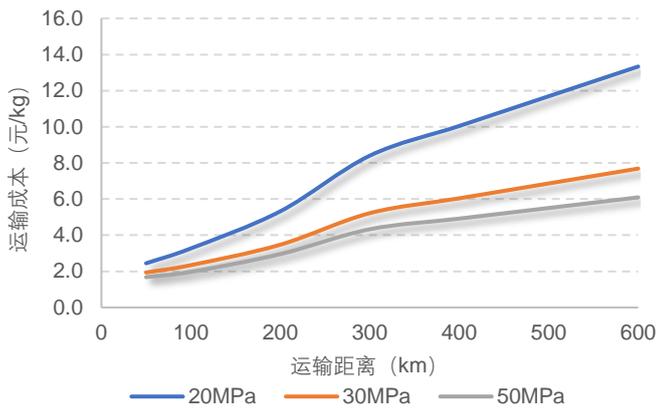
- 长管拖车适合短距离运输，移动式储氢瓶对体积和重量敏感度较高。运输成本对运输距离敏感，拖车储氢瓶工作压力越低越敏感。20MPa 长管拖车载氢量约为 300kg，30MPa

长管拖车载氢量约为 600kg, 50MPa 长管拖车载氢量约为 900kg, 以运氢量 4 吨/天测算, 当运输距离从 50 公里增加至 600 公里时, 20MPa 长管拖车运输成本由 2.4 元/kg 增加至 13.3 元/kg; 50MPa 长管拖车运输成本由 1.7 元/kg 增加至 6.1 元/kg。由此可见, 长管拖车运氢成本随运输距离变化明显, 且长管拖车氢瓶工作压力的提高使运氢成本显著降低。预计未来运输用钢瓶有望被碳纤维储氢瓶逐渐替代以降低运氢成本。

- 中短期氢气需求量提升对运氢降本效果显著。规模效应对气氢拖车运输降本有一定作用, 当运氢量从 1 吨/天提高至 10 吨/天时, 50MPa 长管拖车运氢成本由 4.1 元/kg 降为 2.7 元/kg, 降本幅度在 30% 左右, 更大规模的运输降本效果则不明显。可见, 近中期内, 氢气需求量对运氢成本的降低效果显著, 随着未来加氢站以及燃料电池汽车数量进一步增加, 短距离运氢成本仍有较大下降空间。

图表7: 运输距离对运氢价格的影响 (以 4t/天为例)

图表8: 运氢量对运氢价格的影响 (以 200km 为例)



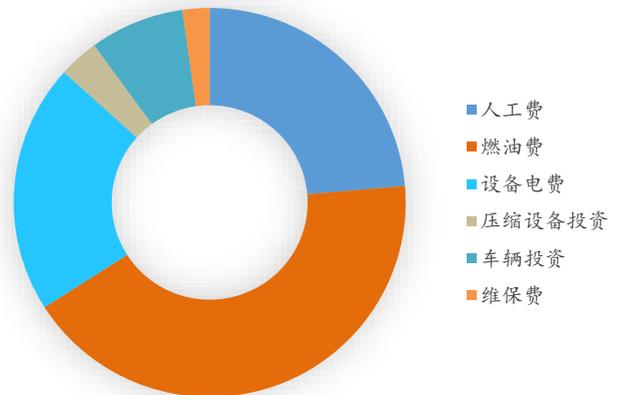
来源: 《加氢站氢气运输方案比选》, 国金证券研究所

来源: 《加氢站氢气运输方案比选》, 国金证券研究所

图表9: 长管拖车运氢成本测算关键参数假设

图表10: 长管拖车运氢成本构成

运氢规模 (t/天)	4
车速 (km/h)	60
百公里油耗 (L)	25
柴油价格 (元/L)	7
拖车车头和管束价格 (万元)	66
拖车寿命 (年)	10
每车工人人数	2
工资标准 (万元/人/年)	10
压缩设备 (万元)	140
氢气压缩过程耗电 (kwh/kg)	1
电价 (元/kwh)	0.6



来源: 《加氢站氢气运输方案比选》, 国金证券研究所测算

来源: 《加氢站氢气运输方案比选》, 国金证券研究所

- 综上分析, 长管拖车气氢运输适用于短距离运输, 中短期氢气需求放量下存在较大降本空间。未来降本驱动主要为提高拖车氢瓶工作压力 (使用 III/IV 型氢瓶替换当前的 I 型瓶) 以及终端用氢需求放量。

图表11: 高压氢瓶相关代表企业

相关领域	代表企业
碳纤维	中复神鹰、恒神股份、光威复材, 中简科技
氢瓶制造	京城股份, 中集安瑞科, 国富氢能, 亚普股份, 中材科技, 科泰克, 兰石重装, 中国一重, 国机重装, 富瑞特装

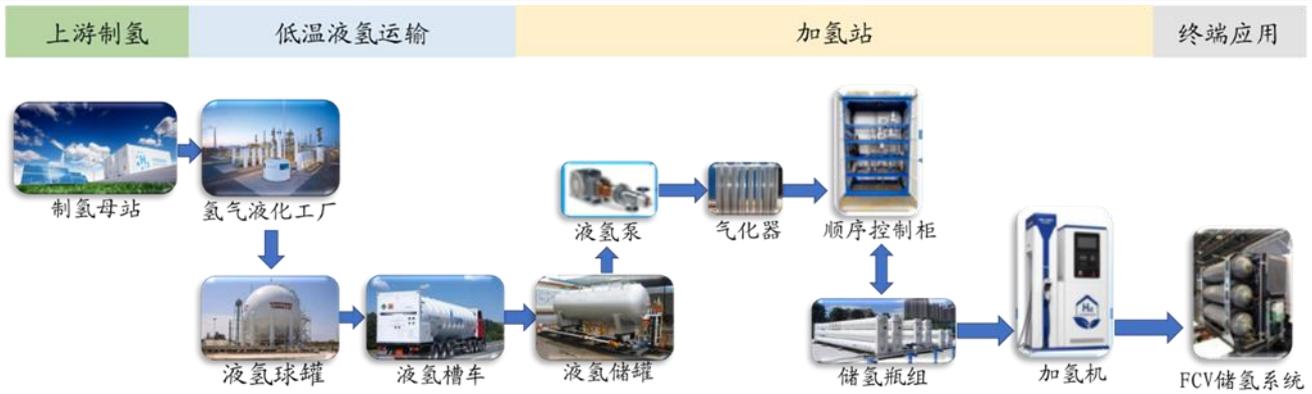
来源: Wind, 国金证券研究所

三、低温液氢适用长距离大规模运输，度电成本下降驱动成本下行

3.1 低温液氢运输适用于长距离和大规模，度电成本下行和规模化驱动降本

- 低温液氢运输场景，将上游氢气经过液化厂低温处理变成液态氢，随后由液氢槽车运输至加氢站进行冷却气化，再由加氢站加注枪注入终端车载储氢瓶。

图表12：低温液氢运输场景



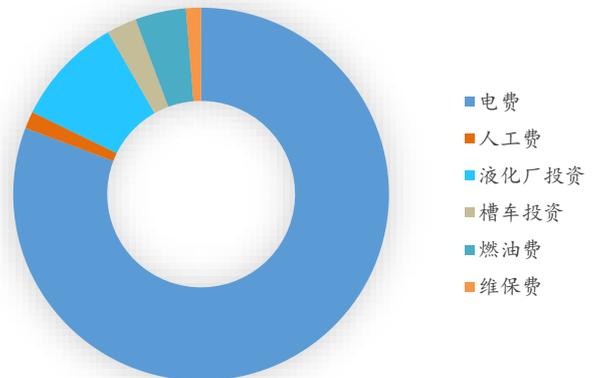
来源：《Hydrogen liquefaction: a review of the fundamental physics, engineering practice and future opportunities》，国金证券研究所

- 低温液氢适用于距离较远，运输量大的应用场景。液氢槽车运氢成本对运输距离并不敏感，因此适用于长距离运输。假设液氢需求量为20吨/天，液氢槽车单车载氢量为4吨，则当运输距离为50km增加到500km时，运输成本仅从13.1元/kg增加到14.0元/kg，随着未来燃料电池汽车的广泛应用，加氢站密度不断增加时，氢气日均需求也将大幅增长，同时液氢的运输成本也将大幅下降，20吨/天液氢满产满销时，运输成本有望降至10元/kg以内。

图表13：低温液氢运输成本测算关键参数假设

液化设备及厂房投资（万元）	58000
设备日处理量（吨）	120
百公里油耗（L）	29
柴油价格（元/L）	7
液氢槽车价格（万元/辆）	350
载氢量（kg/车）	4000
氢气液化过程耗电（kwh/kg）	12.5
电价（元/kwh）	0.6

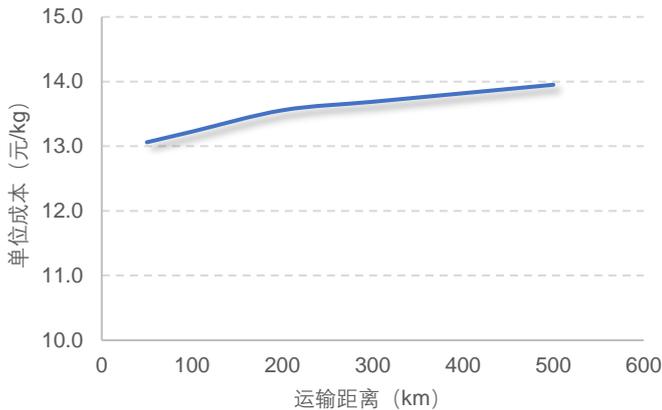
图表14：低温液氢成本构成（满产能）



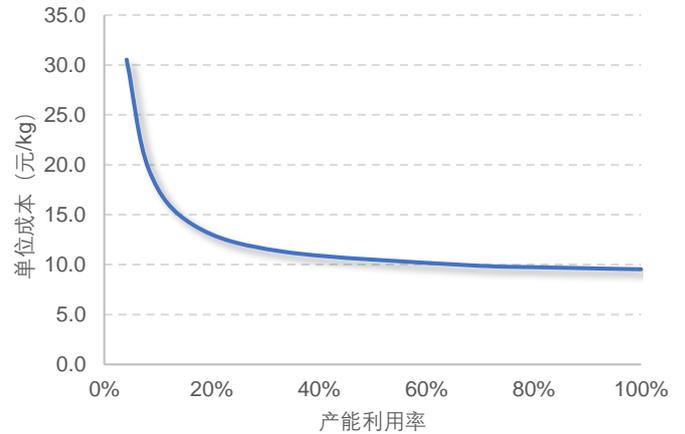
来源：《加氢站氢气运输方案比选》，国金证券研究所

来源：《加氢站氢气运输方案比选》，国金证券研究所

图表15: 液氢运输成本对距离不敏感 (以 20t/天为例)



图表16: 液氢运输成本随产能利用率提高大幅下降 (以 500km 为例)

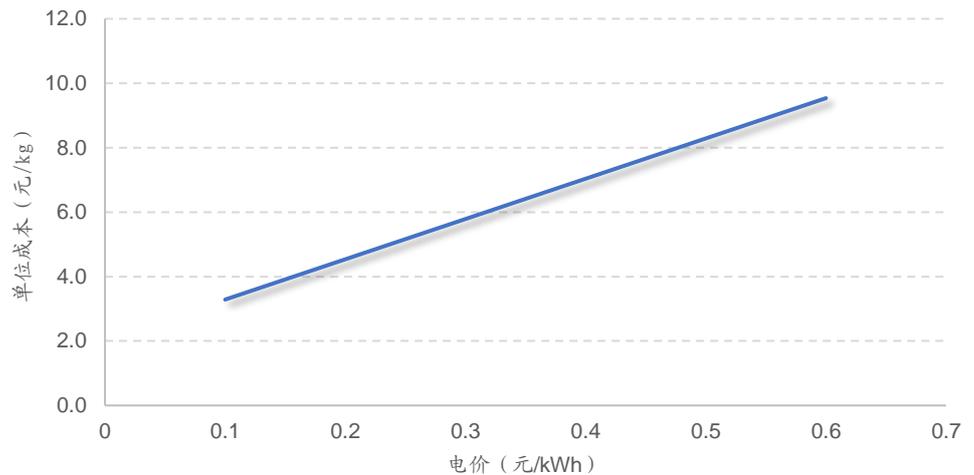


来源:《加氢站氢气运输方案比选》, 国金证券研究所

来源:《加氢站氢气运输方案比选》, 国金证券研究所

- 低温液氢运输对电价反应敏感, 电价下降则液氢运输降本空间广阔。从液氢运输成本构成来看, 电费是主要成本支出, 占比过半。以满产能, 运输距离 500km 条件测算, 当电价从 0.6 元/kWh 降到 0.2 元/kWh 时, 液氢运输成本由 9.5 元/kg 下降至 4.5 元/kg, 降幅达 50%左右。

图表17: 低温液氢运输成本对电价反应敏感



来源:《加氢站氢气运输方案比选》, 国金证券研究所

3.2 液氢装备国产化替代趋势, 中期将实现气氢与液氢运输配合的输氢格局

- 液氢装备逐步国产化, 中期将实现长管拖车气氢运输与液氢运输相互配合的输氢格局, 建议关注液氢装备及储运领域的相关企业。当前液氢运输在日本、美国已成为加氢站运氢的重要方式之一, 我国液氢主要在航空航天领域有所应用, 民用液氢正在逐步推进。目前全球范围内液氢工厂主要分布于北美, 尤其是美国, 产能占 67%。此前我国液氢设备主要依赖于进口, 但近年来我国在氢液化系统集成方面积极开发, 液氢装备出现国产化替代趋势, 未来液氢产能有望迅速提升。
- 基于上游电价的快速下降, 上游可匹配三北地区可再生资源发电的低廉电价, 以及国产液氢装备不断的技术突破, 中期看将出现气氢与液氢配合的输氢格局, 即气氢负责地区内短距离运输, 液氢跨东西长距离输送。

图表18：国内液氦示范工程情况

公司	安装地点	时间	产能 (t/天)
鸿达兴业	乌海	2020 年投产	0.3
浙江能源	嘉兴	2021 年设备调试	1.5
中建氢能	定西	2022 年开工	1.5
长江三峡	乌兰察布	2022 年开工	0.2
华九氢能	洛阳	2021 年投产	8.5
齐鲁石化	淄博	2022 年开工	8.5
吴源化工	阜阳	2022 年投产	1.5
未势能源	定州	2022 年开工	0.5
三十三集团	重庆	2023 年投产	5
巴陵石化&湖南核电	岳阳	2023 年投产	60
AP	嘉兴海盐	2020 年 6 月开工	30
AP	呼和浩特	2021 年 10 月开工	30
林德	嘉兴	-	30
法液空	嘉兴	2021 年 12 月开工	30
鸿达兴业	乌海	-	100
华久氢能	洛阳	2023 年 6 月投产	2700 (t/年)
中科富海	安徽	2022 年 2 月开工建设	1.5
齐鲁氢能	淄博	2022 年 2 月开工	13200 (t/年)
久泰氢能	内蒙古	-	30
旭阳集团	定州	2021 年 9 月开工	1
中石油管道	乌海	2022 年 8 月启动	5

来源：北京航天试验技术研究所（101 所）、势银能链，国金证券研究所

图表19：液氦领域相关代表企业

相关领域	代表企业
氢液化装备	航天六院 101 所、国富氢能、富瑞特装、深冷股份、中科富海
液氦储存	国富氢能、奥扬科技、中集安瑞科、鸿达兴业

来源：Wind，国金证券研究所

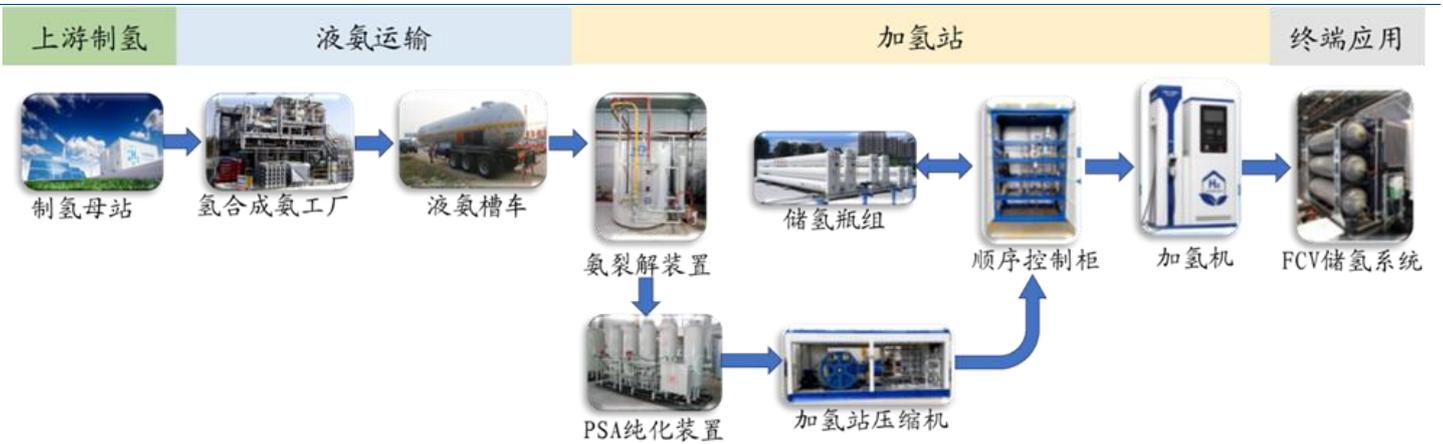
四、液氨载氢为气氢向液氢过渡阶段的替代，适用长距离大规模运输

- 液氨载氢的成本对距离不敏感，适用于长距离大规模运输，其储运难度低，常温常压下即可运输，当前压力容器满足需求，但由于能源形态转化次数多，其成本在低电价下远高于液氢，因此液氨将成为在液氢大规模推广前的氢储运过渡技术。

4.1 液氨载氢成本对电价敏感，成本对距离不敏感下适用于长距离大规模运输

- 液氨载氢是储氢技术之一。液氨载氢是指将氢气与氮气反应生产液氨，作为氢能的载体进行运输，再将液氨裂解制氢运用到终端。氨作为一种含氢质量分数达到 17.6% 的富氢物质，在常温加压 (0.86MPa) 或常压低温 (240 K) 下很容易转化为液态，其对应的能量密度分别为 $134.0\text{kJ}\cdot\text{L}^{-1}$ 和 $143.5\text{kJ}\cdot\text{L}^{-1}$ (同等条件下氢气的能量密度为 $84.0\text{kJ}\cdot\text{L}^{-1}$) 便于储存 (低压储罐或者钢瓶) 和运输，储运条件较液氢更宽松。与丙烷类似，液氨可直接利用丙烷的技术基础设施，大大降低了设备投入。
- 液氨载氢场景，是将上游制取的氢气在 H-B 工厂 (可与制氢母站合建) 中与氮气反应生成液氨，经由液氨槽车运输至加氢站内进行站内氨裂解制氢，再经提纯和压缩处理即可形成高压高纯氢，最后经由加注枪注入终端车用储氢瓶。

图表20：液氨载氢场景及相关装备



来源：《氨载氢技术经济性分析》，国金证券研究所

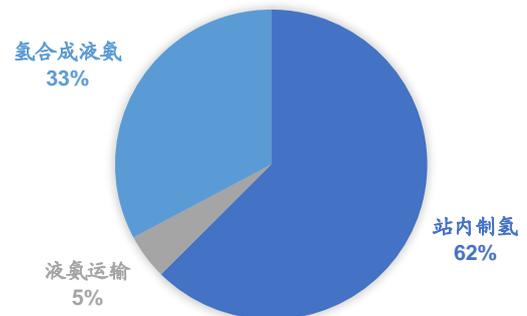
- 液氨载氢成本对距离不敏感，适用于长距离大规模运输。液氨载氢方式主要分为三个环节：①氨合成液氨环节；②液氨运输环节；③加氢站内液氨裂解制氢环节。由于液氨载氢需要进行加氢站内液氨裂解制氢、提纯以及压缩环节，成本占比达 62%，因此当前液氨载氢方式成本较高。以单日氢气需求量 4t，加氢站规模 500kg/天，单车载氨 20t，电价 0.6 元/kWh 为例测算，当运输距离由 50km 增加至 500 公里时，液氨载氢成本由 18.4 元/kg 增加至 19.2 元/kg，增幅较小。

图表21：液氨载氢主要参数假设

H-B 工厂规模 (t 氨/天)	2000
H-B 工厂投资 (万元)	16600
车辆投资 (万元)	32
加氢站规模 (kg/天)	500
站内制氢设备投资 (万元)	491
电价 (元/kWh)	0.6
用氢规模 (t/天)	4

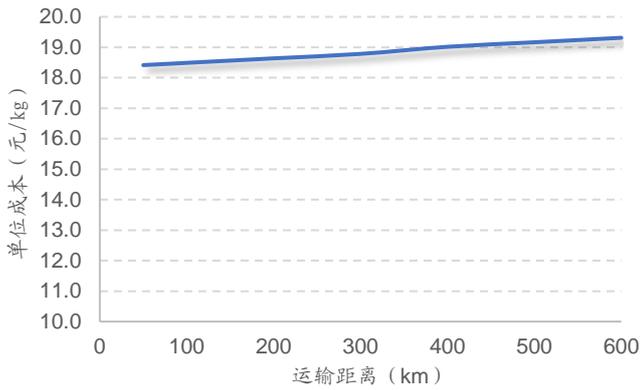
来源：《氨载氢技术经济性分析》，国金证券研究所测算

图表22：液氨载氢成本结构

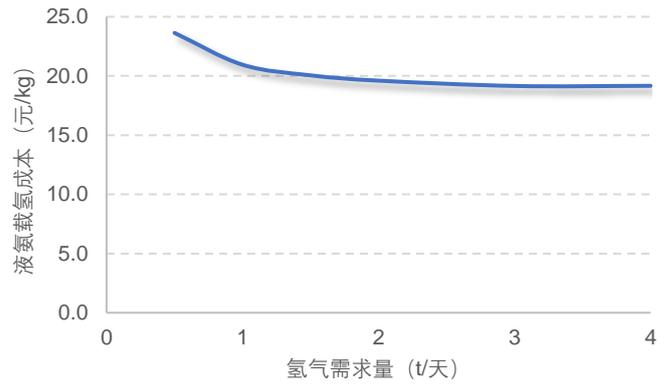


来源：《氨载氢技术经济性分析》，国金证券研究所

图表23: 液氨载氢成本对运输距离不敏感



图表24: 液氨载氢成本随用氢规模变化趋势

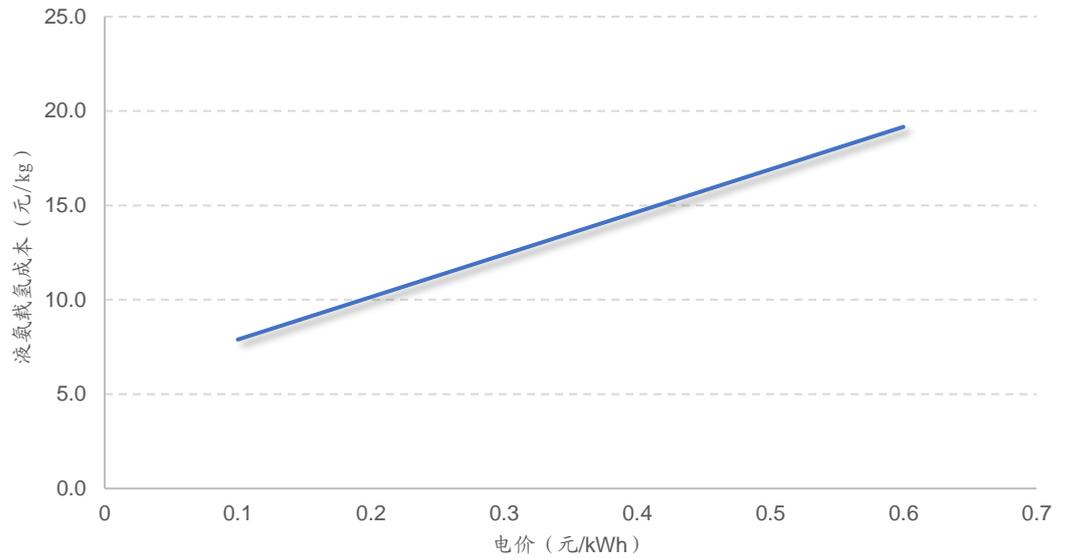


来源:《氨载氢技术经济性分析》, 国金证券研究所

来源:《氨载氢技术经济性分析》, 国金证券研究所

- 液氨载氢成本对电价反应敏感, 电价下降带动液氨载氢运输降本。以运输距离500km测算, 当电价从0.6元/kWh降到0.2元/kWh时, 液氨载氢运输成本由19.2元/kg下降至10.1元/kg, 降幅达45%左右。

图表25: 液氨载氢运输成本对电价反应敏感



来源:《氨载氢技术经济性分析》, 国金证券研究所

4.2 甲醇载氢成本对距离不敏感, 需在用氢地配套甲醇裂解制氢工厂

- 甲醇载氢也是储氢技术之一。甲醇储氢技术是指将一氧化碳与氢气在一定条件下反应生成液体甲醇, 作为氢能的载体进行利用。在一定条件下, 甲醇可分解得到氢气用于燃料电池, 甲醇还可直接用作燃料。甲醇的储存条件为常温常压, 且没有刺激性气味, 利于储运。
- 甲醇载氢场景, 是将上游制取的氢气在氢-甲醇转化工厂 (CCU 工厂) 中与 CO₂ 生成甲醇, 经由甲醇罐车运输至远距离的用氢地区, 在用氢地的甲醇裂解制氢工厂将甲醇裂解为氢气, 并提纯压缩注入气氢长管拖车, 再用长管拖车运输至各个加氢站以供终端使用。

图表26: 甲醇载氢场景及相关装备



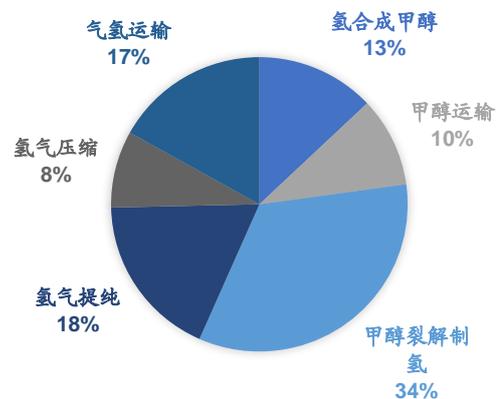
来源: 《Methanol synthesis using captured CO2 as raw material: Techno-economic and environmental assessment》, 国金证券研究所

- 甲醇载氢成本对距离不敏感, 适用于长距离大规模运输。甲醇载氢方式主要分为六个环节: ①氢合成甲醇; ②甲醇运输; ③甲醇裂解制氢; ④气氢提纯; ⑤高纯氢压缩; ⑥气氢拖车运输。与液氢载氢不同的是甲醇载氢的甲醇裂解环节所需设备占地面积较大, 不适宜加氢站内裂解, 因此甲醇载氢场景设定为在甲醇长距离运输至用氢地的甲醇裂解工厂(母站)进行统一制氢, 再由气氢拖车运输至周边各个加氢站(短距离运输气氢拖车更为经济)。以单日氢气需求量4t, 加氢站规模500kg/天, 电价0.6元/kWh, 气氢拖车运输距离100km为例测算, 当甲醇运输距离由50km增加至500km时, 甲醇载氢成本由16.4元/kg增加至17.9元/kg, 增幅较小。

图表27: 甲醇载氢主要参数假设

CCU 工厂规模 (t 甲醇/年)	440000
CCU 工厂投资 (万元)	142000
甲醇罐车投资 (万元)	77
甲醇裂解工厂规模 (t 氢/年)	1214
甲醇裂解工厂投资 (万元)	947
加氢站规模 (kg/天)	500
用氢规模 (t/天)	4
电价 (元/kWh)	0.6

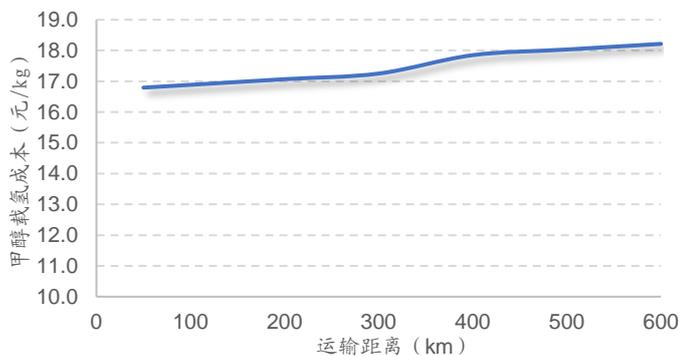
图表28: 甲醇载氢各环节成本占比



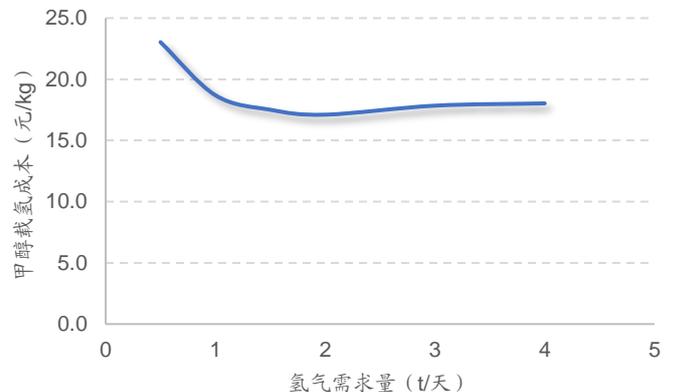
来源: 《Methanol synthesis using captured CO2 as raw material》, 国金证券研究所

来源: 《Methanol synthesis using captured CO2 as raw material》, 国金证券研究所

图表29: 甲醇载氢成本对运输距离不敏感



图表30: 甲醇载氢成本随用氢规模的变化趋势



来源: 《Methanol synthesis using captured CO2 as raw material》国金证券研究所

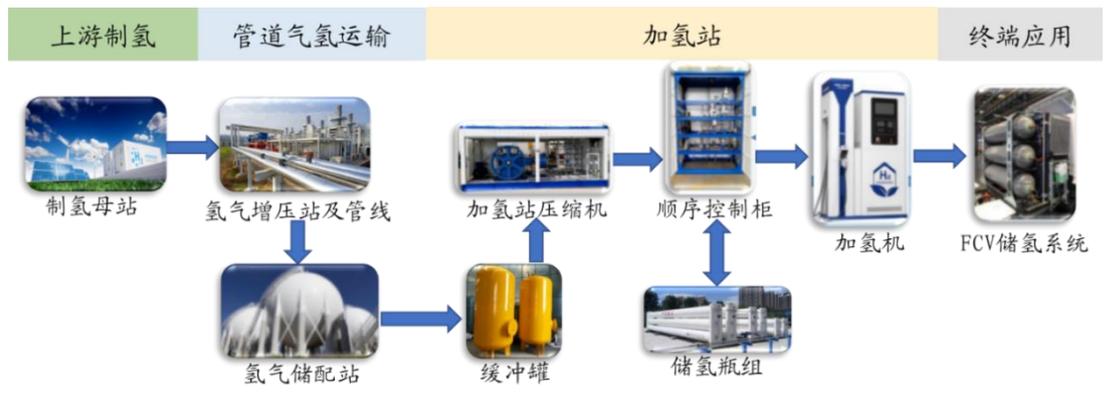
来源: 《Methanol synthesis using captured CO2 as raw material》国金证券研究所

五、管道输氢经济性最强，是未来输氢的终极发展方向

5.1 氢气及加氢站大规模普及前纯氢管线经济性有限，天然气掺氢或成过渡

- 管道输氢场景，将上游制取的氢气经增压站加压后送入输氢管道进行长距离输送，在输送至用氢地的氢气储配站后可调节压力引入加氢站，最终由加氢机注入终端车用储氢瓶。

图表31：管道输氢场景及主要装备



来源：《加氢站氢气运输方案比选》，国金证券研究所绘制

- 当前氢气应用及加氢站尚未大范围普及，加氢站点较为分散，管道运输经济性有限。管道运输具有输氢量大、能耗小和成本低等优势，但建造管道一次性投资成本较大，氢气长输管道的造价约为天然气管道的2~3倍。美国已有2700公里输氢管道，欧洲已有1600公里输氢管道，我国仅有400公里输氢管道。管道运输的成本主要来源于管材折旧及维护成本，在当前加氢站尚未大范围普及，站点较为分散的情况下，管道运输经济性有限，未来随着氢能产业下游应用的拓展及地区铺开，管道输氢将成为最佳选择之一。
- 将现有天然气管网改造成纯氢管道或者进行天然气掺氢运输，可避免输氢管道的前期高额投资，是解决氢气规模化输送的有效途径。截至2021年底，全球天然气管道总里程约135万公里，我国天然气管道总长约8.9万公里，已经形成贯穿全国、联通海外的天然气输送系统；对现有天然气管道进行改造或是进行天然气掺氢存在较大可行性，目前国内外已存在实践，但仍然需要对管网进行系统性的检测与评估：1) 钢制天然气管道以及管道系统中所有临氢部分的耐氢问题；2) 零部件（如密封件、压力调节器等）在临氢环境中功能是否正常；3) 氢气是否会影响系统整体的运行。
- 理论上天然气掺氢体积比在20%以内无需对天然气管道进行改造，但实际上掺氢或是改造的途径仍存在一些局限因素，所以掺氢比例在5~10%以内基本上没有问题。欧洲是迄今为止掺氢输送技术最先进和得到政府支持力度最大的地区。部分国家对天然气掺氢比例进行了限制，如德国天然气配送系统的掺氢上限为10%，法国为6%，意大利为5%，澳大利亚为4%等。

图表32: 国外输氢管道项目情况

国家或地区	年份	项目/公司	掺氢比例	内容
欧盟	2004-2009	NaturalHy	<50%	研究指出,工业和家用混氢天然气的室内爆炸严重性在掺氢比小于20%时危害不明显。
荷兰	2008-2011	VG2	20%	将风电制氢掺入天然气管网,终端设备未发现定性、回火或点火等问题
德国	2013	电力和天然气公用事业公司	5%	首次尝试管道掺氢
		能源储存和清洁燃料公司	<2%	注入天然气分销网络
	2020	Avacon	20%	在萨克森·安哈尔特州的天然气管网中掺氢
法国	2014	GRHYD	20%	天然气掺可再生氢,供居民使用
英国	2015	HyDeploy	20%	英国首个将氢气掺入天然气供应系统的项目
意大利	2019	SNAM 燃气公司	5%	-

来源: 燃料电池与氢能观察, 国金证券研究所

5.2 纯氢管网是大规模集中制氢及长距离运输的终极目标

- 建立纯氢管网输氢是未来大规模集中制氢及长距离运输的终极目标。我国当前氢气管网发展不足,输氢管道主要分布在环渤海湾、长江三角洲等地。以济源-洛阳氢气管道项目为例,该项目配套假设2座站场,项目总投资1.54亿元,经我们测算发现,随着管道运力利用率的下降,运输成本大幅增加,而当运力利用率较高时,运输成本相对经济。如管道运力利用率100%时,运输距离由50km增加至500km,运输成本仅从0.8元/kg增加至2.3元/kg,显著低于气氢拖车、液氢等上述运输成本,在未来氢能全面普及到各领域后,管道输氢将会成为最具潜力的输氢方式。

图表33: 国内纯氢管道建设情况

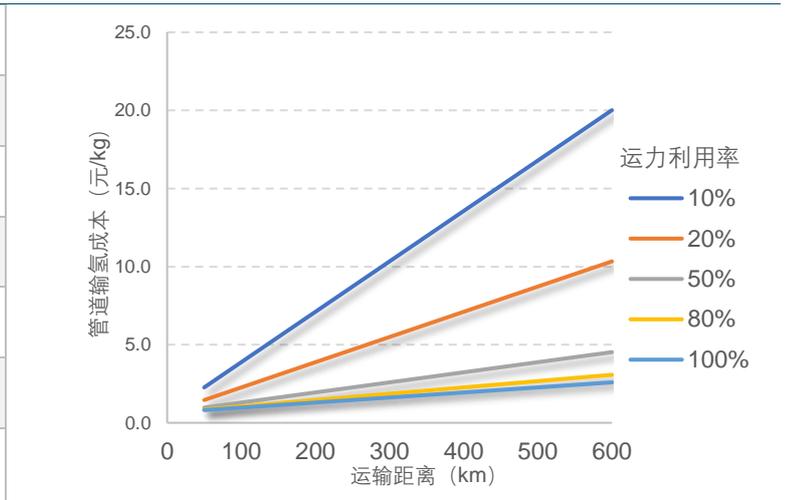
项目	管道全长 (km)	管径 (mm)	管材	设计压力 (MPa)	最大输氢量 (万吨/年)
玉门油田输氢管道工程	5.77	200	-	2.5	1万标方/小时
巴陵-长岭输氢管道	42	-	-	4	4.42
金陵-扬子氢气管道	32	-	-	-	-
济源-洛阳氢气管道工程	25	508	L245NS 无缝钢材	4.0	10.04
定州-高碑店氢气管道工程	164.7	508	L245N	4.0	10
通过纯氢示范应用项目	7.8	400	-	-	10
达茂-工业区氢气管道工程	159.07	-	-	6.3	一期10,二期30
宁东基地首条入廊氢气输送管道	1.2	50	-	-	200万标方/年

来源: 国际氢能网, 国金证券研究所

图表34：管道输氢主要参数

最大输氢量 (吨/年)	100400
管道投资 (万元/km)	617.16
运维费用 (万元/年/km)	1.5429
氢气损耗比例	8%
管道寿命 (年)	20
电价 (元/kWh)	0.6
压缩电耗 (kWh/kg)	1

图表35：不同运力利用率下的管道输氢运输成本



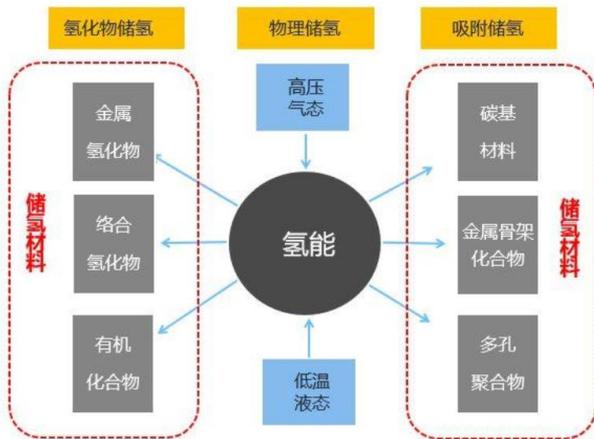
来源：济源-洛阳氢气管道工程招标书，国金证券研究所

来源：济源-洛阳氢气管道工程招标书，国金证券研究所

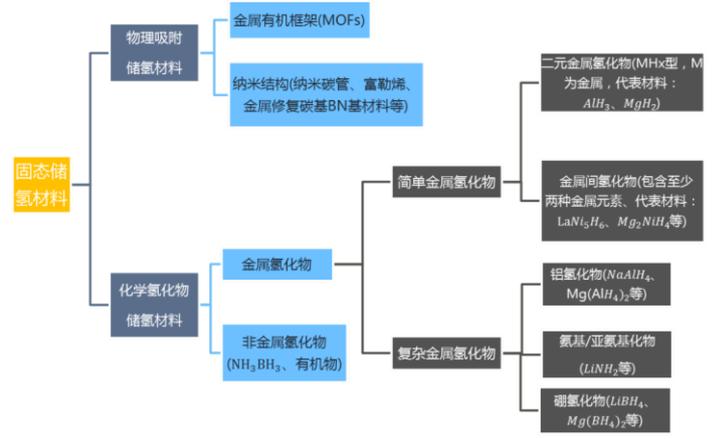
六、固态储氢材料体积密度大，适用于固定式及小型移动式场景

- 储氢的几种主要方式主要包括物理储氢（高压气态和低温液态）、氢化物储氢和吸附储氢，其中氢化物储氢和吸附储氢都主要依赖于不同储氢材料的性质特点，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，操作简单、运输方便、成本低、安全等。目前储氢材料路线仍存在着一些技术问题亟待解决，提升储氢材料性能及优化储氢系统的控制管理是发展关键。技术发展方面，金属氢化物储氢材料的技术有待进一步提升，例如重量储氢率、可逆性等；其次，即使储氢合金本身体积储氢密度高，但整体储氢系统换热管道中的介质热交换将影响储氢合金的反应速率，因此储氢系统对吸放氢的温度、速度、循环等控制要求较高。

图表36：三类储氢方式



图表37：固态储氢材料分类及举例



来源：《储能科学与技术》，国金证券研究所

来源：《储能科学与技术》，国金证券研究所

- **金属氢化物储氢材料**：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 AB₅型、AB₂型、AB型和 A₂B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。

图表38: 主要的金属间化合物及其储氢特性

类别	合金	氢化物	储氢密度 (%)	P _{eq} /T (bar, K)	优点	缺点
AB ₅	LaNi ₅	LaNi ₅ H ₆	1.37	2/298	压力低、反应快	价格高、储氢密度低
AB ₂	ZrMn ₂	ZrMn ₂ H _{3.6}	1.67	1/483	无需退火除杂、适应性强	初期活化难、易腐蚀、成本高
AB	FeTi	Mg ₂ Ni	1.89	5/303	价格低	寿命短
A ₂ B	Mg ₂ Ni	Mg ₂ NiH ₄	3.59	1/555	储氢量高	条件苛刻

来源:《储能科学与技术》, 国金证券研究所

- 物理吸附型储氢材料: 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。储氢容量取决于吸附材料的比表面积, 通常材料的比表面积越大, 吸附温度越低, 储氢量就越大。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。

图表39: 不同储氢方法效率、体积能量密度和主要评价

方法	储氢效率	体积能量密度 (kg/L)	主要评价
高压储氢	0.7%~10%	0.015	技术成熟、应用广泛、简便易行
液化储氢	14.20%	0.04	技术成熟, 广泛应用于大型存储, 能耗高
金属氢化物储氢	3%	0.028	价格昂贵, 适合小型系统
活性炭储氢	9.80%	N/A	经济, 储氢量高, 解吸快, 循环使用寿命长, 易实现规模化生产
纳米碳管储氢	2%~8%	N/A	处于研发阶段, 不能大规模生产, 成本高
NaBH ₄	3.35%	0.036	储存效率高, 安全污染, 成本较高

来源:《储能科学与技术》, 国金证券研究所

- 固态储氢终端应用多集中于固定式储氢以及对重量不敏感的小型移动式应用。固态储氢多采用金属氢化物和铝合金氢罐, 致使固态储氢罐较重, 其终端应用大多在固定式储氢和对重量不敏感的小型移动式场景。固态储氢未来有望成为大规模储能的方式之一, 可用作移动基地的备用电源、建筑热电联供电源和微网电源等, 实现长期存储和调峰; 在小型移动领域, 固态储氢罐可直接被售卖以及补能替换, 应用在相应的移动式场景, 例如两轮车、叉车等。固态储氢整体处于研发示范的较早期阶段, 近年国内以固态储氢作为能源供应的卡车和备用电源等应用逐步亮相。

图表40: 固态储氢相关公司及动态

相关公司	动态
厚普股份	首个氢能全场景的科研示范项目设备发货, 标志着其完成金属固态储氢技术的商业落地, 具备固态储氢产品设计和集成能力, 目前固态储氢项目已经基本完工。
圣元环保/有研工研院	2022年4月, 圣元环保旗下全资子公司泉州有元氢能源研究院与有研工研院就氢能研究院达成正式技术服务, 包括储氢材料研究与制备, 船舶、港口车辆等应用场景固态储氢装置等, 现以厦门、泉州两地作为试点。
横店东磁/安泰创明	投资安泰创明, 安泰创明目前已拥有自主知识产权的固态储氢作为氢源的百瓦级氢燃料电池发电系统, 可应用于氢能两轮车, 与永安行等合作, 并将在江苏、广东等地开展特定区域场景示范工程, 已建成一条年产800吨储氢材料的生产线。
永安行	氢能棒采用低压固态储氢技术, 安全、储氢量大、内部平衡压力低, 该氢能棒已通过火烧、高空抛落、撞击等实验。
云海金属	与宝钢金属及相关高校和研究所合力开展镁基固态储氢研究项目, 目前处在研发阶段, 技术成熟后将会量产。
鸿达兴业	拥有气态、液态、固态储氢技术, 积极推动制氢、储氢、储能及氢能应用产业化发展。
氢枫能源	镁基固态储氢设备是氢枫能源三大基础业务板块之一。氢枫能源与上海交通大学材料学院丁文江院士团队共同建立了氢储(上海)能源科技有限公司, 专注于镁合金固态储氢技术的研发生产。2022年4月, 在河南新乡高新区镁合金高密度储氢技术产业化项目的全球首条生产线建成投产测试。
镁源动力	固态镁基储氢材料已实现规模化生产, 产能达20t/年以上。其自研的使用多孔镁合金颗粒的镁基固态储氢设备, 已实现模块化, 储氢常压加热, 放氢时常温常压, 循环使用3000次无衰减。

来源: 国际氢能网, 国金证券研究所

七、相关公司

- 电解水及氢气需求端放量下，安全高效输氢技术是氢能大规模商业化发展的前提，从板块角度看，电解水设备、氢气储罐、碳纤维、液氢配套设备、输氢管道钢材及配套设备相关企业受益，建议关注异辉科技、亿利洁能、华电重工、石化机械、兰石重装。

图表41：相关推荐公司

代码	公司	市值/ 亿元	EPS/元				PE				相关业务
			2021A	2022E	2023E	2024E	2021A	2022E	2023E	2024E	
300423.SZ	异辉科技	56.52	0.42	-	-	-	34.62	-	-	-	碱性电解槽、氢能车辆运营等
600277.SH	亿利洁能	148.83	0.23	-	-	-	23.41	-	-	-	碱性电解槽，风光氢储一体化项目
601226.SH	华电重工	92.98	0.26	0.26	0.37	0.48	26.09	31.19	22.01	16.69	碱性电解槽、气体扩散层等
300471.SZ	厚普股份	63.92	0.03	-	-	-	850.04	-	-	-	加氢机、加氢枪、加氢站等
000852.SZ	石化机械	67.38	0.06	0.06	0.13	0.19	120.31	121.34	58.12	38.42	输氢管道、压缩机、PEM 电解槽
603169.SS	兰石重装	100.45	0.13	0.22	0.29	0.37	47.07	33.14	25.25	19.47	碱性电解槽、氢储罐球罐

来源：Wind，国金证券研究所。数据截至4月4日。注：石化机械、兰石重装预测值来自国金预测。

7.1 厚普股份（300471.SZ）

- 厚普股份业务涵盖氢能/天然气加注设备的研发生产，清洁能源领域及航空零部件领域核心零部件的研发生产，天然气和氢能源等相关工程的EPC等。厚普股份各子公司发展方向明确，在清洁能源装备领域从产品设计（宏达公司）、零部件研发生产（安迪生测量、科瑞尔等）到成套设备集成（厚普股份）完整布局，拥有完整产业链服务能力，加氢站市占率在国内排名前三，厚普股份负责加氢站/加气站工程建设的全资子公司宏达公司2022上半年实现营收4900万元，同比增长1731%，当前业务已覆盖国内外市场。

图表42：厚普股份主要氢能产品及项目

	主要产品及项目		
氢能加注设备	 70MPa 加氢机	 70MPa 加氢枪	 液氢真空绝热低温管
	 100MPa 加氢质量流量计	 加氢撬装设备	 液氢换热器
氢能工程案例	 加氢站/加气站/综合能源站	 加氢站控制系统	 接收站/气化站/液化工厂/分布式能源

来源：厚普股份官网，国金证券研究所

- 厚普股份自 2013 年起布局氢能相关业务，持续加大氢能领域投入力度，公司已在氢能方面获得多项专利。近年来公司完成了国内融合“油、气、电、氢、醇”为一体的能源补给站的 EPC 建设等项目，同时，与 ALAT 合作设立的合资公司已于 2019 年 5 月成立，将依托法液空在全球氢能市场的先进技术，在国内、国际市场上寻求更广泛的合作，当前竞得“厚普氢能装备产业园项目”用地并推进产业园建设。目前，公司在加氢站领域已形成了从设计到关键部件研发、生产，成套设备集成、加氢站安装调试和技术服务支持等覆盖整个产业链的综合能力。

7.2 石化机械 (000852.SZ)

- 石化机械涵盖油气开发、石油工程、油气集输领域，覆盖陆地和海洋油气田，2012 年底，江汉石油机械制造板块重组整合为石化机械，中国石化持股 58.74%。石化机械主营业务包括油气开发装备工具、钢管业务、压缩机业务等传统业务，技术和市占率都处于国内领先地位。

图表43: 石化机械主要产品

主要产品	
钻井工程装备	钻机、固井设备、修井设备、钻头、钻具、辅助破岩工具等
集输装备	压缩机、油气输送钢管、井口装置等
采油气工程装备	压裂装备、连续管作业装备、带压作业装备、高压流体控制产品、油田井下工具等
环保装备	CO2 压缩机、油基泥浆处理
海洋油气装备	海洋固定式平台钻机和修井机、海洋固井压裂设备、海洋管汇、海洋压缩机、海洋钻头等产品
特色检测装备	油气田现场检测服务车，装载实验室专用检测设备

来源：石化机械公告，石化机械官网，国金证券研究所

- 石化机械入局氢能，布局输氢管道钢材、加氢站成套设备和 PEM 电解槽等氢能重点“卡脖子”环节，氢能产品紧密围绕中石化氢能战略配套。中石化自身发布氢能中长期发展战略，致力于打造中国第一氢能公司，规划到 2025 年，建成加氢能力 12 万吨/年、1000 座左右加氢站，并在管线有着多年气液储运和危化品储运管理经验，已建成多条氢气长输管线，中石化在建连接京蒙两地的 400 公里输氢管道，年吞吐量为 10 万吨氢气，是纯氢管道建设的重要里程碑事件。石化机械作为中石化体系内企业，其围绕中石化打造氢能产品，将受益于中石化在输氢管道、加氢站建设等方面的快速推进。

图表44: 石化机械氢能研发产品

主要产品	
核心技术攻关	氢能装备研发体系：已形成氢气压缩机、加氢机等氢能装备产品
生产基地建设	装配生产线、测试线
集成方案确立	依据客户需求，配置氢能装备产品，制定加氢站成套解决方案

来源：石油和化工行业工业互联网大会，国金证券研究所

图表45: 油气输送钢管



来源：石化机械官网，国金证券研究所

7.3 兰石重装 (603169.SH)

- 兰州兰石重型装备股份有限公司，始建于 1953 年，是中国石化装备制造业的先行者。其前身是国家“一五”期间 156 个重点建设项目之一——兰州炼油化工设备厂，被誉

为“中国石化机械摇篮和脊梁”。公司业务涵盖新能源装备（光伏多晶硅、核能、氢能等领域）、工业智能装备（快速锻造液压机组等）以及节能环保装备。

- 氢能方面，兰石重装“制、储、运、加”一体化布局，1) 制氢方面：生产煤气化制氢相关装备、研发电解水制氢装备等；2) 储氢方面：生产低压氢气球罐、高压储氢装备等；3) 运输方面：研发高压气固组合储氢容器等；4) 加氢站方面：研发换热冷却装置微通道换热器等。并与中石化合作的“超高强度、高压储氢用材料及装备研究”项目已完成了中期评审。储能方面，围绕氢电耦合储能、压缩空气储能等领域，兰石重装积极开展研发工作。

图表46：兰石重装氢能产品布局

主要产品描述	
制氢领域	依托瑞泽石化，巩固和完善现有化石能源制氢技术联合兰石研究院，加快大型电解水制氢装置开发应用开拓碱性制氢、生物乙醇重整制氢等新型制氢技术加强催化剂研发及配套制氢设备、余热锅炉等核心设备研发。
储运领域	低压气态储氢球罐、中高压气态储氢容器开发、高压气态储氢容器、低温液态储氢技术及装备开发碳纤维缠绕设备研制。
运输领域	高效紧凑式微通道换热器(PCHE) 推广应用，尽快完成甘肃省首座示范加氢站项目方案及可行性研究。
应用领域	依托公司子公司瑞泽石化在化工工艺行业优势，探索氢+氮合成氨、二氧化碳+氢合成甲醇等气化工途径。

来源：兰石重装公告，国金证券研究所

图表47：神华宁煤球罐工程



来源：兰石重装公司官网，国金证券研究所

图表48：中石油兰州石化分公司 4000m³ 球罐



来源：兰石重装公司官网，国金证券研究所

7.4 中集安瑞科 (3899.HK)

- 中集安瑞科立足能源、化工、食品装备行业，为客户提供运输、储存、加工的关键装备、工程服务及系统解决方案。自 2006 年起开展氢能业务，产品涵盖了氢能储、运、加等各细分领域。2020 年初，与挪威的 HEXAGON PURUS 成立合资公司，携手将欧洲已成熟运用的四型储氢瓶技术国产化，布局中国及东南亚快速增长的高压氢气储运的市场。安瑞科是较早发力液氢储运领域的装备制造者之一，在 2013 年成功为海南文昌交付 300m³ 液氢贮罐。

图表49：中集安瑞科氢能板块相关产品

板块	业务范围
高压氢气储运装备	高压气氢事业部，以石家庄安瑞科气体机械有限公司为依托，进行高压氢气储运装备的研发与制造
液氢储运装备	液氢事业部，以张家港中集圣达因低温装备有限公司为依托，进行液态氢能储运装备的研发与制造
加氢站及核心装备	氢气集成事业部，以安瑞科廊坊能源装备集成有限公司为依托，进行加氢站、撬装加氢站及核心装备的研发与制造，并提供加氢站设计、建造与运营的全流程解决方案
海上氢能整体解决方案	海上氢能事业部，以南通中集太平洋海洋工程有限公司为依托，进行海上制氢模块、氢能储运船及氢能燃料电池动力船的设计研发与制造
车载瓶及供氢系统	当前国内市场应用较为成熟的III型车载瓶及供氢系统，进行了系列化产品的研发与制造；国际市场领先的IV型车载瓶及供氢系统，依托两家合资公司，中集合斯康氢能科技与中集合斯康氢能发展进行生产研发

来源：中集安瑞科公司官微，国金证券研究所

- 中集安瑞科 ISO 液体罐箱产销量、高压运输车产销量居世界前列；低温运输车及低温储罐市场占有率国内领先，LNG 接收站大型储罐、LNG 加气站模块化产品及 CNG 加气站在国内市场占有率均排名前三。

图表50：中集安瑞科氢气管束



来源：中集安瑞科公司官网，国金证券研究所

图表51：中集安瑞科液氢储罐



来源：中集安瑞科公司官网，国金证券研究所

7.5 富瑞特装（300228.SZ）

- 富瑞特装专业从事天然气液化、储存、运输、装卸及终端应用全产业链装备制造、能源运营服务、高端能源装备制造及氢能源核心装备制造的供应商。氢能方面，依托主营业务在压力容器方面的经验，主要布局储氢罐、70MPa 供氢系统用阀门设计开发、70MPa 加氢站用阀门的设计开发等。

图表52: 富瑞特装主要产品

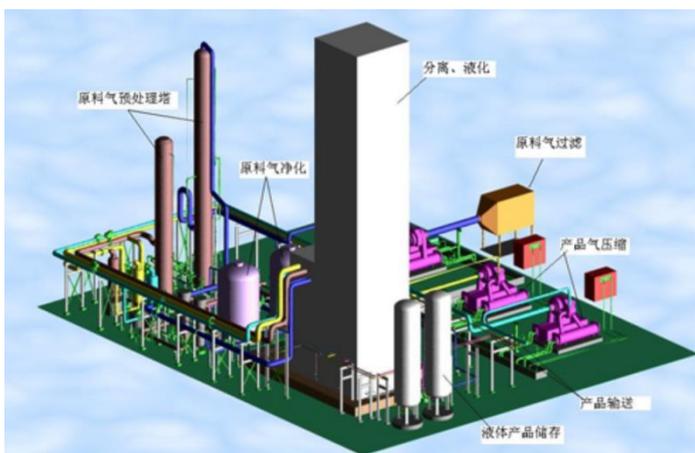
	船用低温燃料罐	低温智能罐箱	低温运输槽车	低温液体储罐	速必达	船舶海工模块
类型	单层罐和双层罐； 立式和卧式罐； 双耳罐和单筒罐；	20ft, 40ft, 45ft	-	-	-	TCS 罐房、FGPU 燃气处理单元、 BS 充装撬、液化 撬等
介质	LNG 液化天然气 LN ₂ 液氨	LNG, LOX, Lar, LIN, LC02 液化天然 气, 液氧, 液氮, 液 氨, 液态二氧化碳	LNG, LOX, LIN, LAR, LC02 等	LNG, LOX, Lar, LIN, LC02 液化 天然气, 液氧, 液氨, 液氮, 液 态二氧化碳	LNG, LOX, Lar, LIN, LC02, LC2H4	液氨、LNG、乙二 醇、水等
容积	双层罐: 25 方~1200 方; 单层罐: 300 方~8000 方	18 ~ 45 m ³	10~60m ³	1 ~ 1000 m ³	-	-
工作压力	-	0.7~ 2.4 MPa	-	0.2 ~ 3.5 MPa	0.2~3.5 MPa	-
保温形式	珠光砂和高真空缠绕; 发泡保温	-	-	珠光砂或高真空 缠绕	高真空绝热 珠光砂绝热	绝热保温设计

来源: 富瑞特装公司官网, 国金证券研究所

7.6 中泰股份 (300435.SZ)

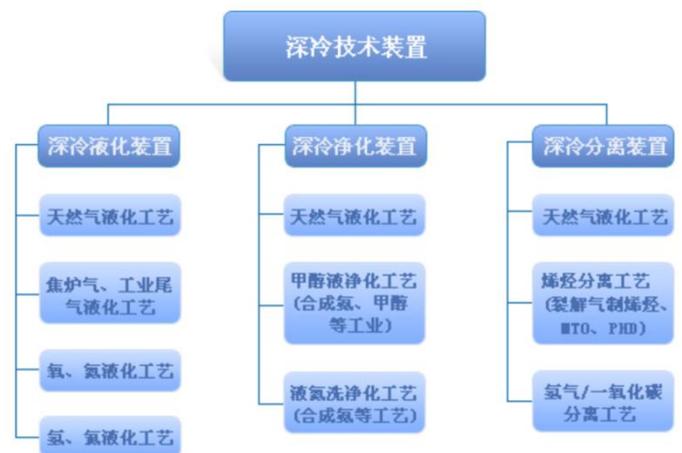
- 中泰股份主营深冷技术设备, 核心制造产品为冷箱及成套装置、板翅式换热器等先关深冷设备, 产品被广泛应用于能源、化工、冶金和电力等基础工业领域。深冷技术设备系在低温条件下 (-100°C~-269°C) 通过传热、传质方法, 对介质进行液化、净化或分离操作的高效节能工艺设备, 广泛应用于能源、化工、冶金以及电力等经济基础性行业。
- 2019 年, 中泰股份设立全资子公司中泰氢能, 布局氢能“制、储、加”相关设备领域: 1) 制氢方面: 深冷设备涉及氢的制取与提纯环节, 如丙烷脱氢制丙烯 (PDH) 等, 中泰具备相关经验基础; 2) 储氢方面: 氢液化过程中的核心设备, 板翅式换热器是中泰的核心产品, 且已为大规模氢液化提供核心设备; 3) 加氢站方面: 布局山东中邑加气站网络, 通过合建/改建等方式能够实现快速布局加氢站。

图表53: 液氢生产工艺流程示意



来源: 中泰深冷公司官网, 国金证券研究所

图表54: 深冷技术装置



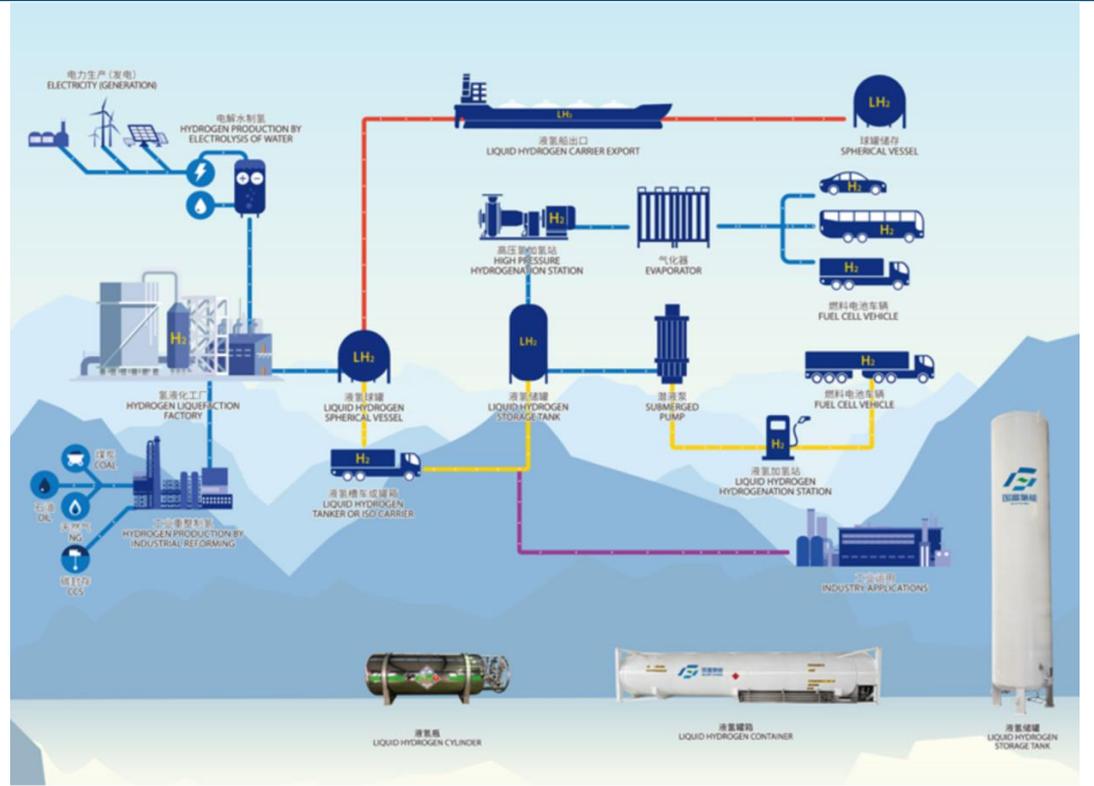
来源: 中泰深冷公司官网, 国金证券研究所

7.7 国富氢能

- 国富氢能主要从事氢能“制储运加用”装备的设计、制造与技术服务, 主营产品包括 8-30 吨/天氢液化装置、液氢容器、液氢罐箱和液氢工程 EPC 等, 为客户提供 5~30TPD 规模的氢气液化工艺包, 为氢气的长时间储存和远距离运输提供解决方案。已实现 35MPa 和 70MPa 的车载高压供氢系统量产销售及核心部件车载储氢瓶的自研生产,

车载储氢瓶作为供氢系统的核心部件，成本占比在供氢系统内超过 50%，其采用铝内胆碳纤维全缠绕气瓶，该类型气瓶属于特种设备，进入壁垒较高。

图表55：国富氢能液氢使用流程

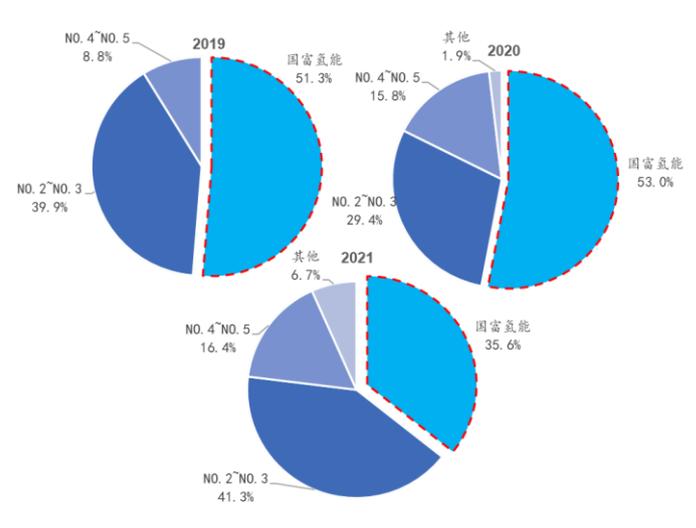
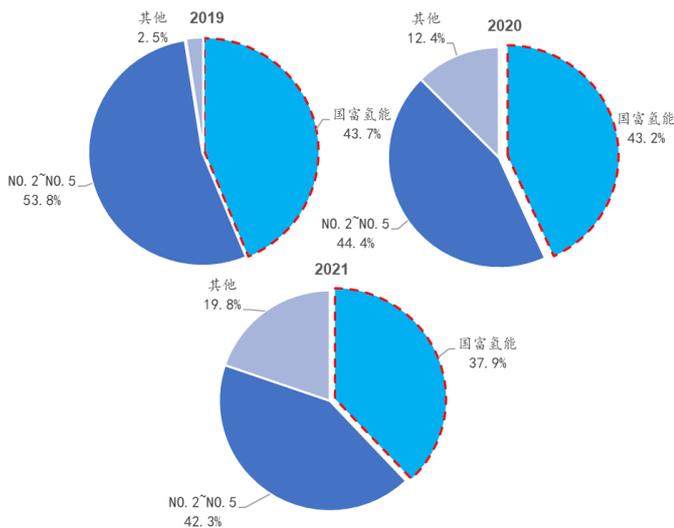


来源：国富氢能公司官网，国金证券研究所

- 近三年市占率连续第一，是车载高压供氢系统和车载储氢瓶行业龙头。根据 GGII 报告，国富氢能车载高压供氢系统和车载储氢瓶出货量均位居国内行业第一，2019-2021 年平均市占率均超过 40%，具备市场竞争优势。

图表56：2019-2021 年国富在中国车载储氢系统市占率

图表57：2019-2021 年国富在中国车载储氢瓶市占率



来源：国富氢能招股说明书，国金证券研究所

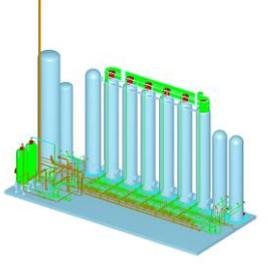
来源：国富氢能招股说明书，国金证券研究所

7.8 中科富海

- 中科富海成立于 2016 年，以中科院理化所大型低温技术成果为核心，致力于提供液氢、液氮温区大型低温制冷装备、氢液化装置、稀有气体分离纯化等先进低温装备以及氢能应用系统解决方案、高纯稀有气体和工业气体工程等服务，是国内具有自主知

识产权的集大型低温制冷装备设计、制造、低温系统交钥匙工程与民族工业气体供应商。

图表58: 中科富海氢能领域主要业务

业务板块	主要产品	核心优势/技术	图片
氢能供应体系和加注网络解决方案	氢气回收纯化装备	采用成熟、先进的变压吸附氢气提纯技术，产氢纯度高、成本低且能长期安全稳定运转	
	大型氢气液化装置	采用氢气循环制冷原理，氢气液化能力可达5-100吨/天	
	液氢储运加氢站系列产品	产品覆盖液氢储运型加氢站、液氢移动储罐、液氢固定储罐、液氢杜瓦	

来源：中科富海公司官网，国金证券研究所

- 中科富海拥有全套自主知识产权，当前可独立研发并生产大型氢液化装备，国产化达90%以上，凭借核心技术优势推动打破国外液氢垄断，在国家科技重大研究计划等支持下，致力突破高速氢透平膨胀机、正仲氢转化技术、超低漏率板翅式换热器、系统集成智能调控等自主知识产权核心关键技术，逐步实现成套装备国产化。

八、风险提示

- 技术研发进度不及预期：电解水制氢及储运设备处于技术快速迭代的进程，技术的进步将带来成本的下降，若技术研发不及预期，将影响商业化进程推广。
- 下游氢能需求不及预期：氢能应用场景广阔，当前渗透率较低，存在后续氢能应用推广不及预期的情况。
- 政策落地不及预期：燃料电池五大城市群已确定，但部分细则仍未落地，计划推广数量存在一定不确定性。
- 项目落地不及预期：氢能电解槽大多为招标项目需求，存在项目招标落地速度不及预期，影响对应制氢及储运设备的放量。

行业投资评级的说明：

买入：预期未来 3—6 个月内该行业上涨幅度超过大盘在 15%以上；

增持：预期未来 3—6 个月内该行业上涨幅度超过大盘在 5%—15%；

中性：预期未来 3—6 个月内该行业变动幅度相对大盘在 -5%—5%；

减持：预期未来 3—6 个月内该行业下跌幅度超过大盘在 5%以上。

特别声明：

国金证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。

何形式的复制、转发、转载、引用、修改、仿制、刊发，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。经过书面授权的引用、刊发，需注明出处为“国金证券股份有限公司”，且不得对本报告进行任何有悖原意的删节和修改。

本报告的产生基于国金证券及其研究人员认为可信的公开资料或实地调研资料，但国金证券及其研究人员对这些信息的准确性和完整性不作任何保证。本报告反映撰写研究人员的不同设想、见解及分析方法，故本报告所载观点可能与其他类似研究报告的观点及市场实际情况不一致，国金证券不对使用本报告所包含的材料产生的任何直接或间接损失或与此有关的其他任何损失承担任何责任。且本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次公开发布时的判断，在不作事先通知的情况下，可能会随时调整，亦可因使用不同假设和标准、采用不同观点和分析方法而与国金证券其它业务部门、单位或附属机构在制作类似的其他材料时所给出的意见不同或者相反。

本报告仅为参考之用，在任何地区均不应被视为买卖任何证券、金融工具的要约或要约邀请。本报告提及的任何证券或金融工具均可能含有重大的风险，可能不易变卖以及不适合所有投资者。本报告所提及的证券或金融工具的价格、价值及收益可能会受汇率影响而波动。过往的业绩并不能代表未来的表现。

客户应当考虑到国金证券存在可能影响本报告客观性的利益冲突，而不应视本报告为作出投资决策的唯一因素。证券研究报告是用于服务具备专业知识的投资者和投资顾问的专业产品，使用时必须经专业人士进行解读。国金证券建议获取报告人员应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。报告本身、报告中的信息或所表达意见也不构成投资、法律、会计或税务的最终操作建议，国金证券不就报告中的内容对最终操作建议做出任何担保，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。

在法律允许的情况下，国金证券的关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，并可能为这些公司正在提供或争取提供多种金融服务。

本报告并非意图发送、发布给在当地法律或监管规则下不允许向其发送、发布该研究报告的人员。国金证券并不因收件人收到本报告而视其为国金证券的客户。本报告对于收件人而言属高度机密，只有符合条件的收件人才能使用。根据《证券期货投资者适当性管理办法》，本报告仅供国金证券股份有限公司客户中风险评级高于 C3 级（含 C3 级）的投资者使用；本报告所包含的观点及建议并未考虑个别客户的特殊状况、目标或需要，不应被视为对特定客户关于特定证券或金融工具的建议或策略。对于本报告中提及的任何证券或金融工具，本报告的收件人须保持自身的独立判断。使用国金证券研究报告进行投资，遭受任何损失，国金证券不承担相关法律责任。

若国金证券以外的任何机构或个人发送本报告，则由该机构或个人为此发送行为承担全部责任。本报告不构成国金证券向发送本报告机构或个人的收件人提供投资建议，国金证券不为此承担任何责任。

此报告仅限于中国境内使用。国金证券版权所有，保留一切权利。

上海	北京	深圳
电话：021-60753903	电话：010-85950438	电话：0755-83831378
传真：021-61038200	邮箱：researchbj@gjzq.com.cn	传真：0755-83830558
邮箱：researchsh@gjzq.com.cn	邮编：100005	邮箱：researchsz@gjzq.com.cn
邮编：201204	地址：北京市东城区建内大街 26 号	邮编：518000
地址：上海浦东新区芳甸路 1088 号	新闻大厦 8 层南侧	地址：中国深圳市福田区中心四路 1-1 号
紫竹国际大厦 7 楼		嘉里建设广场 T3-2402