

证券研究报告|行业专题报告

公用事业

行业评级 **强于大市** (维持评级)

2023年08月27日



探寻不同场景下氢储运的最优解

华福低碳研究氢能专题报告（二）：氢储运篇

证券分析师：

汪磊 执业证书编号：S0210523030001

研究助理：陈若西

请务必阅读报告末页的重要声明

- **氢储运是氢能实现规模化应用的关键环节。**氢储运氢能运输成本在其总成本中的占比较高，以天然气制氢为例，其运输成本占总成本的比例近三分之一，对于氢气的经济性和规模化应用至关重要。近年来政府部门陆续下发多个政策对氢储运技术发展、氢储运体系构建等方面提出了明确规划，要求并鼓励加快氢储运技术攻关，驱动氢储运体系发展。
- **高压气态储氢适用于短距离小规模运输场景。**目前国内的加氢站目前多采用高压长管拖车的方式运输，从经济性角度考量，长管拖车运氢一般适用于200km内的短距离运输。预计未来气氢运输的主要降本路径为提升高压储氢气瓶的设备压力，即伴随储氢气瓶从设备压力较小的I型向设备压力较大的IV型转变，高压长管拖车的运氢成本将持续下降。
- **液态储氢技术快速发展，管道输氢有望成为未来氢长距离运输的最优模式。**有机液体以及氨气输运氢气作为氢气储运方法，在长距离、大规模的氢气输送方面具有一定优势，但其杂质气体含量高，高纯氢气使用时需要重新纯化。管道输氢具备有运输成本低、规模化、长距离输送等优势，有望成为未来氢气长距离运输的最优模式。
- **固态储氢技术持续突破，适用于小型移动式和固定式场景。**固态储氢具有体积储氢密度高、安全性能好、储存时间长等优势，其终端应用多集中于固定式储氢和小型移动式场景。当前固态储氢技术快速发展，多个上市公司纷纷布局。
- **投资建议：**氢储运核心技术、关键设备与材料环节有望受益。（1）氢气压缩机环节建议关注**开山股份**（空气压缩机龙头+进军氢气压缩机并有订单落地）；**冰轮环境**（氢能机械式压缩机）；（2）储氢瓶环节建议关注**京城股份**（IV型高压储氢气瓶研发并实现批量应用）、**蜀道装备**（高压储氢瓶）、**兰石重装**（储氢瓶）；（3）液氢环节建议关注**纽威股份**（液氢阀门）；（4）管道运氢环节建议关注**石化机械**（管道钢材+加氢站设备+PEM电解槽）、**东宏股份**（输氢管道开发）、**久立特材**（管道钢材）；（5）固态储氢环节建议关注**圣元环保**（固态储氢材料）、**厚普股份**（低压固态储氢装备）、**鸿达兴业**（固态储氢技术）、**复洁环保**（金属储氢+有机溶液储氢）。
- **风险提示：**项目推进不及预期，政策支持力度不及预期，储运氢技术发展不及预期，市场竞争加剧，研究报告中使用的公开资料可能存在信息滞后或更新不及时的风险

- 氢储运是氢能实现规模化应用的关键环节
- 高压气态储氢适用于短距离小规模运输场景
- 低温液态储氢技术进展较快，有机液态储氢步入工业化
- 管道输氢经济性强，有望成为未来氢运输的最优模式
- 固态储氢技术持续突破，适用于小型移动式和固定式场景
- 投资建议
- 风险提示

- **氢能产业链包括制氢、储运氢以及下游应用三大环节。**作为能够真正实现零碳排放的清洁能源，氢能在实现碳减排的同时，还存在着易燃易爆、扩散系数大等特点，因此，储运作为氢能从生产到应用的“连接者”，是氢能产业链中的关键环节。
- **我国氢能资源和需求呈逆向分布，且氢储运在氢能总成本中占比较高。**目前我国氢能资源呈现出“西富东贫、北多南少”的特征，而氢能需求则主要分布在南方和沿海地区。且考虑到未来绿氢占比提升，而风光资源多集中于我国三北地区，这将进一步加剧氢能生产与需求的矛盾，因此氢储运的重要性不断凸显。与此同时，氢能运输成本占氢能终端售价的比例高达40%~50%，对氢的规模化应用至关重要。

图表：氢能产业链的主要环节



- 利好政策陆续下发，促进氢储运体系加速构建。**近年来政府部门陆续下发数份氢能政策，其中多个政策对氢储运技术发展、氢储运体系构建等方面提出了明确规划，要求并鼓励加快氢储运技术攻关，驱动氢储运体系快速发展。

图表：氢储运相关政策要点梳理

政策名称	机构	发布时间	氢储运相关要点
《氢能产业发展中长期规划（2021-2035年）》	国家发改委	2022.3	到 2025 年，初步建立较为完整的供应链和产业体系，氢能示范应用取得明显成效，清洁能源制氢及氢能储运技术取得较大进展，市场竞争力大幅提升，初步建立以工业副产氢和可再生能源制氢就近利用为主的氢能供应体系；2030 年，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
《加快电力装备绿色低碳创新发展行动计划》	工信部、财政部	2022.8	加快制氢、氢燃料电池电堆等技术装备研发应用，加强氢燃料电池关键零部件、长距离管道输氢技术攻关
《氢系统安全的基本要求》	国家监管局、国家标准委	2023.2	针对氢系统的危险因素如固态储氢的危险因素等进行了分类介绍，并规定了请系统风险按控制的相关要求，明确了制氢典型系统核心设备框图
《2023年能源工作指导意见》	国家能源局	2023.4	加快攻关新型储能关键技术和绿氢制储运用技术，推动储能和氢能规模化应用；加强新型电力系统、储能、氢能、抽水蓄能、CCUS等标准体系研究
《新型电力系统发展蓝皮书》	国家能源局	2023.6	储电、储热、储气和储氢等多种类储能设施有机结合，基于液氢和液氨的化学储能、压缩空气储能等长时储能技术在容量、成本、效率等多方面取得重大突破
《氢能产业标准体系建设指南（2023版）》	国家标准委、国家发改委、工信部、生态环境部、应急管理部、国家能源局	2023.8	到 2025 年，支撑氢能制、储、输、用全链条发展的标准体系基本建立，制修订 30 项以上氢能国家标准和行业标准；重点加快制修订高压储氢容器、车载储氢气瓶、氢液化装备、液氢容器、氢能管道等方面的标准。

- **储氢方式可分为物理储氢和化学储氢，其中物理储氢技术较为成熟。**现有的储氢技术可分为物理储氢和化学储氢，其中以高压气态储氢和低温液态储氢为代表的物理储氢技术成熟度较高、应用更为广泛，而固态金属储氢虽然安全性高且单位运输量大，但由于成本较高尚未大范围普及。化学储氢中，有机溶液储氢和液氨/氨氢商业化应用相对成熟，甲醇储氢则由于腐蚀性和挥发性强而使用场景较为有限。总体看来，物理储氢是当下主流的储氢方式，但化学储氢有望成未来重要的发展方向。

图表：主要储氢方式及其特点

储氢方式	体积储氢密度	质量储氢密度	储氢条件	特点	
高压气态储氢	物理储氢	13g/L	1.5~2%	20Mpa	成熟度高，运输距离有限制，高压有安全要求
低温液态储氢	物理储氢	~70g/L	6%	~253℃	运氢量大、成本高、能耗大
有机溶液储氢	化学储氢	~62g/L	6.2%	常温常压	性质稳定、安全性高，适合大规模储运
固态金属储氢	物理吸附储氢	~50g/L	1~4.5%	常温常压	安全、重量大、成本高
液氨/氨氢	化学储氢	~160g/L	17~18%	~33℃	易腐蚀易挥发、商业化应用成熟
甲醇	化学储氢	~57g/L	12~13%	常温常压	有毒、易腐蚀易挥发、使用场景有限

- 运氢的方式分为固、液、气三种，根据氢气状态可选用不同的运输方式。针对气氢运输，往往采用集装格、长管拖车和管道运输的方式，其中管道运输虽然运输量明显较高，但受限于投资门槛较高且技术难度较大，目前国内还处于小规模发展阶段。液氢运输和固氢运输方面，我国尚处于试验阶段，仅有少量应用落地。

图表：氢能主要运输方式及其现状分析

运氢方式	运输量	应用情况	优缺点	
气态	集装格	5~10kg/格	已广泛应用于商品氢运输	技术成熟、运输量小，适用于短距离运输
	长管拖车	250~460kg/车	已广泛应用于商品氢运输	技术成熟、运输量小，适用于短距离运输
	管道	310~8900kg/h	国内处于小规模发展阶段，目前尚未普及	一次性投资高，运输效率高，适合长距离运输，需要注意防范氢脆现象
液态	槽车	360~4300kg/车	国外应用较为广泛，国内目前仅用于航天等领域	液化能耗和成本高，设备要求高，适合中远距离运输
	有机载体	2600kg/车	试验阶段，少量应用	加氢及脱氢处理使得氢气的高纯度难以保证
固态	氢化镁	110kg/m ³	试验阶段，尚未大规模应用	运输容易，不存在逃逸问题，运输的能量密度低

- 氢储运可根据资源禀赋、应用规模与形式灵活调整，整体构建出三种氢供应链。**场景1，在可再生能源或煤炭、石油、天然气等传统化石能源资源较为丰富的地区，能够建造出大型氢能供应中心并采用就地制氢后直接应用的方式，这种场景下氢储运的成本几乎为零；场景2，以加氢站、建筑、家庭为单位的小型用氢主体往往可以通过区域内短距离的储运氢方式进行供氢；场景3，在缺少氢源的地区，用氢需求往往需要通过大量长距离的氢储运方式进行满足。

图表：三种氢供应链形式和价值链对比

氢供应链形式	终端应用实例 (欧洲, 2030)	氢能价值链拆分 (USD/kg)			综合供应成本 (USD/kg)
		氢的制取	氢的转换/储存	氢的运输	
现场生产	工业、大型氢供应中心及采购商	1.6~2.3	<ul style="list-style-type: none"> 现场储存，平均储存1天 ~0.5 	/	2~3
区域内储运	加氢站、建筑及家庭等小型需求	1.6~2.3	<ul style="list-style-type: none"> 转换为液氢，平均储存1天 压缩至700bar，以高压气态储存，平均储存1天 0.7~1.0 	<ul style="list-style-type: none"> 应用液氢槽车运输300公里，加注到1000公斤液氢加氢站 应用管道运输300公里，加注到1000公斤加氢站 1.0~2.0 	3~5
长距离供应网络	工业、大型采购商	1.0~1.4	<ul style="list-style-type: none"> 约5000公里国际氢能管道，可在港口储存，平均储存2周 承运人转换/再转换，运输约9000公里，并在港口储存，平均储存2周 0.6~3.5 	<ul style="list-style-type: none"> 以液态/气态灌槽车运输300公里，现场储存，平均1天 应用管道运输300公里，现场储存，平均1天 0.1~2.0 	2~7

- 氢储运是氢能实现规模化应用的关键环节
- 高压气态储氢适用于短距离小规模运输场景
- 低温液态储氢技术进展较快，有机液态储氢步入工业化
- 管道输氢经济性强，有望成为未来氢运输的最优模式
- 固态储氢技术持续突破，适用于小型移动式和固定式场景
- 投资建议
- 风险提示

- **现阶段气态氢气储运方法以高压长管拖车为主。**高压气态氢能储运是目前工业中使用最普遍、最直接的氢能储运方式，通过连接减压阀即可方便、快捷释放所需氢气。具有运营成本低、压缩氢气技术成熟、承压容器结构简单、能耗较小、氢气充放响应速度快等优点。目前我国高压氢气运输以长管拖车为主，结合集装格小范围补充。其中集装格由多个40L的、压力为15Mpa的高压储氢钢瓶组成，运输较为灵活，适用于需求量小的加氢站；长管拖车则适用于需求量略大的运氢场景，目前国内的加氢站目前多采用此类方式运输。

图表：集装格高压运氢



来源：氢能汇，华福证券研究所

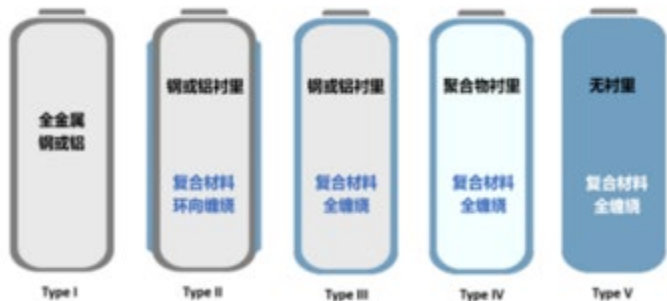
图表：长管拖车高压运氢



来源：氢能汇，华福证券研究所

- 高压气瓶为氢气储运的核心设备，车用场景下以III型瓶和IV型瓶为主。**用于氢储运的高压气瓶主要包括纯钢制金属瓶（I型）、钢制内胆纤维缠绕瓶（II型）、铝内胆纤维缠绕瓶（III型）及塑料内胆纤维缠绕瓶（IV型）。其中加氢站等固定式储氢瓶多用I型、II型钢制氢瓶，但由于I型和II型瓶储氢密度低、氢脆问题严重，因此现阶段车用储氢容器主要为III型瓶和IV型瓶。

图表：高压储氢气瓶的主要分类



图表：不同高压储氢气瓶的主要特点

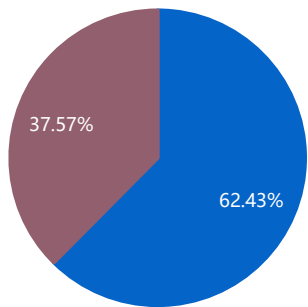
类型	I型	II型	III型	IV型
工作压力	17.5~20MPa	26.3~30MPa	30~70MPa	70MPa以上
介质相容性	有氢脆、有腐蚀性	有氢脆，有腐蚀性	有氢脆，有腐蚀性	有氢脆，有腐蚀性
质量储氢密度/%	~1	~1.5	2.4~4.1	2.5~5.7
使用寿命/年	15	15	15~20	15~20
体积储氢密度/(g/L)	14.28~17.23	14.28~17.23	35~40	38~40
成本	低	中等	最高	高
车载是否使用	否	否	是	是

来源：DT新能源，华福证券研究所

来源：《高压储氢容器研究进展》李建等，华福证券研究所

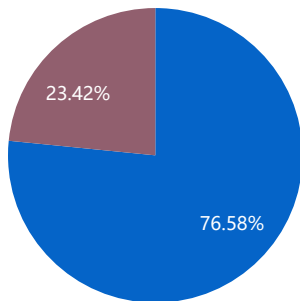
- **高压储氢气瓶的成本主要由碳纤维复合材料、阀门等组成。**以广泛用于车载运氢的III型瓶和IV型瓶为例，碳纤维复合材料在两类储氢瓶中的成本占比均在60%~80%之间，其次为阀门、平衡储罐、调节器等。近年来我国碳纤维的产能与产量不断攀升，国产化率持续提高，2022年我国大陆碳纤维运行产能11.2万吨，占全球运行产能约43.3%，较2021年提升12.8%。预计随着我国碳纤维产能的持续扩张，有望带动高压储氢气瓶成本下降。

图表：35MPa III型瓶



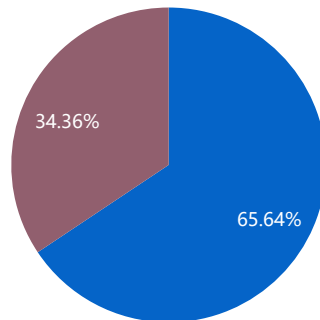
总价\$3085

图表：35MPa IV型瓶



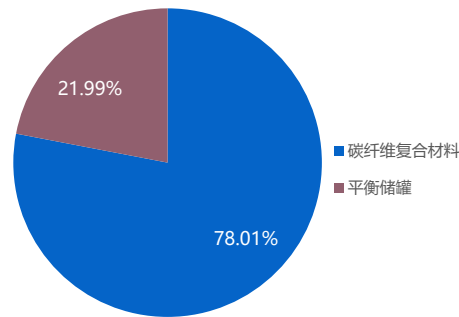
总价\$2865

图表：70MPa III型瓶



总价\$3920

图表：70MPa IV型瓶



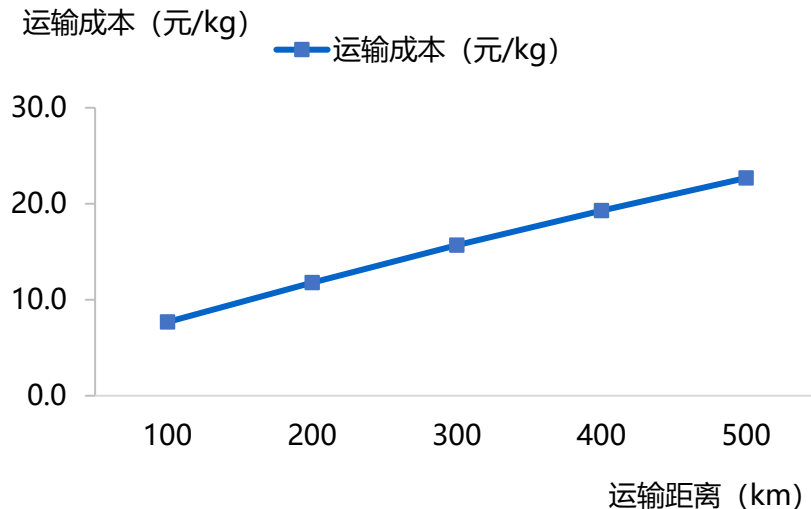
总价\$3486

- **高压长管拖车适用于短距离运输场景。**在假定压缩设备价格、人工费、百公里油耗、单位耗电量等核心参数不变时，通过改变运输距离来测算高压长管拖车的运氢成本变动。可以看到，随着运输距离的拉长，高压长管拖车运输成本显著攀升，从经济性角度考量一般适用于短距离运输。

图表：高压长管拖车运氢成本的核心参数假设

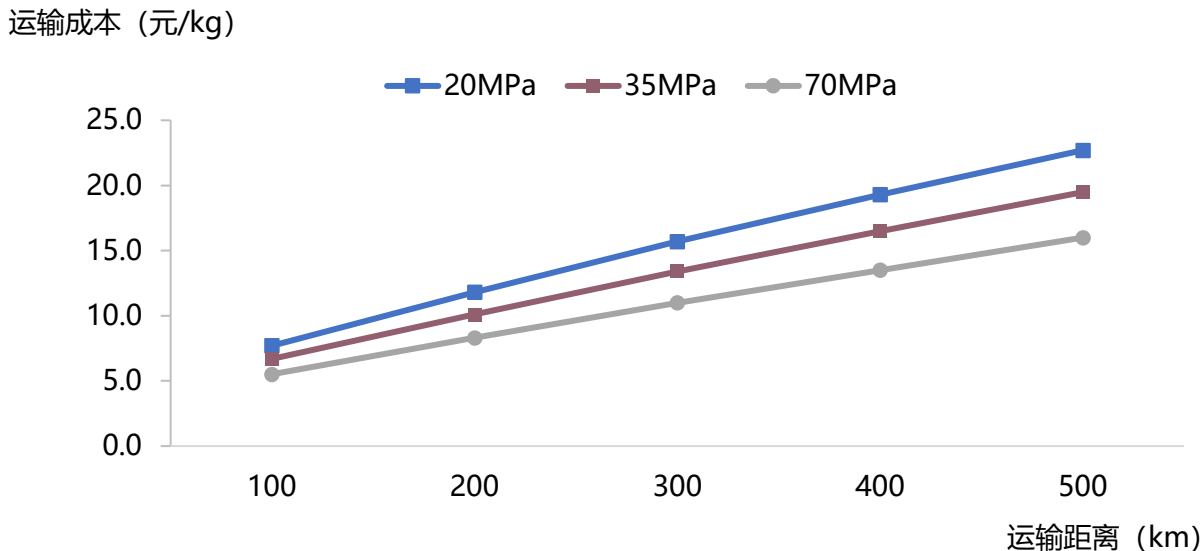
核心参数	假设数值
加氢站规模	500kg/天
长管拖车满载氢气质量	332kg
拖车平均时速	45km/h
百公里耗油量	28L
动力车头价格	40万元/台
动力车头折旧年限	10年
管束价格	120万元/台
管束折旧年限	20年
氢气压缩耗电量	1KWh/kg
电价	0.6元/KWh

图表：运输距离与高压长管拖车运氢成本



- **高压长管拖车的降本路径主要为提升高压储氢气瓶设备压力。**假设其他条件不变而改变氢气瓶的设备压力，可以看到储氢气瓶压力越大，单位氢气运输成本越低。因此，我们预计未来气氢运输的主要降本路径为提升高压储氢气瓶的设备压力，即伴随储氢气瓶从设备压力较小的I型向设备压力较大的IV型转变，高压长管拖车的运氢成本将持续下降。

图表：不同工作压力下高压长管拖车运氢成本对比



- 氢储运是氢能实现规模化应用的关键环节
- 高压气态储氢适用于短距离小规模运输场景
- **低温液态储氢技术进展较快，有机液态储氢步入工业化**
- 管道输氢经济性强，有望成为未来氢运输的最优模式
- 固态储氢技术持续突破，适用于小型移动式和固定式场景
- 投资建议
- 风险提示

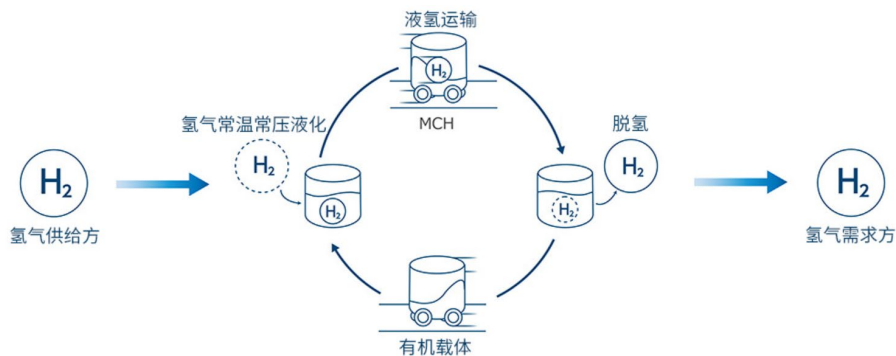
- 低温液态储氢应用规模不断扩大，有机液态储氢逐渐向工业化生产过渡。（1）低温液态储氢是指将氢气经过压缩后，深冷到21K以下使其变为液氢，并储存在低温绝热的真空容器当中，其在氢能应用中具备储运量更大、纯度高、充装更快、占地更小等优势；我国低温液态储氢技术近年来不断发展，相关投资和项目密集出现。（2）有机液态储氢是指借助烯烃、炔烃或芳香烃等不饱和液体有机物和氢气的可逆反应、加氢反应实现氢储存，并借助脱氢反应实现氢的释放的化学储运氢过程；目前有机液态储氢技术还处于从实验室向工业化生产的过渡阶段。

图表：氢气液化装备



来源：国富氢能官网，华福证券研究所

图表：有机液态储氢技术



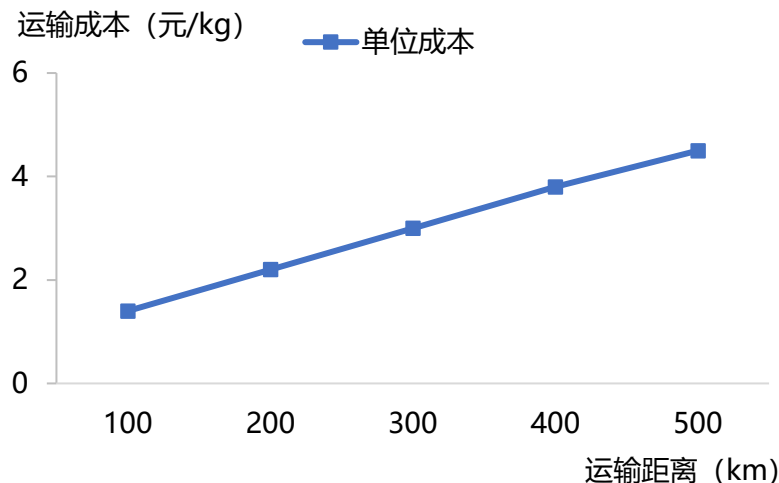
来源：久格新能源官网，华福证券研究所

- **液氢的运输形式包括拖车、槽车和槽船等，制备过程中规模效应明显。**液氢的储运方式可以分为两类，即采用容器储运和采用管道输运。其中,容器储运在储存结构形式上一般采用球形储罐和圆柱形储罐，在运输形式上采用液氢拖车、液氢铁路槽车和液氢槽船等。相较于气氢储运，液氢具有便于储运车载、安全性高、气化纯度高等优点，但也因制备过程较为复杂而存在着技术门槛较高、液化工厂投资大、能耗较高等缺点。
- **液氢成本对运输距离不敏感，适合大规模远距离运输。**在车辆购置成本、人工成本、燃油费、车速等条件不变的情况下，改变液氢运输距离，进而测算其运输成本的变化。由测算可知，液氢综合运输成本随着运输距离的增长而缓慢上升，基本能够控制在5元/kg以内，且每增加100km的运输距离，单位kg运输成本约增加0.8元，敏感度远低于同等条件下的气氢运输。考虑到液氢运输规模往往较大，因此我们认为液氢适合大规模远距离运输场景。

图表：液氢运输成本测算关键假设

核心参数	数值
车辆购置成本 (万元)	300
车辆折旧年限 (年)	10
人工成本 (万元/年)	60
燃油费 (元/km)	1.95
通行费、停车费等 (元/km)	1.3
保险保养等 (元/km)	0.56
车辆储罐容量 (立方米)	40
充装率	80%
车辆工作时间 (12h/天)	12

图表：液氢运输成本对运输距离不敏感



- 液氢领域发展势头良好，国内企业纷纷布局。近年来液氢领域的国产化程度提升，多家国内企业纷纷上马液氢制备项目以及核心装备制造项目。伴随着我国企业液氢制备与装备项目的持续推进，预计将助力我国氢能产业的快速发展。

图表：2023年部分液氢项目梳理

公司	项目名称	项目内容
国富氢能	绿氢液化项目	规划可再生能源装机约400MW。项目拟分两期建设：一期日产液氢10吨，二期日产液氢30吨
中科清能	液氢制储运加一体化项目	包括水电解制氢、氢液化、氢储存、氢运输、液氢加氢站等的全闭环场景，预计2023年年中启动，2024年6月份调试投运
乌海中太	氢能制储运销一体化示范项目	项目气氢产能约为3150吨、液氢产能约3150吨，配套建设10t/d的液氢工厂、1000方液氢储罐
法国液空	天津氢能供应基地项目	一期预计2024年下半年投产；二期项目将根据氢能市场发展情况，择时新建1套氢气液化单元，预计年产高纯氢气约1万吨

图表：2023年核心液氢国产化装备项目

公司	项目名称	项目内容
国富氢能	绿氢液化项目	10TPD氢液化工厂核心设备及PEM水电解制氢系统已下线，核心装备拥有完全自主知识产权
未势能源	“木星”车载液氢储氢系统	单瓶储氢质量高达80kg以上，液氢系统质量储氢密度≥8%，续航里程超1000km
中集圣达因	国内首台民用液氢罐车项目	正式开工建造国内首台民用液氢罐车，有望进一步推进民用液氢全产业链商业化运营的进程
富瑞深冷	船用液氢燃料罐项目	获得法国船级社(以下简称BV)颁发的全球首套船用液氢燃料罐的原则性认可(AiP)证书
航天科技集团	液态储氢加氢示范系统项目	攻克液氢过流腔相变抑制技术，研制了45MPa级高压液氢泵，突破高压液氢增压汽化及冷量综合利用技术

来源：壹财经，北极星氢能网，内蒙古黄河集团，天津市人民政府，天津日报，华福证券研究所

来源：中国改革报，北极星氢能网，国际氢能网，未势能源，中集圣达因，IT之家，华福证券研究所

- **有机液氢储运主要包括液氨载氢、甲苯/甲基载氢和甲醇载氢。**有机液体以及氨气运输氢气作为氢气储运方法，在长距离、大规模的氢气输送方面具有一定优势，但是其杂质气体含量高，高纯氢气使用时需要重新纯化。从运输介质上看，有机液氢储运主要包括液氨载氢、甲苯/甲基载氢以及甲醇载氢。

图表：有机液氢储运的方式和优劣势

有机液氢储运方式	优势	劣势
液氢	纯度高、零碳 无需脱氢纯化 再气化过程能量损失小	高度易燃，液化需要的温度极低 长期储存困难，需要蒸发控制 存在泄露风险，需要进一步开发和扩大基础设施建设
氨载氢	可直接使用，能量密度和氢含量高 不易燃、零碳 可利用丙烷/氨现有基础设施	有毒且有腐蚀性 与碳氢化合物相比反应性较低 脱氢能耗高，用作运输燃料且未完全燃烧时存在Nox 排放风险
MCH载氢	脱氢后甲苯可重复使用 无需冷却的液体储存 可利用现有储能/汽油基础设施	有毒且有腐蚀性、高度易燃、含碳 脱氢催化剂（Pt）昂贵 脱氢过程需要高温和大量能量
甲醇载氢	无需大幅调整存储和运输基础设施	有毒且有腐蚀性、高度易燃、含碳 可再生甲醇生产技术不成熟，氢气需进一步纯化 不完全燃烧/焚烧会产生甲醛

- 国内多家企业启动有机液氢储运项目，成本和技术为其商业化挑战。近年以来国内多个有机液氢储运项目陆续落地，圣元环保、东方电气等企业以及中国化学研究院、中国船舶712所等研究所纷纷表示其正在开发有机液体储氢或已有相关研究项目落地。可以看到有机液态储氢技术正处在有实验室转向小规模落地应用的过渡阶段，而其是否能够实现商业化还需面临成本和技术的双重挑战。

图表：国内部分有机液氢储运项目

公司	时间	项目内容
中国船舶712所	2022.3	自主研发的国内首套120千瓦级氢气催化燃烧供热的有机液体供氢装置完成安装调试，实现与燃料电池系统匹配供氢
中国化学研究院联合天辰公司	2022.10	建设并成功运行了国内首套甲基环己烷-甲苯有机液体储氢中试示范装置，攻克了液态有机物储放氢关键核心技术
中氢源安	2022年底	基于中氢源安安全管理有机液体进行储存以及运输氢技术的首个纯氢供热示范工程项目公司已在北京市石景山区全面落成
秦创原（咸阳）	2023.3	秦创原（咸阳）创新促进中心有限公司的新型有机液体储氢项目正式落地彬州市

- 氢储运是氢能实现规模化应用的关键环节
- 高压气态储氢适用于短距离小规模运输场景
- 低温液态储氢实现大规模应用，有机液态储氢步入工业化
- **管道输氢经济性强，有望成为未来氢运输的最优模式**
- 固态储氢技术持续突破，适用于小型移动式和固定式场景
- 投资建议
- 风险提示

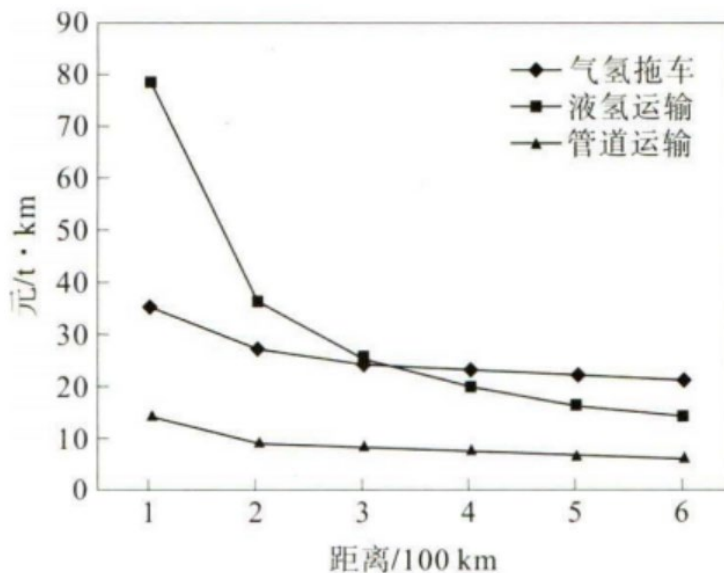
- **管道运输氢可根据输送距离和氢气纯度分为多种方式。**氢气的管道运输，是指在制氢工厂与氢气站、用氢单位等之间建设一定的管道，氢气以气态形式进行运输的方式。根据输送距离，管道输氢可分为长距离管道和短距离管道，前者主要用于制氢工厂与氢气站之间的长距离运输，输氢压力较高、管道直径较大；后者则主要用于氢气站与各个用户之间的氢气配送，输氢压力较低，管道直径较小。
- 根据氢气纯度，管道输氢可分为天然气掺氢管道和纯氢管道，前者是指在氢能发展初期，利用现有的天然气管道，将氢气加压后输入，使氢气与天然气混合输送的方式；后者则是指专门用于纯氢气运输的管道，但铺设难度大、投资成本较高，是氢能管网建设的终极目标形态。

图表：管道运输氢方式分类

管道运输氢方式	运输特点	应用场景	
根据输送距离	长距离管道	输氢压力较高。管道直径较大	制氢工厂和氢气站之间的长距离运输
	短距离管道	输氢压力较低，管道直径较小	氢气站和用户之间的氢气输送
根据氢气纯度	天然气掺氢管道	利用现有的天然气管道进行混合输送	交通运输、工业、分布式发电或热电联产为建筑提供电和热。
	纯氢管道	新建用于纯氢气运输的管道	目前与氢燃料电池领域的应用相关的技术进展较快

- 管道运输氢单位成本最低，有望成为未来氢运输的最优模式。管道输氢具备有运输成本低、能耗小、可实现氢能连续性、规模化、长距离输送等优势。假设管道运能利用率为30%，将其与长管拖车、液罐槽车运输成本进行对比，可以看到管道运氢的成本相对最低，在不考虑前期管道投资的情况下，管道运输有望受益于其经济性和运输规模的优势，成为未来氢气运输的最优模式。

图表：三种氢能运输方式成本对比



- 我国首条“西氢东送”输氢管道示范工程被纳入国家规划。根据中国石化发布，我国首条“西氢东送”输氢管道示范工程被纳入《石油天然气“全国一张网”建设实施方案》，管道起于内蒙古自治区乌兰察布市，终点位于北京市，全长400多公里，是我国首条跨省区、大规模、长距离的纯氢输送管道。管道一期运力10万吨/年，预留50万吨/年的远期提升潜力。同时，将在沿线多地预留端口，便于接入潜在氢源。管道建成后有望替代京津冀地区现有的化石能源制氢，大力缓解我国绿氢供需错配的问题。

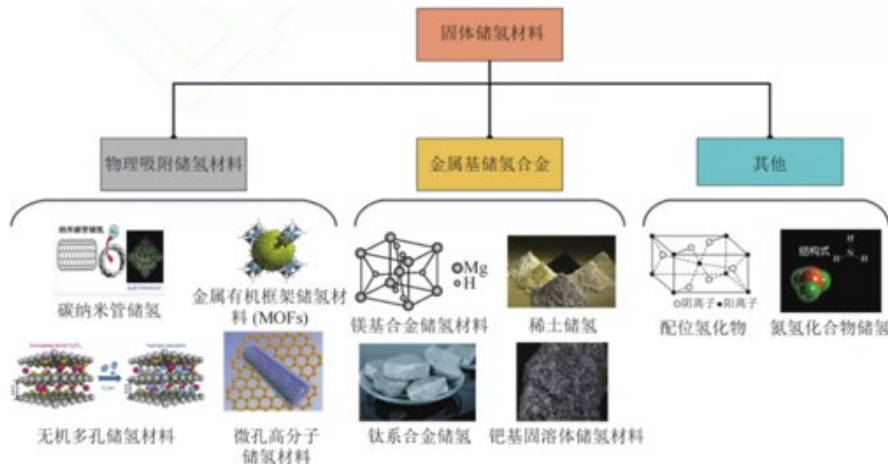
图表：“西氢东送”输氢管道布局



- 氢储运是氢能实现规模化应用的关键环节
- 高压气态储氢适用于短距离小规模运输场景
- 低温液态储氢技术进展较快，有机液态储氢步入工业化
- 管道输氢经济性强，有望成为未来氢运输的最优模式
- 固态储氢技术持续突破，适用于小型移动式和固定式场景
- 投资建议
- 风险提示

- 固态储氢具有多重优势，载体主要为物理或化学吸附储氢材料。** 固态储氢是指通过物理或化学材料对氢气的吸附作用而将其存储在固体材料中的储氢方式。其中，物理吸附主要指通过范德华力将氢分子可逆地吸附在比表面积高的多孔材料中，化学吸附则是指将氢以离子键或共价键与其他元素结合并生成金属氢化物等材料。与高压气态或液态储氢方式相比，固态储氢具有体积储氢密度高、安全性能好、储存时间长等优势。根据吸附原理的不同，固态储氢材料可分为物理吸附储氢材料和化学吸附储氢材料，其中化学吸附储氢材料中的金属氢化物发展最为成熟，而当中的镁系合金由于储氢量高、原料丰富、产氢纯度高等特点，被认为是最有前景的固态储氢材料之一。

图表：储氢材料分类

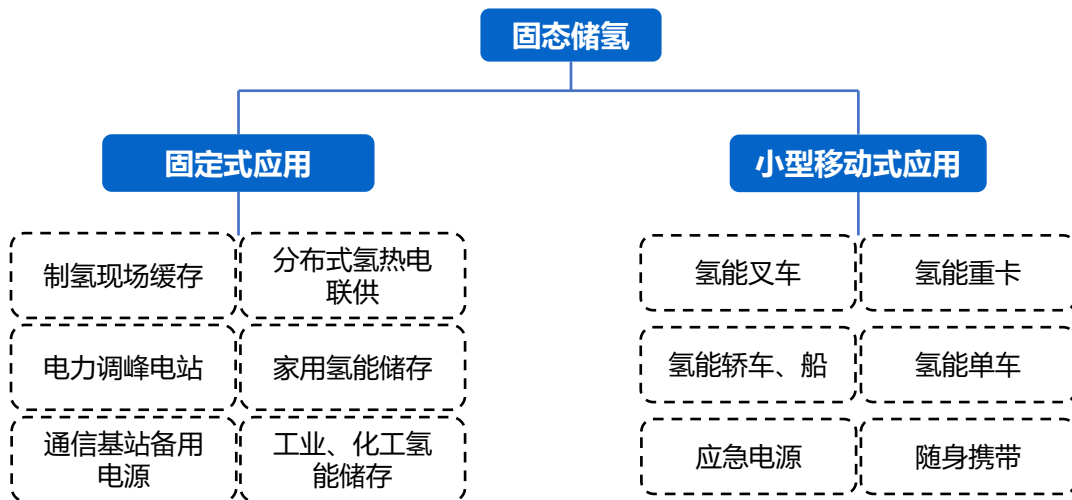


图表：储氢合金分类及其储氢性能

合金种类	质量储氢密度/%	脱氢温度/°C	可逆性
LaNi5	1.37	25	可逆
TiFe	1.89	30	可逆
TiMn2	2.00	25	可逆
MgH2	7.60	280	可逆
LiBH4	18.40	400	不可逆
Mg(BH4)2	14.82	315	不可逆

- **固态储氢终端应用场景主要为固定式和小型移动式。**由于固态储氢多采用金属氢化物作为载体，且用铝合金氢罐作为容器，因此固态储氢罐普遍较重，导致其终端应用多集中于固定式储氢和重量相对较轻的小型移动式场景。
- 其中，固定式应用场景主要包括电力调峰电站、分布式供能、应急备用电源、制氢或用氢现场缓存等领域，此场景下固态储氢装置可以将氢气进行长期的常温常压储存，在需要时再直接释放氢能或利用燃料电池将其转化为电能供应。而小型移动式应用主要包括工程车载、乘用车载、船载等储运氢场景。

图表：固态储氢主要应用场景和特点



- **固态储氢终端应用场景主要为固定式和小型移动式。**当前固态储氢尚未实现大规模商业化，但是其技术快速发展，多个上市公司纷纷布局。其中，圣元环保、云海金属、厚普股份等公司与高校、研究院等合作开展储氢材料和装备研究，包括镁基、钒基材料等路线。横店东磁、雄韬股份等公司则以参股氢能公司的形式开展固态储氢业务。

图表：固态储氢相关上市公司

上市公司	固态储氢相关布局
圣元环保	公司在厦门投资建设氢能研究院和氢能装备总成项目，开展固态储氢材料研发，推动氢动力车船应用和推广；在泉州投资建设固态储氢系统活化及应用项目，将石化产业园区的工业副产氢提纯为符合氢燃料电池应用的高纯氢及对固态储氢材料进行活化，在制氢、储氢、运输等环节推广应用。两个项目计划投资总额合计12.65 亿元，项目将分期阶段进行投入。
云海金属	公司与宝钢金属及相关高校和研究所合力开展镁基储氢研究，目前处于研发阶段，技术成熟后会量产。
厚普股份	2022 年 11 月，公司合资设立成都集氢科技有限公司，拟拓展储氢合金材料及固态储氢成套装置业务，使之发展成为公司氢能“制-储-运-加”产业链重要的一环。
永安行	永安行自行研发、建设燃料电池生产线及固态低压储氢器，形成标准化规模生产。将低压储氢和换氢技术运用在全新的氢能自行车上，优先解决氢能安全问题；便捷换氢服务，解决用户加氢难题的同时，避免电动自行车充电起火爆炸存在的安全隐患
横店东磁	横店东磁通过投资子公司江苏集萃安泰创明先进能源材料研究院有限公司，将固态储氢材料与应用技术作为核心研发方向之一，安泰创明目前已开发完成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，已应用于氢能两轮车，并将在江苏、广东等地开展特定区域场景示范工程。
雄韬股份	公司参股上海氢枫能源技术有限公司，其参与的氢能储运及应用技术平台建设项目通过验收工作，氢枫能源承担项目子课题“大容量镁基固态净化储运氢技术”，实现了氢气净化与储存一体化。
鸿达兴业	公司拥有气态、液态、固态储氢技术，积极推动制氢、储氢、储能、运氢及氢能应用产业化发展，在内蒙古设立鸿达氢能源及新材料研究院，建设运营我国首个民用液氢工厂，投资建设内蒙古第一座加氢站。

- 氢储运是氢能实现规模化应用的关键环节
- 高压气态储氢适用于短距离小规模运输场景
- 低温液态储氢技术进展较快，有机液态储氢步入工业化
- 管道输氢经济性强，有望成为未来氢运输的最优模式
- 固态储氢技术持续突破，适用于小型移动式和固定式场景
- **投资建议**
- 风险提示

- 氢储运作为氢能产业的重要环节，是氢能实现大规模商业化应用的关键因素，随着氢能产业的快速发展，氢储运核心技术、关键设备与材料环节有望受益。
- (1) 氢气压缩机环节建议关注**开山股份**（空气压缩机龙头+进军氢气压缩机并有订单落地）；**冰轮环境**（氢能机械式压缩机）；(2) 储氢瓶环节建议关注**京城股份**（IV型高压储氢气瓶研发并实现批量应用）、**蜀道装备**（高压储氢瓶）、**兰石重装**（储氢瓶）；(3) 液氢环节建议关注**纽威股份**（液氢阀门）；(4) 管道运氢环节建议关注**石化机械**（管道钢材+加氢站设备+PEM电解槽）、**东宏股份**（输氢管道开发）、**久立特材**（管道钢材）；(5) 固态储氢环节建议关注**圣元环保**（固态储氢材料）、**厚普股份**（低压固态储氢装备）、**鸿达兴业**（固态储氢技术）、**复洁环保**（金属储氢+有机溶液储氢）。

- 氢储运是氢能实现规模化应用的关键环节
- 高压气态储氢适用于短距离小规模运输场景
- 低温液态储氢技术进展较快，有机液态储氢步入工业化
- 管道输氢经济性强，有望成为未来氢运输的最优模式
- 固态储氢技术持续突破，适用于小型移动式和固定式场景
- 投资建议
- 风险提示

- **项目推进不及预期。**项目执行进度对氢储运行业内的公司收入确定影响重大，若氢储运项目推进不及预期，将会使得相关公司业绩增长不及预期，对公司市场表现带来不利影响。
- **政策支持力度不及预期。**政策落地执行对氢储运行业中的公司业绩有重大影响，若政策推进不及预期，可能会对行业内上市公司业绩带来不利影响，进而影响公司的市场表现。
- **储运氢技术发展不及预期。**氢储运技术的不断进步对于氢储运行业内公司经营状况以及氢能实现规模化应用影响重大，若氢储运技术进展不及预期，可能会为相关公司业绩增长带来不利因素。
- **市场竞争加剧。**当前多个氢储运细分环节均有大量新厂商布局，若未来市场竞争激烈程度不断增加，将会影响各公司的业绩增长，同时对其盈利能力带来不利影响。
- **研究报告中使用的公开资料可能存在信息滞后或更新不及时的风险。**报告中公开资料均是基于过往历史情况梳理，可能存在信息滞后或更新不及时的情况，难以有效反映当前行业或公司的基本面状况。

分析师声明

本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本报告清晰准确地反映了本人的研究观点。本人不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

一般声明

华福证券有限责任公司（以下简称“本公司”）具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。本报告仅供本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。在任何情况下，本公司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。

本报告的信息均来源于本公司认为可信的公开资料，该等公开资料的准确性及完整性由其发布者负责，本公司及其研究人员对该等信息不作任何保证。本报告中的资料、意见及预测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，之后可能会随情况的变化而调整。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及资料保持在最新状态，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。

在任何情况下，本报告所载的信息或所做出的任何建议、意见及推测并不构成所述证券买卖的出价或询价，也不构成对所述金融产品、产品发行或管理人作出任何形式的保证。在任何情况下，本公司仅承诺以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告以供投资者参考，但不就本报告中的任何内容对任何投资做出任何形式的承诺或担保。投资者应自行决策，自担投资风险。

本报告版权归“华福证券有限责任公司”所有。本公司对本报告保留一切权利。除非另有书面显示，否则本报告中的所有材料的版权均属本公司。未经本公司事先书面授权，本报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。未经授权的转载，本公司不承担任何转载责任。

特别声明

投资者应注意，在法律许可的情况下，本公司及其本公司的关联机构可能会持有本报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司正在提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一参考依据。

投资评级声明

类别	评级	评级说明
公司评级	买入	未来6个月内，个股相对市场基准指数涨幅在20%以上
	持有	未来6个月内，个股相对市场基准指数涨幅介于10%与20%之间
	中性	未来6个月内，个股相对市场基准指数涨幅介于-10%与10%之间
	回避	未来6个月内，个股相对市场基准指数涨幅介于-20%与-10%之间
	卖出	未来6个月内，个股相对市场基准指数涨幅在-20%以下
行业评级	强于大市	未来6个月内，行业整体回报高于市场基准指数5%以上
	跟随大市	未来6个月内，行业整体回报介于市场基准指数-5%与5%之间
	弱于大市	未来6个月内，行业整体回报低于市场基准指数-5%以下

备注：评级标准为报告发布日后的6~12个月内公司股价（或行业指数）相对同期基准指数的相对市场表现。其中，A股市场以沪深300指数为基准；香港市场以恒生指数为基准；美股市场以标普500指数或纳斯达克综合指数为基准（另有说明的除外）。

诚信专业 发现价值

联系方式

华福证券研究所 上海

公司地址：上海市浦东新区浦明路1436号陆家嘴滨江中心MT幢20层

邮编：200120

邮箱：hfyjs@hfzq.com.cn

