



北京中科富海低温科技有限公司

国内首家大型超低温制冷装备制造与系统解决方案供应商

2023年5月



01

公司概况



- 中科富海是以中科院理化所两代院士领军的数十年大型低温工程技术成果为基础，以两期**3.6亿**国家重大科研装备专项支持产生的研究成果为核心，汇集海内外知名专家学者，高端装备智能制造、金融与产业资本等创新要素为一体而成立的高新技术公司
- 公司拥有**20K-2K核心关键技术**，致力于提供液氢、液氮温区大型低温制冷装备、氢液化装置、LNG-BOG提氮装备、稀有气体（氦、氖、氩、氙）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、工业气体和气体工程等服务

大型低温氮液化装置及氮制冷机



天然气提氮装置、天然气液化、天然气化工



氢能供应体系和加注网络解决方案

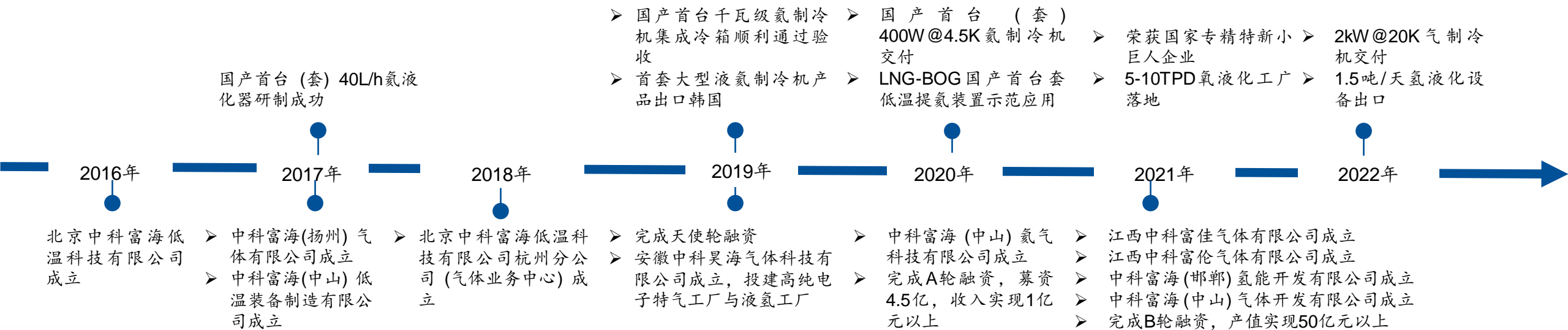


气体业务及气体工程



业务布局逐步拓展，关键领域多次实现突破

创立背景：以满足国家重大能源战略需求为背景，推动中科院理化所重大成果产业化
打造全球领先的低温装备制造企业和低温气体公司，打破国外垄断和封锁



未来展望:

- ✓ **打破垄断:**实现万瓦级大型低温装备国产化，助力我国航天、大科学工程、核能、超导电力、医疗健康等领域发展
- ✓ **绿色低碳:**以液氧为手段、绿氢为已任发展“制-储-运-用产业链核心技术，实现绿氢连续供给，助力实现双碳目标
- ✓ **提效降本:**发展高纯稀有电子特气与工业气体业务提供直达客户端的“制-储-运”应用服务，实现绿色气体提效降本



02

行业分析

低温制冷设备在产业发展、科技进步及国家安全领域至关重要

超导现象、氦液化
Onnes, 1913诺奖



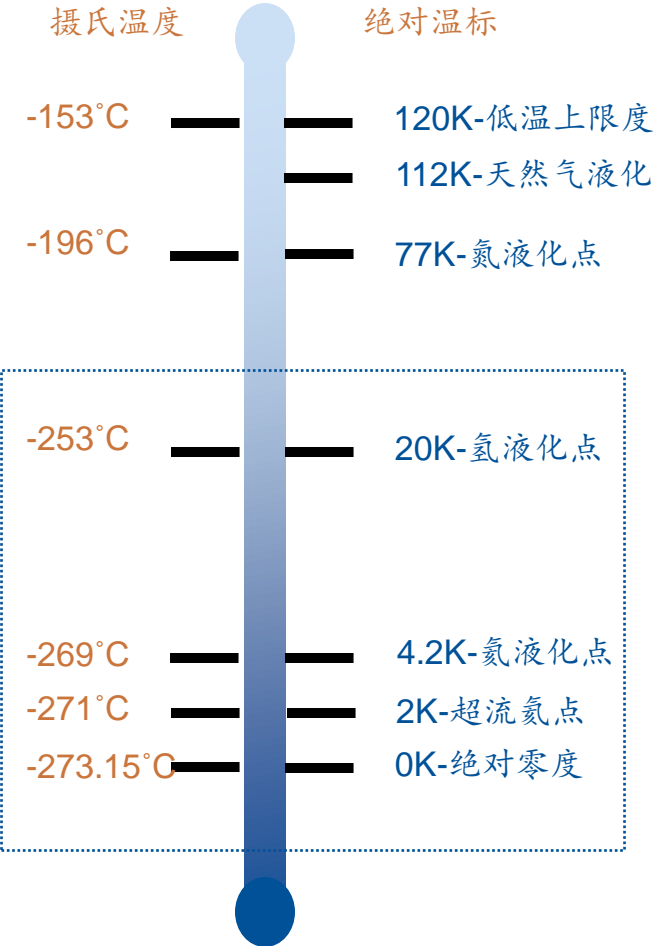
超流现象,
Kapitsa, 1978诺奖



超导体超流体
理论Leggett,
2003诺奖



希格斯玻色子理
论(由超导加速
器LHC验证)Higgs, 2013
诺奖



大型低温制冷设备是实现大科学装置低温环境的唯一手段



当前国际合作大科学工程中的50%以上、美国28项中长期大科学工程中的80%、我国大科学装置中的60%以上都必须使用大型低温制冷设备

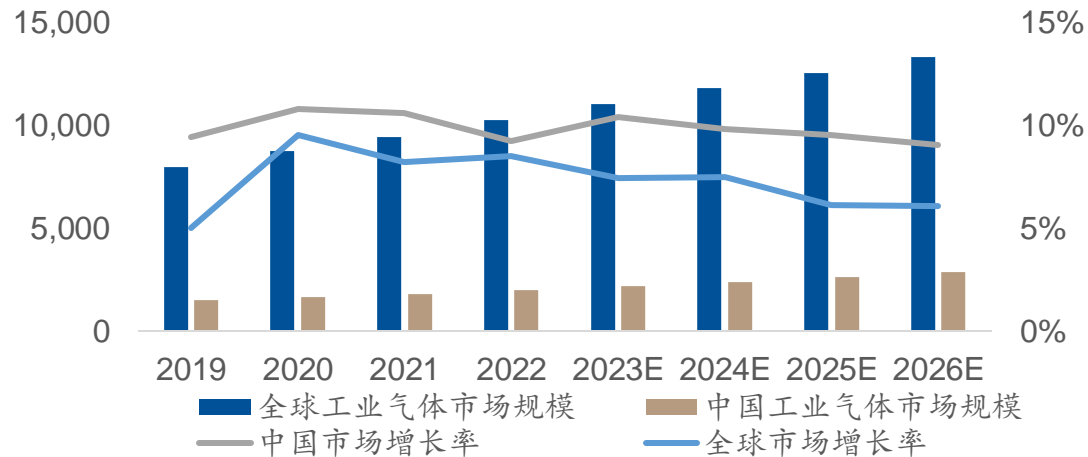


未来5-10年国内大科学工程低温制冷机需求近30台，制冷机投资超40亿，低温配套约60亿，总计约百亿元



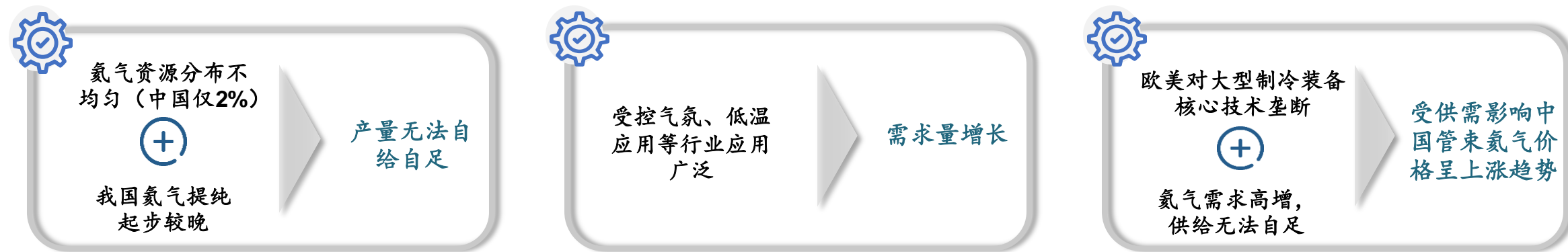
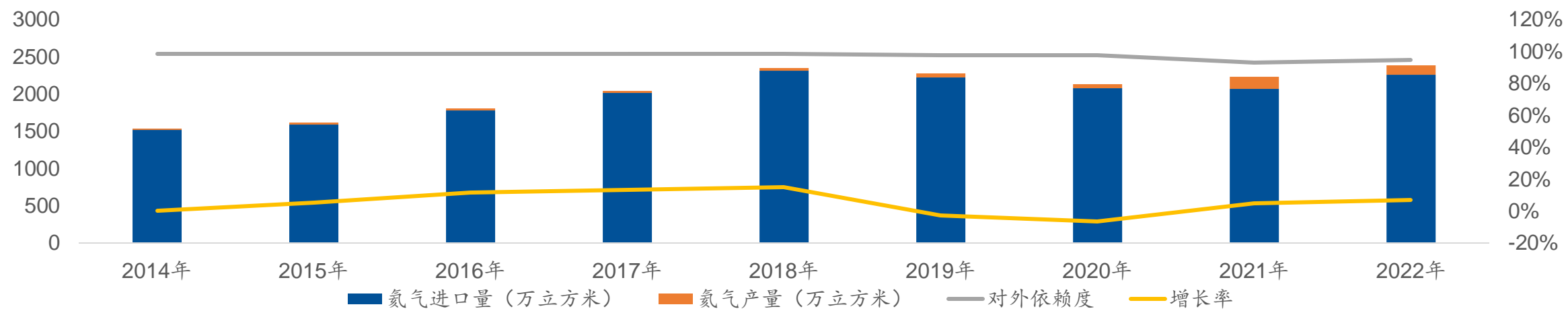
仅中国弃氦回收400万吨每年产值2,800亿

工业气体市场规模及增长率 (亿元)



自主可控的氦气壁垒高，目前高度依赖进口

氦气需求量波动上升，对外依存度90%以上

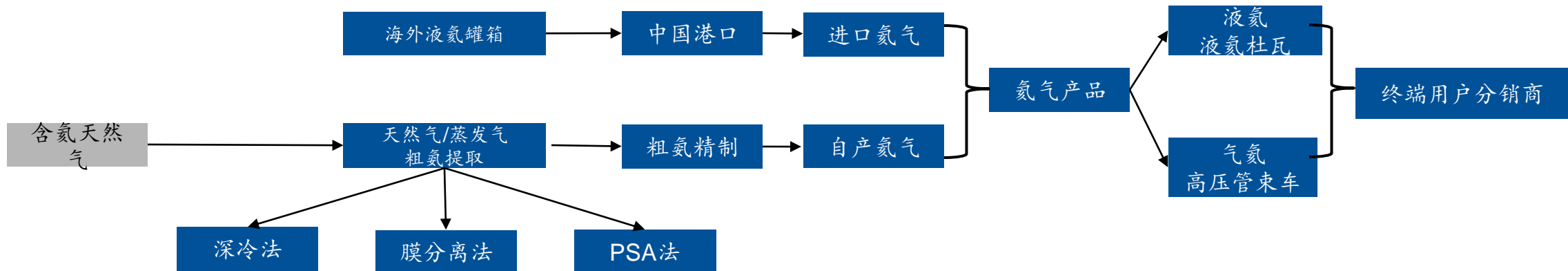


国防军工、航空航天、深海潜水、大科学（高速离子对撞机、人造太阳）等领域氦气应用涉及国家安全和科技发展，是必须保障供应的领域
 找准氦气供应链的“卡脖子”技术，提出中国氦气技术发展方向，降低中国提氦成本，从而克服氦气短供风险尤为重要

氮产业链中取氮、储运等重点环节的关键领域与国际水平尚存在较大差距

氮气产业链

■ 国外已形成了成熟的氮气全供应链技术和装备，世界大型提氮厂投资建设、配额分配、关键设备制造等均由少数公司垄断，并且对中国有引进限制



取氮：大型氮气液化和液氮储存技术尚处于攻关阶段



提氮方式：深冷法是目前应用最广泛的方法（约 90%）；美国已经投运了 PSA 提氮装置，波兰投运了膜提浓装置



国内技术现状：

- LNG-BOG 低温提氮装置实现大型低温设备全国产化
- 但大型贫氮天然气提氮技术尚不成熟：深冷法成本较高，提氮专用膜尚未实现国产化供应
- 4 K 温区的超低温设备尚需国外引进，20 K 温区的设备性能与国外尚有一定差距

储运：液化及储运核心装备制造技术然掌握在少数国外公司手中



储运方式：气氮的运输成本较高，运输成本约为液氮的 4 倍，宜用于短距离分销（小于 1,000km）；液氮适用于远距离大规模储运；中国目前氮消费量中，气氮占比达 70%



国内技术现状：

- 国内氮液化器在整体性能、长周期运行、可靠性方面与国外产品上游差距
- 国内已有低温储罐的洁净度和绝热性能相较于国外产品尚有研发空间

大型低温设备全国产化初步实现，氮气液化及储运核心装备制造尚需持续攻关



已有进展：LNG-BOG 低温提氮装置实现大型低温设备全国产化

中科富海产品

LNG-BOG 低温提氮装置

- ✓ 实现大型低温设备全国产化，打破国外技术壁垒
- ✓ 在保障现有 LNG 工厂安全稳定生产基础上，降低运行成本，实现经济性突破

项目	中科富海 (中国)	Dunasa (美国)	Ras Laffan -2 (卡塔尔)	AGPP (俄罗斯)	Helium One (坦桑尼亚)	Odolanow (波兰)
氮产量/ (10 ⁴ m ³ ·a ⁻¹)	13	11,100	1,200	6,000	2,800	340
氮含量/% (摩尔 分数)	1.8~2	0.66~0.71	0.04	0.3~0.4	-	0.4
提氮方法	BOG 提氮，深冷 法	深冷法	BOG提氮，深 冷法	深冷法，联产乙烷	BOG提氮， 深冷法	深冷法
投产时间	2020年	1963 年	2021 年	2021 年一期2000× 104 m ³ 已投产	勘探中	2015 年

攻关方向：加快实现氮产供储销关键技术及装备，保障氮气可靠供应及产业健康发展

- 开展研究低能耗深冷冷凝分离、高收率膜法提浓、低能耗常温变压吸附提纯、联产 LNG 等工艺技术
- 形成膜+PSA 常温提氮、膜+深冷+PSA 组合法提氮、深冷+联产 LNG 提氮 3 套贫氮天然气提氮工艺包



开展大型贫氮天然气低成本提取关键技术研究

- 开展液氮储运工艺、挥发气（废氮）再液化工艺技术及液氮储运设备国产化研究
- 从绝热结构设计、热分层与自增压的抑制技术、液氮容器内容器的奥氏体不锈钢材料的选择等方面突破液氮储运设备国产化的瓶颈



开展氮储存分装运输技术与关键设备国产化研究

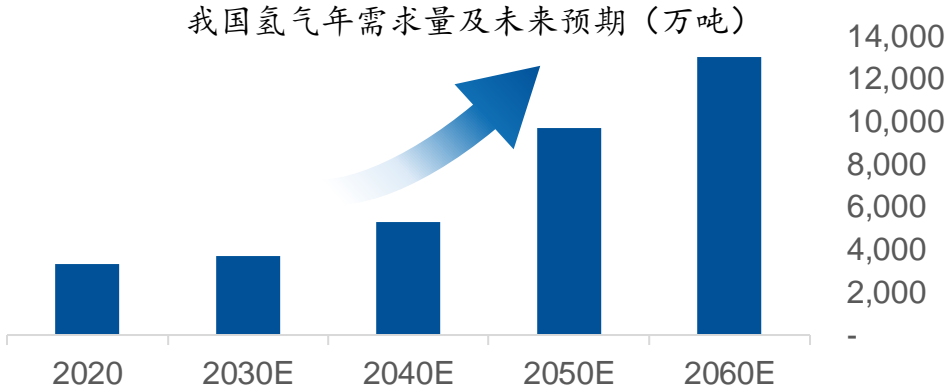
- 开展超低温工艺设备和管道材料、高性能保冷材料、超低温工艺装置焊接与检测和试运投产技术研究



开展超低温工艺装置建造技术研究

氢能战略已成为国家发展的大战略

- 碳中和背景下，零碳电力+氢能是各国推进能源体系变革的方向
- 锂资源约束压力加大背景下，推进氢能的生产和利用是发达国家的共识
- 能源安全保障背景下，可实现自给自足供应的氢能是能源发展重要一环



2020年				2025年				2030-2035年				
制氢	● 工业副产氢气、鼓励可再生能源制氢				● 鼓励可再生能源制氢				● 可再生能源制氢为主			
氢气运输	■ 高压气氮				■ 高压气态氢、液氢、管道				■ 多种形式并存			
加氢站	➤ 数量：超过100座 ➤ 储氢方式：高压气氢 ➤ 加注压力：35/70MPa ➤ 氢燃料成本：40元/kg				➤ 数量：超过1,000座 ➤ 储氢方式：高压气氢/液氢 ➤ 加注压力：35/70MPa ➤ 氢燃料成本：40元/kg				➤ 数量：超过5,000座 ➤ 储氢方式：高压气氢/液氢 ➤ 加注压力：35/70MPa ➤ 氢燃料成本：25元/kg			
燃料电池汽车	✓ 8,000~100,000辆				✓ 5~10万辆				✓ 80~100万辆			

储运为氢能大规模使用的瓶颈环节，液氢为中期主流运输方式

前期建设投入大，在当下用氢规模较小且分散的情况下经济性有限；
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

低温(20K)条件下对氢气进行液化，但是成本较高；
已发布液氢生产、贮存和运输的国家标准，**液氢装备逐步国产化，未来液氢产能有望迅速提升**

对距离不敏感，适用于长距离大规模运输，可在常温常压下进行运输；但长期看大规模下成本高于液氢，**可作为过渡技术**

当前主要以高压气氢运输为主，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**



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**



短期：长管拖车

成本下降空间较为有限；压力更大、储氢密度更高的III/IV型氢瓶国内厂家尚不能实现自主量产



中期气氢拖车短距离与液氢长距离结合

液化装置是液氢厂的核心装置随着液氢设备规模化、液化能耗的减少及保温效率的提升，低温液态储氢商业化进展有望加快



长期管道输氢与液氢结合

管道运输需与下游需求匹配形成一定的规模化效应，氢气运输成本可有效降低至合理范围内

液氢技术有望成为 “冷启动关键点”



液氢制取

液化过程的能耗和固定投资较大，液化过程的成本占到整个液氢储运环节的 90%以上
随着液化设备的规模效应，液化能耗和设备成本还有较大的下降空间



液氢储运

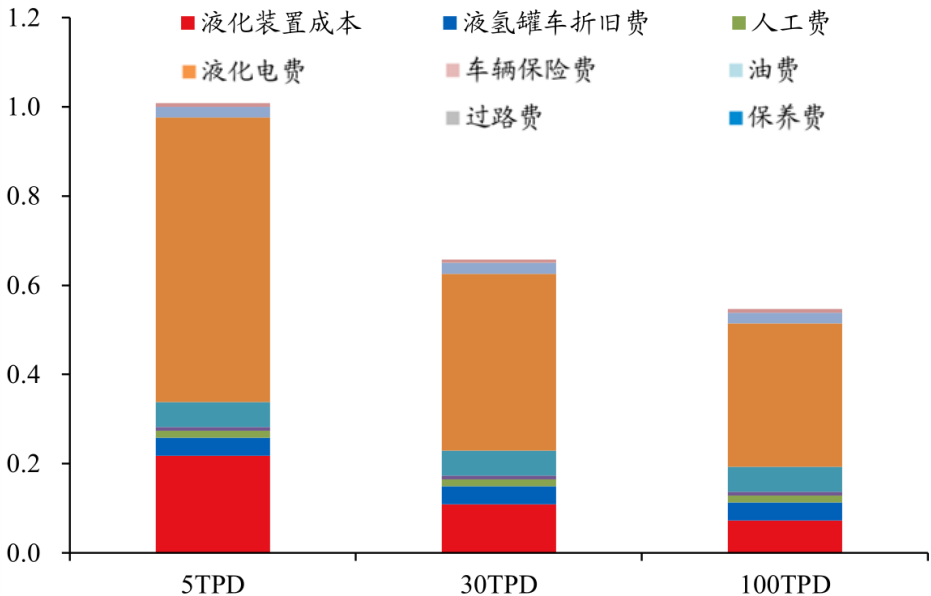
对于储罐隔热技术要求高，液氢储罐通常采用多层真空隔热技术



液氢加注

液氢加注站技术的核心在于液氢泵，中国在液氢加注站的推广中相对落后，液氢泵的技术领域相对空白

提升生产规模可有效降低液氢储运单位成本



氢透平膨胀机技术是大规模氢液化装置关键



透平膨胀机为最关键的设备

氢膨胀制冷循环流程采用氢气自膨胀提供低温区冷量，氮膨胀制冷循环氢液化流程则是利用沸点更低的氮作为制冷剂提供低温区冷量



大冷量氢、氮透平膨胀机国际巨头垄断，国产化初具规模

美国空气产品公司、德国林德集团和法国液化空气集团几乎垄断了氢液化装置的市场和技术领域，中科富海在低温氮气体轴承透平膨胀机实验平台领域取得初步进展



氢的正仲转化器为重要设备

氢液化过程中，需要在换热器或者中间加正仲转换器，以保证仲氢的含量达到标准（95%），北京航天试验技术研究所自制的正仲氢转化催化剂性能已达到国际先进水平

03

竞争优势



国内首家大型超低温制冷装备制造与系统解决方案供应商

掌握超低温制冷液化核心技术

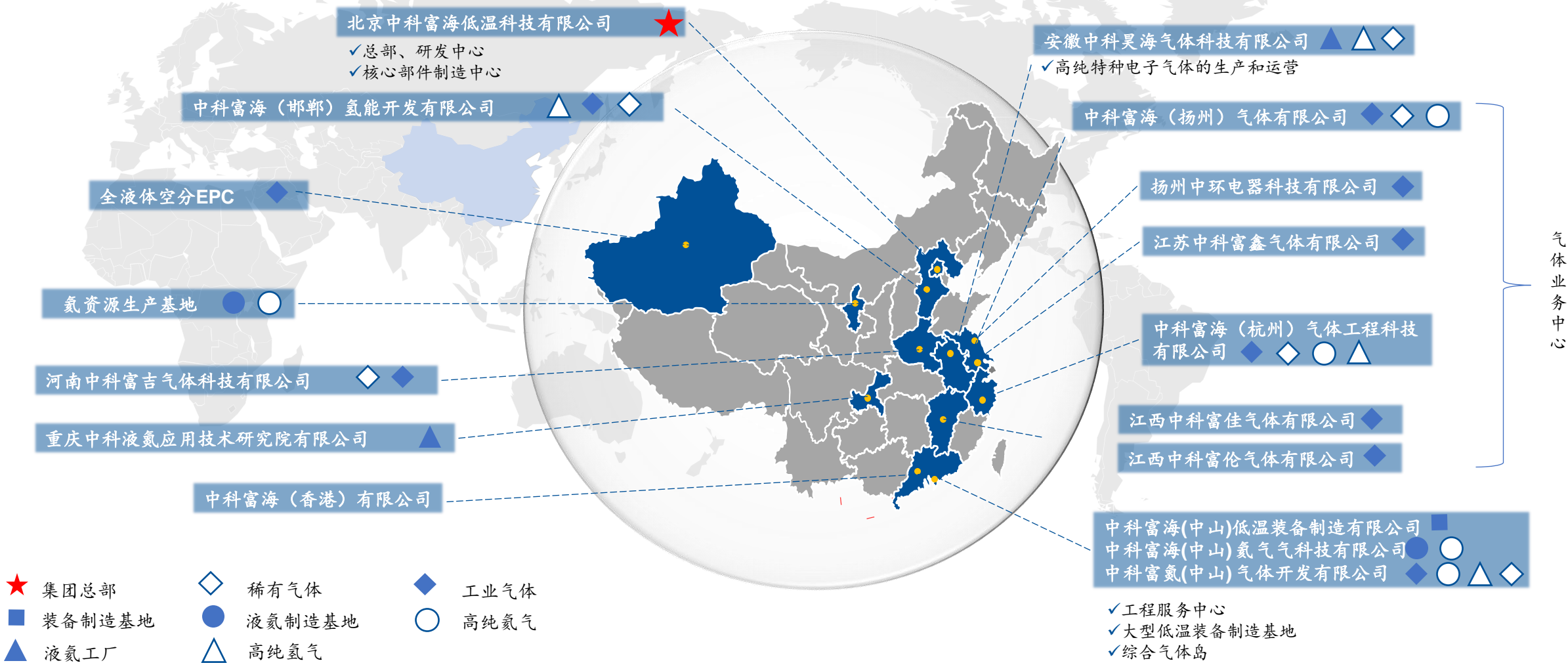


- ✓ 国产首台5TPD氨液化装置大型卧式冷箱产品成功下线，标志着我们在国内首次突破了大型氨液化装置的关键技术与集成创新，为后续成套大型5吨/天液氨工厂示范奠定了坚实基础
- ✓ 国产首台(套) 400W@4.5K氨制冷机交付，实现了全国产化，达到国际先进水平
- ✓ LNG-BOG国产首台套低温提氨装置示范应用，支撑国内氨资源供应

- 为我国先进核能等大科学工程和航空航天等重要领域的跨越性发展提供战略支撑
- 为我国战略氨资源的开发利用提供源头保障
- 为全面推动新能源技术的应用发展提供核心手段

广泛布局，形成

未来十年：20个工业气体点、30个氢液化站、12亿方氨气、20个科学工程



核心团队具备丰富行业经验



高金林 博士 集团总裁

- 中国低温工程协会理事、日本低温工程协会理事、美国低温工程协会会员、中国能源学会专家委副主任
- 曾任浙江大学讲师、日本大学客员研究员、日本铃木商馆研究工程师、美国SHI-APD cryogenics, Inc首席科学家/技术总监、日本住友重机械工业（上海）有限公司总经理等
- 曾荣获中国国家技术成果奖、化工部技术成果二等奖（石油天然气回收技术及装置），日本低温工程协会最佳研究成果奖（4K脉管制冷机技术），英国低温杂志最佳年度优秀论文奖（3级4K脉管制冷机），美国低温及超导协会年度最佳优秀论文奖（4K脉管制冷机冷却的6T超导系统）。发表过**130篇**以上的国际性学术论文，拥有**20个**以上关于低温制冷机，压缩机及低温真空泵全球性专利



熊联友 博士 设计研究院院长/技术总监

- 中科院理化所研究员，大型低温制冷中心副主任
- 荣获2013年度中国科学院“现有关键技术人才”称号，2018年北京市科学技术二等奖主要承担和参与ITER、TMT、SKA 等国际科技合作项目
- 曾作为课题负责人参与两期国家重大科研装备研制项目，突破大型低温制冷系统核心高速氦透平膨胀机关键技术



龚领会 研究员 首席科学家

- 中科院理化所研究员、大型低温制冷中心主任、财政部“大型低温系统项目”副总指挥
- 从事大中型低温氦制冷系统研究研制、高效紧凑换热器研究和研制长达**30年**，近年来主要从事应用超导低温制冷系统和气氦温区大中型氦低温制冷系统的设计和研发工作



资源整合、深度合作，助力产品持续突破和产业化落地

资源整合利用，合作伙伴推进技术研发及产品落地

中国科学院



国内高校



业内企业



技术优势凸显，连续获得行业内多项荣誉奖项

重大专项推进核心技术开发，试点名单激励产权研发



国家重大科研装备研制项目I期

液氮到超流氦温区大型低温制冷系统研制

国家重大科研装备研制项目II期

液氮到超流氦温区大型低温制冷系统研制

科技部国家重点研发计划

可再生能源与氢能技术重点专项

工业企业知识产权运用试点单位



未来展望：建成世界上第三个千亿级国际化重要气体公司



1、持续攻关关键技术



万瓦级大型低温装备国产化



30TPD 氢液化设备，以实现绿氢连续供给，



尚未国产化关键领域：III/IV 型氢瓶、液氮储罐、提氮膜

2、业务全球化布局



低温氮制冷机、大型低温氢液化装备相继出口



对标国际标准，继续扩展国际市场，进一步突破国外垄断与封锁

3、产业链垂直整合



依靠在制冷装备、天然气装置等领域积累，纵向拓展气体业务



扩张市场潜在空间巨大的电子气体、清洁能源领域



技术优势

持续取得关键领域设备国产化突破，中科院理化所提供技术支持



空间广阔

工业气体核心环节设备长期依赖进口，国产替代空间广阔



战略耦合

低温装备、氦资源、氢能、稀有气体、空分设备布局符合国家战略布局

谢谢

2023年5月

