

2023 年氢能产业洞察白皮书

目录

概览	1
研究范围	2
第一章 氢能产业定义及分类	5
1.1 氢能概念界定	5
1.2 氢能分类	5
第二章 全球氢能产业概览	6
2.1 全球氢能市场发展历程	6
2.2 全球氢能产业市场规模	7
2.3 全球氢能产业政策分析	8
2.3.1 美国氢能政策	8
2.3.2 欧洲氢能政策	9
2.3.3 日本氢能政策	9
2.3.4 韩国氢能政策	9
2.3.5 澳大利亚氢能政策	10
2.4 全球下游终端需求市场发展现状分析	10
2.4.1 全球工业氢能发展现状分析	10
2.4.2 全球交通氢能发展现状分析	11
2.4.3 全球建筑氢能发展现状分析	11
2.4.4 全球氢能发电发展现状分析	12
第三章 中国氢能产业发展现状	12
3.1 中国氢能产业市场发展背景	12
3.1.1 市场定义	12
3.1.2 市场发展历程	13
3.1.3 中国氢能产业政策分析	13
3.2 中国市场规模	14
3.3 国内氢能产业政策解读	14
3.4 中国发展氢能的必要性分析	26
3.4.1 供给侧：能源安全	26
3.4.2 需求侧：环境保护	26
3.4.3 氢能价值总结	28
第四章 中国氢能产业链梳理	29
4.1 产业链结构概览	29
4.2 上游制氢原材料市场发展现状分析	29
4.3 中游储运市场发展现状分析	36
4.3.1 Power to X (P2X)	36
4.3.2 储运氢	38
4.3.3 加氢站	40
4.4 下游终端需求市场发展现状分析	42
4.4.1 交通领域	42
4.4.2 工业领域	44

4.4.3 发电领域.....	46
4.4.4 建筑领域.....	46
第五章 中国氢能产业投资现状分析.....	47
5.1 中国氢能产业产业链投融资情况.....	47
5.1.1 产业资本投资更趋向于下游应用领域，大型企业针对全产业链整合速度加快.....	48
5.1.2 融资事件主要集中于燃料电池系统领域，涌现了超大融资规模项目.....	50
5.1.3 2022Q3-2023Q2 氢能产业基金募集规模较同期大幅减少.....	50
5.2 中国氢能产业核心设备订单分析.....	51
5.2.1 电解槽.....	51
5.2.2 固定式燃料电池.....	52
第六章 中国氢能产业发展前景分析.....	52
6.1 我国氢能产业发展存在的问题.....	52
6.2 行业发展前景展望.....	54
风险提示.....	56
免责声明.....	56
版权声明.....	56
关于 我 们.....	57

图 表

图表 1: 专有名词及其释义 (来源: 国家标准委, M2 觅途咨询研究与分析)	3
图表 2: 氢气、汽油蒸汽、天然气对比 (来源: 中国氢能联盟, M2 觅途咨询研究与分析)	5
图表 3: 氢能分类 (来源: 公开资料收集, M2 觅途咨询研究与分析)	6
图表 4: 全球历年氢气产量 (来源: IEA, M2 觅途咨询研究与分析)	8
图表 5: 全球各场景用氢量 (来源: IEA, M2 觅途咨询研究与分析)	10
图表 6: 中国历年氢能产量 (来源: 中国煤炭工业协会, 中国氢能联盟, M2 觅途咨询研究与分析)	14
图表 7: 2021-2023 年氢能产业政策表 (来源: 政府部门官网, 公开资料收集, M2 觅途咨询研究与分析)	17
图表 8: 2022Q3-2023Q2 具体氢能政策 (来源: 政府官网, M2 觅途咨询研究与分析)	25
图表 9: 各行业碳排放占比 (来源: 清华大学, M2 觅途咨询研究与分析)	27
图表 10: 氢储能与抽蓄、电储指标对比 (来源: M2 觅途咨询研究与分析)	28
图表 11: 氢能产业链图谱 (来源: 公开资料整理, M2 觅途咨询研究与分析)	29
图表 12: 2022 年全球制氢来源结构占比 (来源: IEA, M2 觅途咨询研究与分析)	30
图表 13: 2022 中国制氢来源结构占比 (来源: IEA, M2 觅途咨询研究与分析)	31
图表 14: 2018-2026 年中国制氢产值规模及预测 (来源: M2 觅途咨询研究与分析)	31

图表 15: 中国制氢主要技术及优缺点比较对比 (来源: 上海氢能利用工程技术研究中心, M2 觅途咨询研究与分析)	34
图表 16: Power to Gas 储能系统的原理 (来源: M2 觅途咨询研究与分析)	37
图表 17: 三种氢储运比较 (来源: M2 觅途咨询研究与分析)	40
图表 18: 加氢站主流技术路线示意图 (来源: 公开资料收集, M2 觅途咨询研究与分析)	41
图表 19: 2018-2022 全球和中国加氢站数量 (来源: 中国电池产业研究院, M2 觅途咨询研究与分析)	42
图表 20: 2015-2023H1 氢燃料电池车产量和销量	43
图表 21: 2022Q3-2023Q2 产业链投融资不完全统计 (来源: 北极星, 高工氢电, M2 觅途咨询研究与分析)	48
图表 22: 2022Q3-2023Q2 分应用领域产业资本投资氢能事件 (来源: 北极星, 高工氢电, M2 觅途咨询研究与分析)	49
图表 23: 2022Q3-2023Q2 氢能相关公司融资事件 (来源: M2 觅途咨询研究与分析)	50
图表 24: 不同技术路线电解槽市场份额变化趋势 (来源: M2 觅途咨询研究与分析)	51
图表 25: 不同技术路线固定式燃料电池市场份额变化趋势 (来源: M2 觅途咨询研究与分析)	52
图表 26: 不同制氢方法的原料成本对比 (来源: M2 觅途咨询研究与分析)	54
图表 27: 绿氢灰氢经济性对比 (来源: M2 觅途咨询研究与分析)	55

作者

修伟明

Partner & Co-founder,
M2 Consulting

高梦群

Partner
M2 Consulting

王 淼

Consulting Director
M2 Consulting

任 毅

Analyst
M2 Consulting

概览

能源是国民经济的命脉。随着工业化和城镇化进程的不不断提升，我国已成为全球能源消费大国。与此同时，我国能源对外依存度高、结构有待优化、碳排放量大等问题也不断显现，可持续发展、能源转型、能源安全等成为我国重点发展领域。氢能是一种来源丰富、绿色低碳、应用广泛的二次能源，正逐步成为全球能源转型发展的重要载体之一。2022年3月，国家发展改革委、国家能源局联合印发《氢能产业发展中长期规划(2021-2035年)》，以实现“双碳”目标为总体方向，明确了氢能是未来国家能源体系的重要组成部分，是用能终端实现绿色低碳转型的重要载体，也是战略性新兴产业和未来产业的重点发展方向。

氢能作为高效低碳的能源载体，绿色清洁的工业原料，在交通、工业、建筑、电力等多领域拥有丰富的落地场景，未来有望获得快速发展。但是相较于日本、欧洲、美国等国家，我国氢能产业仍存在政策引导不够、统筹协调不足、关键零部件未完全自给、基础设施建设不充分、产业经济性较差等方面的挑战。本报告从氢能的特点和分类入手，基于全球氢能产业发展现状及趋势的分析，对我国发展策略、氢能产业链、我国氢能产业政策、氢能产业投融资等进行了详细的梳理，以期对我国氢能产业的可持续发展提供参考。

研究范围

1. 专业名词解释

专有名词	释义
氢 hydrogen	最轻的化学元素,符号 H,原子序数 1,原子量为 1.008,是地球的重要组成元素
氢能 hydrogen energy	氢在物理与化学变化过程中释放的能量。可用于发电、各种车辆和飞行器用燃料、家用燃料等
氢气 gaseous hydrogen	以气态形式存在的氢分子
重整制氢 hydrogen production by reforming	对碳氢化合物原料在重整器内通过催化反应获得氢的反应方法
水电解制氢 hydrogen production by water electrolysis	以直流电接入电解池电解水,获得氢和氧的工艺过程
高压储氢 hydrogen storage in high pressure tank	将氢气在 10 MPa~100 MPa 压力下充装在特制的压力容器中
液态储氢 hydrogen storage in liquid state	将温度降至 20.43 K 以下,使氢气转变为液态氢的储存方式
物理吸附储氢 hydrogen storage by physisorption	利用物理吸附原理,将氢气吸附在高比表面多孔材料中的储存方式
金属氢化物储氢 hydrogen storage in	利用某些金属或合金能够在一定氢压下吸氢生成金属氢化物的特性,将氢储存在金属或合金中的储存方式

metal hydrides	
络合氢化物储氢 hydrogen storage in complex hydrides	氢以络合体的形式固定在含共价氢键的络合氢化物中的储存方式，一般泛指铝氢化物和硼氢化物。亦称配位氢化物储氢
化学氢化物储氢 hydrogen storage in hydrides compound	特指能在温和反应条件下(如水解等)放氢的化合物以及除金属氢化物、络合氢化物和有机氢化物以外的氢化物储氢方式
有机液体储氢 hydrogen storage in liquid organic hydrides	利用某些不饱和有机化合物(如烯烃、炔烃或芳香烃等)与氢气进行可逆加氢和脱氢反应来实现氢气储存的技术
加氢站 hydrogen filling station	为氢能汽车或氢气内燃机汽车或氢气天然气混合燃料汽车储气容器充装车用氢燃料的专门场所
燃料电池 fuel cell	将燃料与氧化剂的化学能通过电化学反应直接转化为电能、热能和其他反应产物的发电装置
固体氧化物燃料电池 solid oxide fuel cell (SOFC)	以固体氧化物为电解质的燃料电池，工作温度通常为 800 °C~1 000 °C
熔融碳酸盐燃料电池 molten carbonate fuel cell (MCFC)	以熔融碳酸盐为电解质的燃料电池
磷酸燃料电池 phosphoric acid fuel cell (PAFC)	以磷酸为电解质的燃料电池
质子交换膜燃料电池 proton exchange membrane fuel cell (PEMFC)	以质子交换膜为电解质的燃料电池。

图表 1：专有名词及其释义（来源：国家标准委，M2 觅途咨询研究与分析）

2. 研究目的

本报告为氢能产业系列白皮书，梳理中国氢能产业发展现状和发展机遇，包括氢能产业链上中下游及氢能产业园发展，深度分析中国氢能燃料电池系统发展情况。

3. 研究方法介绍

报告制作过程中，M2 觅途咨询基于大量行业二手研究报告并采访了部分主流氢能企业、上游原材料供应商、经销商等市场参与者以及行业协会专家，获取了部分产品、技术及市场实时信息；同时结合公司多年的行业经验积累，对行业未来的发展趋势及产品的应用前景做出了预测。

注：本白皮书中引用的数据受数据渠道和发布时间限制，部分2023年数据仅截至第二季度，部分2023年数据为M2 觅途咨询分析预测值。

第一章 氢能产业定义及分类

1.1 氢能概念界定

氢 (H) 是一种化学元素，在元素周期表中位列第一位。氢主要以化合态形式出现，而通常情况下，氢的单质形态为氢气。氢气是已知密度最小的气体，由双原子分子组成，无色、无味，可从水、化石燃料等含氢物质中制取，是重要的工业原料及能源载体。氢气燃点低、爆炸区间广且扩散系数大。因此，氢气发生泄漏后容易消散，且不易形成可爆炸喷雾，爆炸下限浓度远远高于天然气、汽油等，在开放空间下较为安全可控。

氢气、汽油蒸汽、天然气对比			
技术指标	氢气	汽油蒸汽	天然气
爆炸极限 (%)	4.1-75	1.4-7.6	5.3-15
燃烧点能量 (MJ)	0.02	0.2	0.29
扩散系数 (m ² /s)	6.11×10 ⁻⁵	0.55×10 ⁻⁵	1.61×10 ⁻⁵
热值 (MJ/Kg)	140~145	40~45	40~55

图表 2: 氢气、汽油蒸汽、天然气对比 (来源: 中国氢能联盟, M2 觅途咨询研究与分析)

氢在地球上主要以化合态的形式出现，是宇宙中分布最广泛的物质，它构成了宇宙质量的 75%，是二次能源。氢能在 21 世纪有可能在世界能源舞台上成为一种举足轻重的能源，氢的制取、储存、运输、应用技术也将成为 21 世纪备受关注的焦点。氢具有燃烧热值高的特点，是汽油的 3 倍，酒精的 3.9 倍，焦炭的 4.5 倍。氢燃烧的产物是水，是世界上最干净的能源。资源丰富，可持续发展。

1.2 氢能分类

氢能是清洁、低碳能源，在使用过程中不产生额外污染，也不产生 CO₂ 排放。按照氢能的制取方式，可将氢能划分为灰氢、蓝氢和绿氢：其中：

(1) 灰氢是通过化石燃料（例如石油天然气、煤）燃烧产生的氢气。这种类型的氢气约占当今全球氢气产量的 95%，碳排放量最高。当前，工业中生产的氢气主要还是碳基（灰氢）。随着时间的推移，制氢面临的挑战是实现无碳或者碳

中性（绿氢或蓝氢）的技术替代。

(2) 蓝氢是在灰氢的基础上，应用碳捕捉、碳封存技术，实现低碳制氢，蓝氢气不是绿色氢气的替代品，而是一种必要的技术过渡，可以加速社会向绿色氢气的过渡。

(3) 绿氢是通过光伏发电、风电以及太阳能等可再生能源电解水制氢，在制氢过程中将基本上不会产生温室气体，因此被称为“零碳氢气”。我国发展“绿氢”具备良好的资源禀赋，中国有着可观的地热、生物质、海洋能、风电和光伏资源以及固体废弃物的资源化利用，随着近年来技术的进步，可再生能源的发电成本越来越具有竞争力，与此同时，中国拥有强大的基础设施建设能力，为发展“绿氢”提供了得天独厚的优势。

氢能分类		
按碳排放强度划分	制取方式	碳排放量
灰氢	化石燃料制取	碳排放强度高
蓝氢	化石燃料制取+CCS	碳排放强度低
绿氢	可再生能源电解水制取	几乎没有碳排放

图表 3：氢能分类（来源：公开资料收集，M2 觅途咨询研究与分析）

第二章 全球氢能产业概览

2.1 全球氢能市场发展历程

氢能作为一种替代能源进入人们的视野还要追溯到 20 世纪 70 年代。其时，中东战争引发了全球的石油危机，美国为了摆脱对进口石油的依赖，首次提出“氢经济”概念，认为未来氢气能够取代石油成为支撑全球交通的主要能源。1960 年至 2000 年，作为氢能利用重要工具的燃料电池获得飞速发展，在航天航空、发电以及交通领域的应用实践充分证明了氢能作为二次能源的可行性。氢能产业在 2010 年前后进入低潮期。但 2014 年丰田公司“未来”燃料电池汽车的发布引发了又一次氢能热潮。随后，多国先后发布了氢能发展战略路线，主要围绕发电及交通领域推动氢能及燃料电池产业发展；欧盟于 2020 年发布了《欧盟氢能战略》，

旨在推动氢能在工业、交通、发电等全领域应用；2020 年美国发布《氢能计划发展规划》，制定多项关键技术经济指标，期望成为氢能产业链中的市场领导者。至此，占全球经济总量 75% 的国家均已推出氢能发展政策，积极推动氢能发展。

国际氢能委员会报告显示，自 2022 年 2 月以来，全球范围内启动了 131 个大型氢能开发项目。世界能源理事会预计，预计到 2030 年，全球氢能领域投资总额将达到 5000 亿美元；到 2050 年氢能在全全球终端能源消费量中的占比可高达 25%。美国、欧洲、俄罗斯、日本等主要工业化国家和地区都已将氢能纳入国家能源战略规划，美国、日本等占据氢能关键技术制高点。

1. 美国

美国采取“脱碳+战略储备”的氢能发展模式，明确提出到 2030 年清洁氢能需求将达到 1000 万吨/年，实现“制-运-储-用”全链技术研发和规模化示范、加氢站 1000 座、工业与交通用氢成本降至 1-2 美元/kg。目前美国氢燃料电池、PEM 电解槽、纯氢管道等领域具备技术优势。

2. 欧盟

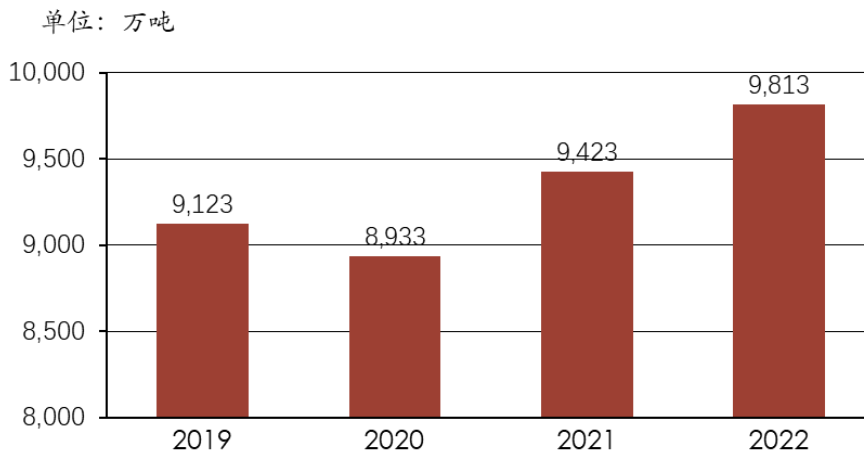
欧盟设定了严格的绿氢门槛，碳税与碳交易价格也深刻影响氢能产业格局。2023 年 2 月，欧洲 CBAM 碳关税范围扩展至氢气，拟对灰氢、蓝氢收取关税，而绿氢将免于碳关税，加速推动绿氢产业。

3. 日本

日本采取“进口+能源安全”的氢能发展模式，预计在 2030 年前达成氢能产量 30 万吨/年、制氢成本 3 美元/kg、加氢站 900 座、燃料电池汽车保有量 80 万辆，目前在 PEMFC、SOFC 等领域技术领先。

2.2 全球氢能产业市场规模

从全球角度来看，随着全球低碳转型进程的加快，氢能特别是清洁氢能将得到迅速发展。目前全球氢能市场的总规模约为 1250 亿美元，到 2030 年将在此基础上翻一番，到 2050 年达到万亿美元市场规模。随着可再生能源制氢技术的突破和成本的降低，氢能在全全球能源市场中的占比也将进一步提升。



图表 4：全球历年氢气产量（来源：IEA，M2 觅途咨询研究与分析）

氢气产量稳步提升，中国增速领跑世界。根据 IEA 统计，2022 年全球氢气总产量达到 9813 万吨/+3%，全球氢能市场规模达到 1250 亿美元。2022 年中国氢气产量 3781 万吨/+13.1%，保持稳健增长，增速领先全球。

2.3 全球氢能产业政策分析

全球氢能产业加速发展，多因素共同促进产业提速。全球主要发达国家高度重视氢能产业发展，关键技术趋于成熟，基础设施建设加速，产业规模逐步提升，区域性供应网络逐渐形成。在能源安全、气候变化、技术进步三重因素共同作用下，世界各国纷纷加快推进氢能产业发展，将氢能作为应对气候变化和加快能源转型的重要举措。全球已有 30 多个国家推出氢战略、制定了氢能发展路线图，超过世界经济总量的 60%，其中美国、日本、韩国和欧盟等发达经济体在氢能技术创新、市场推广和国际合作方面领先于其他国家。各国资源结构、能源规划、发展战略各有不同，大体形成以欧盟、日韩、澳加、美国为代表的四类典型氢能发展模式。

2.3.1 美国氢能政策

提升氢能水平，加快绿氢发展与降本。1990 年起，美国采取了从政策评估到方案制定、从技术研发到示范推广的一体化思路，推动氢能的生 产、流通、应用和创新。2020 年发布了《氢能计划发展规划》，提出未来十年及更长时期氢能研究、开发和示范的总体战略框架；2022 年 8 月美国参议院通过《降低通货膨胀法案》，将在 10 年内对低碳氢提供最多 3 美元/公斤的税收抵免；2023 年

6 月美国发布《国家清洁氢战略与路线图》，规划到 2030/2040/2050 年分别生产 1000/2000/5000 万吨清洁氢能源，并提出了短期、中期、长期氢能发展目标，计划到 2026 年电解水制氢成本降至 2 美元/kg，2031 年降至 1 美元/kg。

2.3.2 欧洲氢能政策

氢能多元化发展，构建协作伙伴关系。2019 年第二代欧盟燃料电池和氢能联合组织发布了《欧洲氢能路线图》，为大规模部署氢能和燃料电池指明方向；2020 年欧盟发布《欧洲氢能战略》，规划 2025-2030 年安装不少于 40GW 可再生氢能电解槽，生产 1000 万吨可再生氢能，并通过碳关税支持氢能发展；同年发布《气候中性的欧洲氢能战略》政策文件，并宣布建立欧盟氢能产业联盟，目前已有 15 个欧盟国家将氢能纳入其经济复苏计划；2022 年欧盟委员会推出 Repower EU 计划，提升氢能产能目标，同时公布欧洲能源供应调整计划，目标到 2030 年在欧盟生产 1000 万吨可再生氢，并进口 1000 万吨可再生氢，可再生氢产能达到 2000 万吨。

2.3.3 日本氢能政策

打造氢能产业链，发展海上运输链。2017 年日本发布《基本氢能战略》，旨在构建全球“氢能社会”，成为全球首个制定国家层面氢能发展战略的国家。2018 年日本丰田汽车、日产汽车等 11 家公司联合成立了 JHyM，目标在 2023 年度之前建设 80 个加氢站；2019 年日本政府发布《氢能利用进度表》，提出氢能应用、氢能供应和全球化氢能社会的具体目标和措施。受限于自然资源与土地资源，日本制氢成本较高，搭建全球供应链主要依靠海上运氢，打造液化氢+甲基环己烷运输链。

2.3.4 韩国氢能政策

构建“清洁氢”为主的生态圈。2018 年韩国发布《创新发展战略投资计划》，将氢能产业列为三大战略投资方向之一；2019 年韩国发布《氢经济发展路线图》，提出到 2030 年实现清洁氢能产量提高到 100 万吨，将氢燃料电池汽车增加到 62 万辆等目标；2021 年发布《氢能经济实施方案》，从生产、流通、应用、管理四个方面制定了推进细则，提出构建“清洁氢”为主的生态圈；2022 年韩国政府公布氢经济发展战略，计划到 2030 年普及 3 万辆氢能商用车。

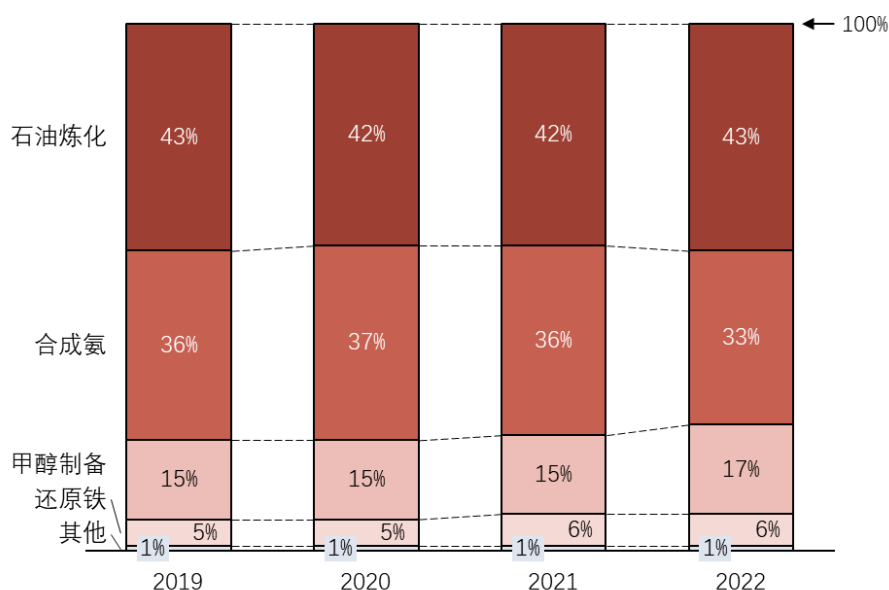
2.3.5 澳大利亚氢能政策

打造全球氢能供应大国，发展国际氢能伙伴关系。2019 年澳大利亚发布《澳大利亚氢能战略》，计划创建氢能枢纽与大规模氢气需求的集群并生产全球 1/3 的清洁氢气，氢能项目规模到 2025 年/2030 年分别达到 300 MW/1000 MW。同时，澳大利亚政府积极与新加坡、德国、日本、韩国及英国发展国际氢能伙伴关系。

2.4 全球下游终端需求市场发展现状分析

2.4.1 全球工业氢能发展现状分析

氢能在工业领域的应用非常广泛。2022 年，全球工业用氢占总用氢比重达 99%。全球氢能约 43% 用于石油炼化，约 33% 用于合成氨生产，约 17% 用于甲醇，6% 用于还原铁。目前绝大部分工业用氢均通过化石燃料制备，因此 2022 年仅工业用氢的制备便造成了高达 68000 万吨的碳排放。碳捕集在工业领域是一种常见的做法，可以通过碳捕集生产蓝氢，但捕获的 CO₂ 中的大部分用于其它工业应用 (如尿素生产) 并最终被释放，只有少数项目将 CO₂ 储存在地下。倘若维持当前排放水平，则全球气候目标将难以达成，工业用氢势必将由灰氢向绿氢转变。



图表 5：全球各场景用氢量（来源：IEA，M2 觅途咨询研究与分析）

2.4.2 全球交通氢能发展现状分析

与 2021 年相比, 2022 年交通氢能使用量增加了 45% 左右, 尽管起点相对较低。燃料电池电动汽车 (FCEV) 在汽车销售方面, 在轿车和公共汽车领域看到了最早的成功, 但随着重型燃料电池卡车销售的增加, 其在总消费量中的份额正在迅速增加。中国对重型汽车的关注, 以及在部署燃料电池卡车方面发挥的巨大作用, 意味着尽管所有燃料电池车中只有 20% 在中国, 但它们消耗的氢超过道路运输所用氢的一半。

截至 2023 年 6 月, 全球约有 1100 个加氢站 (HRS) 19 在运行, 另有数百个加氢站计划。在现有的加氢站中, 300+ 个在中国, 欧洲约有 250 个, 韩国和日本约有 180 个。在美国, HRS 的库存自 2019 年以来仅增长了 10%。由于 FCEV 车队以更高的速度增长, FCEV 与 HRS 的比例在这段时间内稳步增长, 到 2023 年 6 月, 每个站点几乎达到 240 辆。自 2019 年以来, 韩国每个加氢站的 FCEV 比例一直保持在 140 至 200 辆之间。其他主要市场 (如中国、日本和欧洲) 的 FCEV 每小时不到 50 辆。

2.4.3 全球建筑氢能发展现状分析

纵观全球, 氢能对满足建筑行业能源需求的贡献可以忽略不计, 2022 年没有重大发展。作为实现全球气候目标的重要组成部分, 有必要将建筑物中化石燃料的使用转向低碳替代品, 但通过热泵电气化、区域供热和分布式可再生能源等选项相较于氢能都更加成熟。建筑行业使用氢气脱碳可以忽略不计, 到 2030 年氢气使用量将略高于 100 万吨, 占该行业总能源需求的 0.14%。根据目前的政策, 到 2030 年, 全球建筑物的氢使用量仅为 3 万吨。

由于氢转换、运输和使用相关的能量损失, 氢能用于建筑物比其他可用选项的效率低得多, 并且它们需要新的或改变用途的基础设施和设备。例如, 电动热泵与电解氢锅炉相比, 提供相同的热量所需的电力要少五到六倍。

2022 年全球在部署可能使用氢气的建筑技术方面进展甚微。目前, 建筑行业的燃料电池在过去几年经历了少量市场增长, 大部分安装在欧洲、日本、韩国和美国, 主要使用化石燃料。在日本, 由于 ENE-FARM 项目, 到 2022 年底, 部署

的燃料电池微型热电联产(CHP)单元的存量超过了 45 万台。在各种系统尺寸的固定式燃料电池中,在 2022 年,美国的装机容量约为 600MW,日本约 315MW,欧洲约 230MW,韩国大约 20MW。

2.4.4 全球氢能发电发展现状分析

氢作为燃料来发电的情况在各个国家的电力部门中极为罕见,全球发电组合中的份额仅占不到 0.2%(而且主要不是来自纯氢,而是来自钢铁生产,炼油厂或石化厂的含氢混合气体)。

使用燃氢发电的技术今天已经商业化,一些燃料电池、内燃机(ICE)和燃气涡轮机的设计能够在富氢气体甚至纯氢上运行。以氨的形式使用氢气可能是发电的另一种选择。在日本和中国的燃煤电厂中,氨共烧已经成功地进行了试验验证。氨也可以成为燃气轮机的燃料。2022 年,日本在 2MW 燃气轮机中成功地展示了 100%氨的直接使用目前正在努力开发用于纯氨的 40MW 燃气轮机。

虽然使用氢气和氨可以减少发电过程中的二氧化碳排放量,但氮氧化物(NO_x)的排放是一个问题。现代燃气轮机今天使用干式低 NO_x 技术来管理 NO_x 排放,根据燃烧器设计和实施的燃烧策略,允许氨共烧份额为 30-60%(按体积计算)。研发活动进行中,已开发干式低 NO_x 燃气轮机,可以处理全氢混合范围高达 100%。对于氨排放的氮氧化物,燃煤发电厂已有选择性催化还原等烟道气处理技术。氨燃烧也会导致一氧化二氮(N_2O)排放,这是一种强烈的温室气体,但在日本的 2MW 示范项目中,与使用天然气的燃气轮机相比,燃烧氨的燃气轮机的总体温室气体排放(CO_2 和 N_2O 的总和)可以减少 99%。

第三章 中国氢能产业发展现状

3.1 中国氢能产业发展背景

3.1.1 市场定义

氢能是一种来源丰富、绿色低碳、应用广泛的二次能源,能帮助可再生能源大规模消纳,实现电网大规模调峰和跨季节、跨地域储能,加速推进工业、建筑、交通等领域的低碳化。我国具有良好的制氢基础与大规模的应用市场,发展氢能

优势显著，加快氢能产业发展是助力我国实现碳达峰碳中和目标的重要路径。氢能的开发与利用正在引发一场深刻的能源革命，氢能成为破解能源危机，构建清洁低碳、安全高效现代能源体系的新密码。

3.1.2 市场发展历程

我国氢能产业和发达国家相比仍处于发展初级阶段。近年来，我国对氢能行业的重视不断提高。2019年3月，氢能首次被写入《政府工作报告》，在公共领域加快充电、加氢等设施建设；2020年4月，《中华人民共和国能源法（征求意见稿）》拟将氢能列入能源范畴；2020年9月，财政部、工业和信息化部等五部门联合开展燃料电池汽车示范应用，对符合条件的城市群开展燃料电池汽车关键核心技术产业化攻关和示范应用给予奖励；2021年10月，中共中央、国务院印发《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》，统筹推进氢能“制—储—输—用”全链条发展；2022年3月，国家发展和改革委员会发布《氢能产业发展中长期规划（2021—2035年）》，氢能被确定为未来国家能源体系的重要组成部分和用能终端实现绿色低碳转型的重要载体，氢能产业被确定为战略性新兴产业和未来产业重点发展方向。

3.1.3 中国氢能产业政策分析

1. 国内利好政策频出，氢能发展路径预期更为清晰

“十四五”规划政策覆盖氢能全产业链，从氢能整体规划出发，向工业领域、交通领域、储能领域等拓展延伸、引导氢能产业发展。这些年来，国家政策持续加大氢能产业发展力度。2011年中国相关政策就已涉及制氢、储氢等配套设施的发展；2014年提出对新建加氢站给予奖励；2019年首次在政府工作报告中提出“推动充电、加氢等设施建设”。根据《氢能产业发展中长期规划（2021-2035年）》，我国计划到2025年部署建设一批加氢站，可再生能源制氢量达到10-20万吨/年；到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；到2035年形成氢能多元应用生态，可再生能源制氢在终端能源消费中的比例明显提升。

2. 各地方政府出台发布氢能发展规划目标，推动行业增长

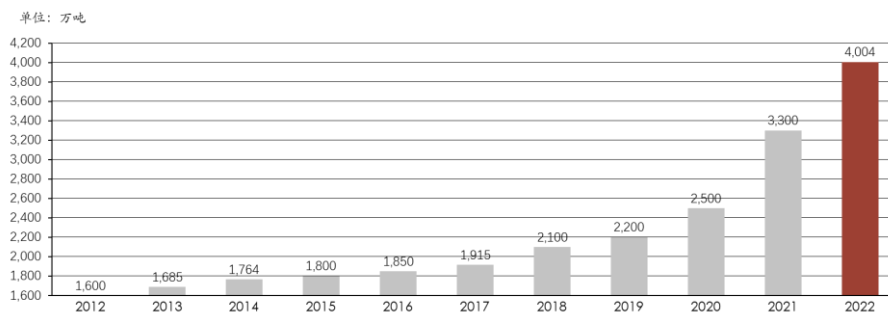
在国家政策推动下，各地陆续出台规划支持氢能产业发展。2018年以来地

方政府针对氢能源基础设施建设的扶持政策接踵而至，2019-2023 年将氢能写入政府工作报告的省市及自治区数量由 9 个提高到了 19 个，氢能发展步入快车道。

五大示范城市群推广应用，氢燃料电池汽车探索进行时。截至 2022 年，我国已经批准包括京津冀城市群、上海城市群、广东城市群、河南城市群和河北城市群在内的五大示范城市群，这些地区具有氢燃料电池产业链发展基础，通过政策支持，有望带动氢燃料电池汽车快速商业化。多省份氢能项目加速布局落地。据统计，2023 年，氢能产业项目涉及 9 省 35 个项目，总投资超 650 亿元，覆盖整个产业链，尤其以制氢、产业园和燃料电池相关产业为主。各地区立足于自身区位优势，因地制宜发展氢能，加快推动氢能的商业化发展。

3.2 中国市场规模

自 2020 年“双碳”目标提出后，我国氢能产业热度攀升，发展进入快车道。2022 年中国年制氢产量约 4004 万吨，成为目前世界上最大的制氢国。中国氢能产业联盟预计到 2030 年碳达峰期间，我国氢气的年需求量将达到约 4,000 万吨，在终端能源消费中占比约为 5%，其中可再生氢供给可达约 770 万吨。到 2060 年碳中和的情境下，氢气的年需求量有望增至 1.3 亿吨左右，在终端能源消费中的占比约为 20%，其中 70%为可再生能源制氢。



图表 6: 中国历年氢能产量 (来源: 中国煤炭工业协会, 中国氢能联盟, M2 觅途咨询研究与分析)

根据中国氢能联盟资料，预计到 2050 年，中国氢能产业产值规模有望达到 12 万亿元，将成为引领经济发展的新增长极。

3.3 国内氢能产业政策解读

国内氢能产业呈现积极发展态势，国内企业已初步掌握氢能制备、储运、加氢、燃料电池和系统集成等主要技术和生产工艺，党的十八大以来，国家将生态文明建设和绿色发展放在了前所未有的高度，国家对氢能产业的支持力度不断加大。以氢燃料电池汽车示范应用为牵引，将氢能列入国家能源发展战略的组成部分，鼓励氢能开发利用技术的研究与示范，产业发展已形成良好氛围，全产业链规模以上工业企业超过 300 家，集中分布在长三角、粤港澳大湾区、京津冀等区域。2022 年，全国加氢站 310 座，氢燃料电池汽车保有量 12682 辆。

颁布主体	颁布时间	政策名称	核心内容
国家标准委、国家发改委、工信部、生态环境部、应急管理部、国家能源局六部门	2023.8.8	《氢能产业标准体系建设指南（2023 版）》	构建了氢能制、储、输、用全产业链标准体系，涵盖基础与安全、氢制备、氢储存和输运、氢加注、氢能应用五个子体系，按照技术、设备、系统、安全、检测等进一步分解，形成了 20 个二级子体系、69 个三级子体系。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。重点加快制修订氢品质检测、氢安全、可再生能源水电解制氢、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、加氢站、加注协议、燃料电池、燃料电池汽车等方面的标准，打通氢能产业链上下游关键环节。鼓励产学研用各方参与标准制定，支持有条件的社会团体制订发布团体标准，增加标准有效供给。同时，深度参与 ISO、IEC 国际

			标准化工作，积极提出氢能领域国际标准提案，逐步提高我国氢能国际标准化影响力。
国家发改委、能源局等9部门	2022.6	《“十四五”可再生能源发展规划》	推动光伏治沙、可再生能源制氢和多功能互补发展，推动可再生能源规模化制氢利用。
国家能源局	2022.3.29	《2022年能源工作指导意见》	因地制宜开展可再生能源制氢示范，探索氢能技术发展路线和商业化应用路径，加快新型储能、氢能等低碳零碳负碳重大关键技术研究，围绕新型电力系统、新型储能、氢能和燃料电池等重点领域。增设若干创新平台
国家发改委 国家能源局	2022.3.23	《氢能产业发展中长期规划（2021-2035年）》	明确氢能产业是战略性新兴产业和未来产业重点发展方向，统筹推进制氢设施、储运体系、加氢网络等基础设施建设，有序推进氢能在交通领域的示范应用，拓展在储能、分布式发电、工业等领域的应用，加快探索形成有效的氢能产业发展的商业化路径
国家发改委、国家能源局	2022.3.22	《“十四五”现代能源体系规划》	新能源技术水平持续提升，安全高效储能、氢能技术创新能力显著提高，减污降碳技术加快推广应用。
国家发改委 国家能源局	2022.3.21	《“十四五”新型	拓展氢（氨）储能、热（冷）储能等应用领域，开展依托可再生能源制氢

		储能发展 实施方案》	(氨)的氢(氨)储能、利用废弃矿坑 储能等试点示范,因地制宜促进多种 形式储能发展,支撑综合智慧能源系 统建设
国家发改委 国家能源局	2022.2.10	《关于完 善能源绿 色低碳转 型体制机 制和政策 措施的意 见》	推进氢能等清洁能源交通工具,完善 加氢站点布局及服务设施。探索输气 管道掺氢输送、纯氢管道输送、液氢运 输等高效输氢方式。
国家能源局	2021.11.29	《“十四 五”能源 领域科技 创新规 划》	突破氢气制储运加、燃料电池设备及 系统集成、氢安全防控及氢气品质保 障等方面的关键技术,开展氢能和燃 料电池技术研究

图表 7: 2021-2023 年氢能产业政策表 (来源: 政府部门官网, 公开资料收集, M2 觅途咨询研究与分析)

2022 年 3 月, 国家发改委、能源局联合印发了《氢能产业发展中长期规划(2021-2035 年)》(以下简称《规划》), 明确了氢的能源属性, 是未来国家能源体系的组成部分, 充分发挥氢能清洁低碳特点, 推动交通、工业等用能终端和高耗能、高排放行业绿色低碳转型。同时, 明确氢能是战略性新兴产业的重点方向, 是构建绿色低碳产业体系、打造产业转型升级的新增长点。

2022Q3-2023Q2, 国内氢能利好政策多点开花, 我国密集出台氢能源相关政策, 主要内容涉及“制-储-运-用”产业链的各个环节, 包括产业规模、企业培养、政策补贴、储氢站建设、燃料电池车投放等方面的具体规划。

为贯彻落实国家关于发展氢能产业的决策部署，充分发挥标准对氢能产业发展的规范和引领作用，2023年8月8日，国家标准委与国家发展改革委、工业和信息化部、生态环境部、应急管理部、国家能源局等部门联合印发《氢能产业标准体系建设指南（2023版）》（以下简称《指南》）。这是国家层面首个氢能全产业链标准体系建设指南。

另外，政策发布主体逐渐向相关部委以及部分省、自治区、直辖市、地级市以及区县（旗）等转变。2022Q3-2023Q2，我国中央和地方颁布产业规划文件159项，行动计划文件8项，绿色低碳相关文件38项。

标题	时间	地区	主要内容
六安市能源发展“十四五”规划	2022.10.12	六安市	<ol style="list-style-type: none"> 1. 推动氢能产业链条发展，探索培育“氢燃料电池电堆及辅助系统生产+氢能源动力系统集成+供氢设备生产+加氢等综合能源站建设+加氢运营服务”为一体的氢能产业链。 2. 创新支撑体系，加快推进以市场为导向、企业为主体、产学研相结合的氢能和燃料电池产业创新载体建设。 3. 支持明天氢能等企业以燃料电池电堆、系统和关键零部件的研发及产业化为重心，致力于打造全国知名的燃料电池自主创新高地、高端制造基地和多元应用试验区，形成完整的创新链条和高效的创新生态。 4. 以氢能在电网领域应用技术示范项目为基础，开展氢能综合利用技术研发，促进氢能与电能互补协同，构筑氢能综合应用体系，探索形成完备的氢能多元应用生态。

			5. 分步构建完善的氢气储运网络。围绕氢能产业布局、氢源保障及终端推广应用统筹推动加氢基础设施布局。
“十四五” 能源领域 科技创新 规划	2022. 10.25	全国	<p>1. 攻克高效氢气制备、储运、加注和燃料电池关键技术，推动氢能与可再生能源融合发展。</p> <p>2. 突破适用于可再生能源电解水制氢的质子交换膜（PEM）和低电耗、长寿命高温固体氧化物（SOEC）电解制氢关键技术，开展太阳能光解水制氢、热化学循环分解水制氢、低热位含碳原料制氢、超临界水热化学还原制氢等新型制氢技术基础研究。</p> <p>3. 突破 50MPa 气态运输用氢气瓶研究氢气长距离管输技术：开展安全、低能耗的低温液氢储运，高密度、轻质固态氢储运，长寿命、高效率的有机液体储运氢等技术研究。</p> <p>4. 开展纯氢/掺氢天然气管道及输送关键设备安全可靠、经济性、适应性和完整性评价，开展天然气管道掺氢示范应用研发大规模氢液化、氢储存示范装置。</p>
东莞市新 能源产业 发展行动 计划 (2022— 2025 年)	2022. 12.14	东莞 市	到 2025 年，引进培育一批氢气循环系统、空气压缩机、电堆、双极板、膜电极、催化剂、碳纸、质子交换膜等八大关键零部件企业，推动关键核心技术突破，盘活利用商用车资源，营造有利于燃料电池汽车产业发展的综合环境，实现推广应用燃料电池汽车 900 辆，建成加氢站 20 座，车用氢气终端售价降到 30 元/公斤以下，燃料电池汽车应用示范推广取得积极成效。

<p>濮阳市氢能产业发展规划 (2022—2025年)</p>	<p>2022.12.14</p>	<p>濮阳市</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.到 2025 年，濮阳氢能产业协同生态圈建设取得显著成效，产业链关键技术取得突破性进展，氢能可在交通、环卫等领域的示范应用普及成熟，初步形成氢能制备、装备制造、储存输送、技术研发、示范应用全产业链条，产业规模突破 200 亿元。 2. 初步建立以工业副产氢和“绿氢”为主的氢能供应体系，产能 5 万吨/年（不含化石原料制氢），建成加氢站 15 座，氢气终端售价降至 30 元/公斤以下，濮阳氢能在“郑汴洛濮氢走廊”及周边城市的市场占有率达 50%以上。 3. 建成氢能标准研究、检测试验和安全运营等公共服务平台，创建国家级、省级创新平台 4 家以上。 4. 河南（濮阳）氢能装备产业园建设成效显著，集聚 15 家以上氢能产业链相关企业，氢燃料电池发动机产能达到 20000 台/年以上，氢燃料电池车辆产能达到 3000 辆/年。 5. 推广示范各类氢燃料电池汽车 1000 辆以上、两轮车 2000 辆以上，建成各类应用示范场景 100 个以上。
<p>中国（上海）自由贸易试验区临港新片区交通领域低碳发展行动方案</p>	<p>2022.12.15</p>	<p>上海临港</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 鼓励长途运输车辆使用氢燃料、LNG 等清洁能源，同时鼓励并支持车电分离、电池租赁和换电等商业模式发展，积极探索氢燃料电池的多场景、多领域商业性示范应用。 2. 依托绿色港口项目建设，努力实现港作机械和内场车辆清洁化，鼓励条件成熟的应用场景优先使用氢能源。

			<p>3. 谋划氢燃料供应链体系布局。加强储氢、制氢、加氢关键装备的自主研发能力，发展绿色制氢产业，布局光伏、风电等可再生能源制氢。发展氢能电池整车制造产业，打造氢能源汽车产业链。推进加氢站、充电站等新型基础设施网络建设和共享。</p> <p>4. 积极创建近零碳交通示范项目。打造新片区十大近零碳交通示范项目，以点带面促进全行业节能降碳。</p>
福建省氢能产业发展行动计划（2022—2025年）	2022.12.21	福建省	<p>到 2025 年，全省燃料电池汽车（含重卡、中轻型物流、客车）应用规模达到 4000 辆，覆盖全省主要氢能示范城市的基础设施配套体系初步建立，力争建成 40 座以上各种类型加氢站。</p>
山东省建设绿色低碳高质量发展先行区三年行动计划（2023-2025年）	2023.1.3	山东省	<p>1. 打造集风能开发、氢能利用、海水淡化及海洋牧场建设等的海上“能源岛”，建设烟台丁字湾双碳智谷。</p> <p>2. 积极发展绿色低碳产业。实施“氢进万家”科技示范工程，营造制储输用全链条发展的创新应用生态，创建国家氢能高新技术产业化基地。</p> <p>3. 做强氢能及储能、量子科技、空天信息、磁悬浮等示范园区。</p> <p>4. 支持青岛港扩大氢能利用、日照港建设大宗干散货智慧绿色示范港口。</p> <p>5. 探索开展风光发电制取绿氢试点。</p>

甘肃省关于氢能产业发展的指导意见	2023.1.3	甘肃省	到 2025 年，建成可再生能源制氢能力达到 20 万吨/年左右的制氢、储氢基地，开展短距离气态配送体系、长距离液氢输送和管道输氢综合互补的输氢网络体系建设。支持在高速公路服务区内布局建设“分布式光伏+制氢、储氢、加氢”一体化示范应用。培育“风光发电+氢储能”一体化应用模式，探索氢储能与波动性可再生能源发电协同运行的商业化运营模式，对比研究氢储能与电池储能、熔盐储能等其他储能方式单独或混合储能的技术特点和经济性。
盘州市氢能产业发展规划（2022—2030 年）	2023.1.5	盘州市	<p>1. 盘州市应将资源优势转化为产业优势，依托盘州市煤炭资源和煤焦化产业，充分利用天能焦化等企业丰富廉价的焦炉煤气副产氢资源，根据盘州市及周边地区氢气需求增长潜力，建设焦炉煤气副产氢提纯工程，扩大制氢能力，做大高品质氢气供给。</p> <p>加快推动 CCUS 技术与氢能的融合</p> <p>2. 以氢能运煤重卡示范项目，带动氢能供给体系、氢能储运加服务体系及氢能产业装备制造业积聚发展。</p> <p>3. 探索氢能资源的高端化、科学化、综合化的利用途径。充分发挥盘州市煤炭、化工、电力等产业优势，做大做精做深氢能产业链条，充分挖掘焦炉煤气副产氢资源潜力，寻找高附加值环节，逐步扩大氢气在固定式发电、热电联供、化工原料等领域的应用新途径，形成氢能利用和产业发展新格局。</p>
江西省氢能产业发展中长期	2023.1.30	江西省	1. 当前到 2025 年，可再生能源制氢量达到 1000 吨/年，成为新增氢能消费和新增可再生能源消纳的重要组成部分。

<p>规划 (2023-2035 年)</p>			<p>2. 氢能应用试点、示范项目有序多元化增加，全省燃料电池车辆保有量约 500 辆，投运一批氢动力船舶，累计建成加氢站 10 座。</p> <p>3. 氢能在钢铁、有色、合成氨等工业领域示范项目扎实开展。燃料电池发动机产能进一步扩大，燃料电池应用场景进一步丰富。</p> <p>4. 全省氢能产业总产值规模突破 300 亿元。</p> <p>5. 依托稀土等矿产资源优势，大力发展储氢新材料产业，实现重点细分领域突破。</p>
<p>西咸新区氢能产业发展三年行动方案(2023-2025 年)</p>	<p>2023.1.30</p>	<p>西咸新区</p>	<p>西咸新区从加快产业落地、推广应用场景、建设特色园区、健全基础配套四个方面制定了 25 条推动氢能产业高质量发展的具体任务，具体包括引进培育燃料电池及关键配套零部件企业、引进培育上游制氢装备企业、推进氢能创新平台建设、发挥氢能运力平台对整车产业链的推动作用、加强产业链主要单位对接合作、建成公交环卫物流等场景示范、改造并新建专业化氢能园区、推动加氢站布局等。值得关注的是西咸新区计划到 2025 年建设不少于 6 个加氢站，加氢量达到 5500kg/天的规模，累计实现 5 个智慧建筑零碳能源示范场景应用。</p>
<p>长沙市氢能产业发展行动方案(2023-2025 年)</p>	<p>2023.1.31</p>	<p>长沙市</p>	<p>围绕构建技术创新和产业化高质量发展体系、推进加氢站和氢源等氢能基础设施网络建设、推进氢能多元化商业化应用和培育氢能发展生态等方面，提出了长沙发展氢能的五大工程 16 项具体措施，即大力推进“氢能创新”工程，强力推进“氢业聚集”工程，稳步推进“氢基成网”工程，加速推进“氢场景”应用工程，积极推进“氢生态”培育工程。</p>

广东省碳达峰实施方案	2023.2.7	广东省	<ol style="list-style-type: none"> 1. 制定氢能、储能、智慧能源等产业发展规划，打造大湾区氢能产业高地。发挥技术研发和产业示范先发优势，加快二氧化碳捕集利用与封存(CCUS)全产业链布局。 2. 探索开展非高炉炼铁、氢能冶炼、二氧化碳捕集利用一体化等低碳冶金技术试点示范。 3. 推进沿海石化产业带集群建设，加快推动减油增化，积极发展绿氢化工产业。 4. 有序发展氢燃料电池汽车，稳步推动电力、氢燃料车辆对燃油商用、专用等车辆的替代。 5. 强化核能、可再生能源、氢能、储能、新型电力系统等新能源技术创新。
深圳市促进绿色低碳产业高质量发展的若干措施	2023.2.7	深圳市	<ol style="list-style-type: none"> 1. 支持氢能示范应用。鼓励重载及长途交通运输、分布式发电及综合能源等领域氢能示范项目建设，按总投资给予一定比例财政资金支持。对符合条件的制氢加氢一体站，电解水制氢用电价格执行蓄冷电价政策。鼓励开展天然气掺氢发电、城镇燃气管网掺氢等领域的研究和技术应用。 2. 鼓励围绕海水制氢、氢气管道输运等技术，开展基础研究和前沿技术布局。鼓励海上风电就地制氢、海上氢气储运等关键技术研发。支持电解水制氢、光催化制氢、生物质制氢等关键技术研发。鼓励发展高效安全氢气储运技术，鼓励膜电极、电堆、系统集成和氢能利用等技术研发。
南京市加快发展储能与氢能	2023.2.14	南京市	覆盖“制、储、运、加、用”全产业链，重点培育专业赛道的头部企业，聚焦燃料电池动力系统、可再生能源制储氢系统和燃料电池整车系统等领域，

产业行动计划 (2023-2025 年)			实施精准招商，重点培育，积极引入优质链主类企业，全力支持重点培育一批具有国际知名度的生态引领型头部企业，打造一批储能、氢能领域专精特新“小巨人”企业。
东营市氢能产业发展规划 (2022—2025 年)	2023.3.28	东营市	<p>1. 氢能制备供给结构优化，合理控制灰氢增长规模，优先发展可再生能源制氢，初步构建“灰氢提纯利用+绿氢制取”氢能供应体系，氢能外供能力达到 12 万吨/年，其中灰氢提纯 7 万吨/年、绿氢制取 5 万吨/年，实现二氧化碳减排约 50 万吨/年。培育 30 家以上氢能相关企业，力争氢能产值达到 100 亿元。</p> <p>2. 培育 5 家绿氢技术研发机构，扶持一批氢能技术与装备核心攻关项目，突破大规模电解水制氢技术、装备和工艺，突破储运、加装等重点应用技术和装备，形成氢能产业核心制造能力。</p> <p>3. 初步建立以可再生能源制氢、就近利用为主的氢能供应和消纳体系，打造 1 个氢能，应用园区示范、3 个炼化绿氢替代示范、1 个有色金属冶炼绿氢替代示范、3 个“风光电+氢储能”一体化示范，建成加氢站数量、推广应用氢燃料电池汽车数量达到省定目标。</p>

图表 8: 2022Q3-2023Q2 具体氢能政策 (来源: 政府官网, M2 觅途咨询研究与分析)

大部分政策规划目标围绕“十四五”期间我国“双碳”发展要求，从氢能产业规模、加氢站建设数量、氢燃料电池投放数量、引进或培育头部企业数量等方面提出了具体要求。在规划节点方面，部分省市（例如江西省、贵州省盘州市）提出了多阶段规划的方案，以 2023 年、2025 年、2030 年及 2035 年作为节点提出近期、中期、中长期及远期氢能产业链建设目标。从具体内容来看，大部分省市的规划重点主要为整体氢能产业的规模、氢能储运以及运用环节。

总结而言，从中央到地方政策框架已搭建完成，内容不断完善，2023 年应关注各地方政策实际落地效果以及数量目标的实现进度，若各地方政策落实有效，各层面产业政策叠加共振，产业扩张速度有可能超预期。

3.4 中国发展氢能的必要性分析

3.4.1 供给侧：能源安全

国内石油、天然气大量依赖进口，国家能源安全受到挑战。国内丰富的氢能供给可以突破“能源不可能三角”的“安全”之角，同时助力国内氢能产业大步向前发展。

1. 国内强大的氢气产能基础

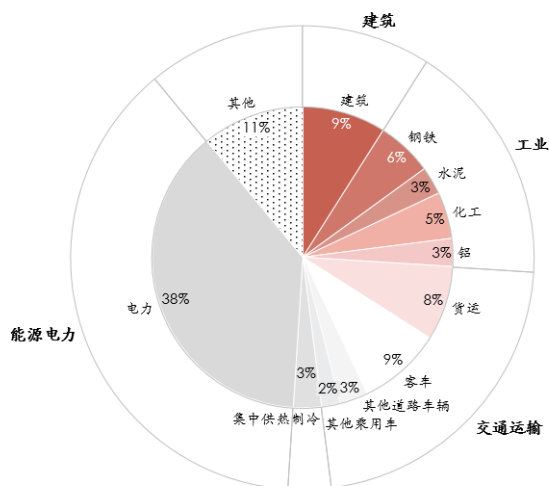
氢气可以通过电解水的方式快速制取，而电和水这两种物质都较为丰富易获取，同时中国目前是世界上最大的产氢国，年产量达 3300 万吨，占全球需求的三分之一。中国强大的氢气供应能力使得国内氢能发展前景十分广阔。

2. 政策支持释放氢能供给潜力

国家发展战略与政策导向也为氢能产业提供了强力的政策支持和市场机遇。上至国家、下至省市，不断出台的氢能战略规划文件为氢能行业保驾护航，国内氢能产能持续放量。

3.4.2 需求侧：环境保护

全球对可持续、零排放的新型能源解决方案呼声愈隆，终端对氢能的需求主要聚焦氢交通、氢化工、氢储能三大场景。



图表 9：各行业碳排放占比（来源：清华大学，M2 觅途咨询研究与分析）

1. 氢交通需求为先导，氢化工需求量最大

氢能在交通领域直接作为能源使用，是零碳交通的重要组成部分和关键技术路径之一。随着技术持续突破与商业化模式的成熟，氢交通在短中期将发挥氢能产业发展的“先导性应用”，促进“从制氢到用氢”全产业链的商业化落地和持续发展。

2. 氢化工是当前最主要的绿氢消纳场景

随着氢能产业链的成熟和成本的持续下降，工业领域将通过“绿氢替代灰氢”，推动全球工业逐步实现低碳转型。

工业、航运脱碳趋势不可逆转，海外绿醇、绿氨办理绿证成为刚需，业内人士表示持有绿证可实现售价翻倍。另外欧盟碳税等举措以及各领域的减碳刚需使得高热值、零排放的氢能需求量攀升。

3. 氢储能需求最具潜力

氢储能是氢最具前景的应用领域。通过发挥氢的长时储能特性，可以赋能可再生能源的应用，提升可再生能源在全球能源结构中的份额。可再生能源存在间歇性与波动性，这种天然的不确定性也给能源系统的安全稳定运行带来巨大冲击，而氢能具有宜大规模、长期存储以及可再生的能源特性，电氢耦合、“氢-电”灵活转化使氢能能够满足多种场景下激增的储能需求。

	氢储	抽蓄	电储
与 传统 储能 互补	时长 ● 跨季节	● 跨周	● 跨日
	选址 ● 灵活	● 受限	● 灵活
	容量 ● 大	● 库容限制	● 较小
	成本 ● 高	● 低	● 低
	成熟度 ● 低	● 高	● 较高

图表 10：氢储能与抽蓄、电储指标对比（来源：M2 觅途咨询研究与分析）

3.4.3 氢能价值总结

1. 能源转型

氢能被视为一种清洁、可再生的能源形式，具有低碳排放和高能效的特点。中国发展氢能可以推动能源结构的转型，减少对传统化石能源的依赖，实现能源的清洁、可持续发展。

2. 环境保护

氢能的使用过程中几乎不产生污染物，只产生水蒸气。相比传统能源的燃烧过程，中国发展氢能可以减少大气污染物的排放，改善空气质量，保护环境。

3. 能源安全

中国依赖进口能源的程度较高，发展氢能可以降低对进口能源的依赖，提升能源安全性和自主可控能力。

4. 经济转型

氢能产业的发展将促进相关产业链的发展，创造就业机会，推动经济增长和转型升级。

5. 全球合作

氢能是全球绿色能源转型的重要方向，中国积极发展氢能将有助于推动国际合作，加强全球能源治理，共同应对气候变化挑战。

第四章 中国氢能产业链梳理

4.1 产业链结构概览

氢能作为二次能源，必须从一次能源转换得到，再运输至用能终端，转化为电力、热能或机械动力。因此，氢能主产业链可概括为“氢能制取、氢能储运、氢能加注、氢能能力转换、氢能使用”等环节。其中，上游制氢、中游储运氢和加注、下游多元化应用场景，主要分布于交通、工业、发电以及建筑领域。目前工业和交通领域，建筑、发电等领域仍然处于探索阶段。

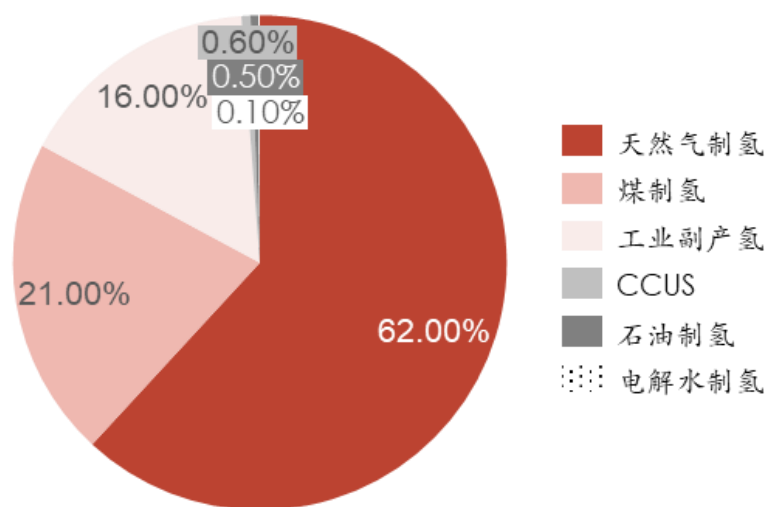


图表 11：氢能产业链图谱（来源：公开资料整理，M2 觅途咨询研究与分析）

4.2 上游制氢原材料市场发展现状分析

中国是世界上最大的制氢国，2022 年我国氢气产能约为 4100 万吨/年，产量为 3781 万吨/年。预测在 2030 年碳达峰愿景下，我国氢气的产量预期将超过 5000 万吨/年。目前我国氢制取几乎都来自化石能源制氢和工业副产氢，这两种制氢路径技术成熟、产量大，同时产能分布广、成本低，但是大多属于碳基能源制取的灰氢，其碳排放比较高。

从制氢结构来看，据 IEA 统计，2022 年全球氢气生产规模中，有 62% 来自于天然气制氢、21% 来自于煤制氢、16% 来自于工业副产氢、0.6% 来自于石油制氢、0.5% 来自于石油制氢，全球电解质制氢占比仅有 0.1%。



图表 12: 2022 年全球制氢来源结构占比 (来源: IEA, M2 觅途咨询研究与分析)

我国制氢以化石原料和工业副产氢为主，电解水制氢规模小，可再生能源制氢将成主导。据中国煤炭工业协会数据，我国煤制氢占比为 62%、工业副产氢占比为 19%、天然气制氢占比为 18.1%，全国绿氢占比仅是通过电解水制氢法生产的 0.9%。

因此，目前我国氢气生产过程仍会排放出大量二氧化碳等温室气体，不利于环境保护和碳中和目标的实现，行业正加快发展水电解制氢、生物质制氢、太阳能制氢和核能制氢等非化石能源制氢技术，推动产业绿色低碳转型。

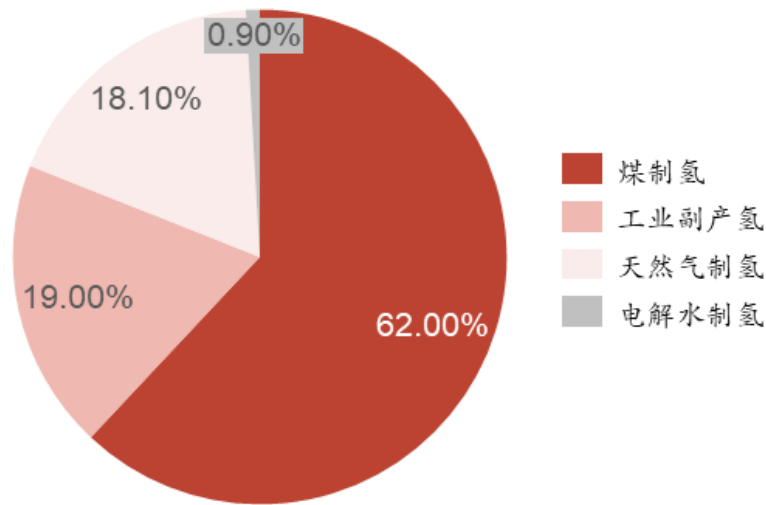


图 13: 2022 中国制氢来源结构占比 (来源: IEA, M2 觅途咨询研究与分析)

从制氢市场规模来看,中国已成为全球最大的制氢国,总规模保持快速增长。2022 年中国制氢产值规模达到 4833 亿元,随着国家对制氢产业的不断支持及投入,预计到 2026 年我国制氢产值规模将达到 7825 亿元。依托化石能源资源优势,西北和华北地区是制氢生产主要区域。其中,内蒙和山东产量超过 400 万吨,达到最大;新疆、陕西和山西产量超过 300 万吨,而长三角、珠三角制氢产量较少。

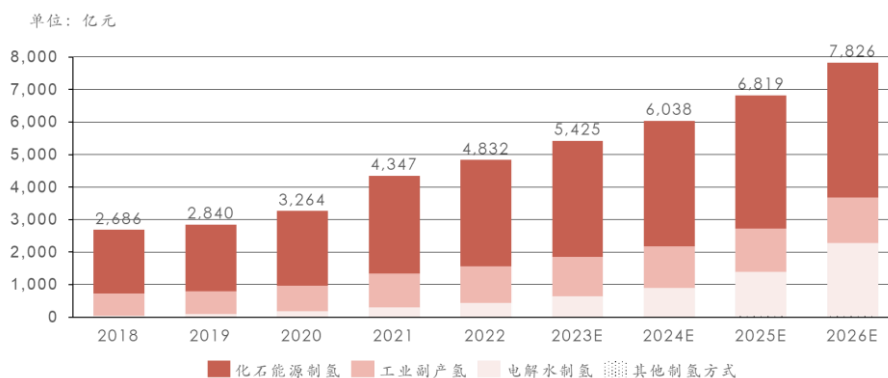


图 14: 2018-2026 年中国制氢产值规模及预测 (来源: M2 觅途咨询研究与分析)

从市场竞争格局来看,我国制氢规模市场格局分散,国家能源集团和中国石化是国内氢气产量最大的两家企业,合计占比 30%,其他多为中小企业,制氢规模小。企业主要集中在化石能源等灰氢领域,绿色制氢领域企业布局较少,宝丰

能源等绿氢制造企业具有先发优势。宝丰能源是我国首家实现规模化生产绿氢的企业，目前已形成全球最大的3亿标方绿氢/年、1.5亿标方绿氢/年产能，计划将通过以新能源制氢代替化石燃料制氢。

从制氢技术来看，质子交换膜电解槽等核心技术尚未突破，高速率制氢设备还在研发阶段。目前国内电解水制氢路线以碱性电解槽为主，主要是碱性电解槽技术路线成熟，成本具有显著优势。PEM 电解槽由于成本高，商业推广依然需要时间，且技术优势不明显。固体氧化物水电解槽采用水蒸气电解，高温环境下工作，能效最高，但尚处于实验室研发阶段。目前，电催化剂、质子交换膜、膜电极、双极板等核心组件技术国内外差距较大，大量依赖外国进口。

其中，质子交换膜作为 PEM 制氢技术的核心材料被国外企业占据主导，全球市场占有率超过 90%。国内的质子交换膜制造企业面临技术、市场、人才和资金的四大壁垒，目前山东东岳集团已研制出接近杜邦 Nafion 性能的产品，阳光电源与中国科学院大连化学物理研究所合作推出 SEP50PEM 电解槽，功率为 250kW，是目前国内具备量产能力的 PEM 电解槽。

4.2.1 三种制氢工艺并存，电解水为制氢终极路线

根据制取过程的碳排放强度，氢气可以分为灰氢、蓝氢和绿氢。主流制氢工艺包括化石燃料制氢、工业副产制氢和电解水制氢三类。

(1) 化石燃料制氢：化石燃料制氢是目前制氢环节的主流方式，原理是利用化石燃料中的碳氢化合物（如天然气、煤等）作为原料，通过化学反应制备氢气；主要优点是技术成熟、成本较低、工艺可靠，但同时存在环境问题和可持续性问题，如碳排放高、存在污染物排放等。

(2) 工业副产制氢：工业副产制氢是从工业过程中产生的副产物中获取氢气的一种技术，例如炼钢、氯碱生产等工艺中产生的炉底气、尾气等含氢气体；主要优点是资源利用高效、成本低廉，但是获取的氢气量通常有限，难以大规模应用。

(3) 电解水制氢：电解水制氢是指通过电解水的方式将水分解成氢气和氧气。电解过程中，通常在电解池中将两个电极分别放入水中，通过加电使水分子分解

成离子,进而产生氢气和氧气。电解水制氢技术相对于其它制氢技术,具有环保、简单易行、高效、易于控制等诸多优点,成为制氢的重要手段之一。同时,电解制氢也可以与可再生能源(如风能、太阳能)结合使用,以实现绿氢的生产。

制氢方式		制氢成本	优点	缺点	现状
化石燃料制氢 (灰氢)	煤制氢	9.73-13.70 元/kg	<ul style="list-style-type: none"> • 技术成熟,制氢纯度高(>99%) • 制氢效率高(>80%) • 成本较低 	<ul style="list-style-type: none"> • 储备有限 • 制氢过程碳排放量大,约14kg CO₂/kg H₂) • 需提纯以及去除杂质 	全球和国内大规模市场应用
	天然气制氢	9.81-13.65 元/kg			
工业副产制氢 (蓝氢)	焦炉煤气/氯碱化工/丙烷脱氢	9.29-22.40 元/kg	<ul style="list-style-type: none"> • 制氢纯度高(>99%) • 成本适中 	<ul style="list-style-type: none"> • 需提纯以及去除杂质 • 建设地点受原材料供应限制 • 无法作为规模化集中化的氢能供应 	大规模市场应用
电解水制氢 (绿氢)	碱性电解制氢	29.9 元/kg	<ul style="list-style-type: none"> • 技术成熟 • 成本低 	<ul style="list-style-type: none"> • 电流密度低,体积和重量大 • 碱液有腐蚀性 	商业化成熟
	质子交换膜电解制氢	39.87 元/kg	<ul style="list-style-type: none"> • 电流密度高 • 体积小重量轻 • 无碱液带来腐蚀 • 产品气体纯度高 	<ul style="list-style-type: none"> • 设备成本相对高 • 催化剂成本高且稀缺 	小规模应用
	固体氧化物电解制氢	-	<ul style="list-style-type: none"> • 效率高 • 单机容量大 • 无腐蚀性电解液 	<ul style="list-style-type: none"> • 装置体积较大 • 工作温度过高 	试验研发阶段

				• 技术处于 试验阶段	
--	--	--	--	----------------	--

图表 15: 中国制氢主要技术及优缺点比较对比 (来源: 上海氢能利用工程技术研究中心, M2 觅途咨询研究与分析)

现阶段电解水制氢成本较高、渗透率较低, 未来有望成为主流路线。化石能源制氢技术由于工艺成熟, 成本低廉, 短期内仍是主力, 未来随着煤、天然气市场价格上涨, 碳税增加, 灰氢成本将逐步提升; 现阶段电解水制氢成本较高、在我国渗透率仅占 1%。电解水制氢的平均成本约 30.1 元/kg, 其中电费占 60-70%, 未来伴随制氢技术成熟、规模化生产, 叠加可再生发电成本下降, 电解水制氢优势有望逐步显现。

可再生能源电价下降和规模化制氢是绿氢重要的降本路线。电价大于 0.2 元/kWh 时, 用电成本占制氢成本的比重超过 50%, 以 0.2 元/kWh 为基准, 当电价下浮 50% 时, 制氢成本可下降 24.4%; 制氢规模是降低单位投资造价的关键, 在一定范围内提高制氢装备数会降低单位投资成本, 从而带来制氢成本的下降。此外增加电解槽工作时长、技术改进也会带来制氢成本的下降。

根据电解质种类的不同, 可以将电解水制氢分为碱性水电解技术 (ALK)、质子交换膜水电解技术 (PEM)、固体聚合物阴离子交换膜水电解技术 (AEM) 和固体氧化物水电解技术 (SOEC)。其中, 碱性电解水技术最为成熟, 已能够进行大规模制氢应用, 目前国内已实现 MW 级制氢应用; PEM 制氢在过去十年发展迅速, 相比于碱性电解水工艺, 其占地面积较小, 与可再生能源的适配度更高, 国内目前已实现规模较小的商业化运作; SOEC 制氢的主要特点是工作温度高、效率高、蒸汽替代液态水, 已处于小规模示范阶段; 而 AEM 起步较晚, 目前尚处在研发测试阶段。

4.2.2 电解槽招标高景气, 设备厂商加速布局

电解槽是电解水制氢的核心设备。电解槽通常由电极、电解质、电解槽体、管道和液位控制系统等组成。在电解槽中, 电解液在两个电极间流动, 通常使用的是稀硫酸、氢氧化钾等具有良好导电性能和稳定性的电解质。经过电势差的作

用，水分子在电极表面发生氧化还原反应，将水分解为氢气和氧气，通过气体分离系统将氢气和氧气筛选出来。

碱性电解槽路线成熟，PEM 成长迅速，SOEC 具备良好潜力。从当前全球电解槽的装机容量来看，碱性电解槽仍然是目前最成熟的技术路径，据 IEA 估算，2022 年全球碱性电解槽安装量大约为 727MW，约占全球总装机规模的 52%；PEM 电解槽安装数量提升迅速，2022 年累计装机达 366MW，同比增长达 200%；SOEC 尚未开启商用，但具有优良的降本增效潜力，未来技术成熟后成本预计将大幅降低，有望实现产业化推广。

PEM 材料成本较高，核心部件有待国产化突破。由于 PEM 电解需要在强酸环境下进行，使用的金属催化剂属于稀有金属，成本较高；国内 PEM 产业规模较小，PEM 制备氢气核心原材料质子交换膜的生产技术被欧美、日本等巨头垄断，原材料主要依赖国外进口，给供应链和成本管理带来了较大压力。未来国内 PEM 产业的发展还需要国内企业在原材料上实现新的突破。

国内电解槽出货量快速增长，市场集中度较高。2022 年中国电解槽设备总出货量 800MW 左右，根据 BloombergNEF 预测，2023 年中国电解槽出货量有望达到 1.4-2.1GW，占全球出货量 60%以上，同比增速约 75%-163%。2022 年国内出货量中，考克利尔竞立、派瑞氢能和隆基氢能 CR3 合计占据 80%，市场集中度较高；而国际电解槽市场竞争格局相对分散，CR10 约占 50%。

电解槽招标高景气，2023 年全年有望大幅放量。2023 年 1-5 月 15 个电解槽项目公开招标累计规模超过 576MW，已达到 2022 年全年出货量的 72%，其中碱性电解槽项目占比 80%。15 个公开项目中有 13 个是绿氢项目，根据全国绿氢项目推进情况，我们认为 2023H2 还会有大量电解槽项目进行招标。在工业化大规模应用的背景下，绿氢的使用成本有望进一步下降，从而加速氢能产业的发展。

光伏巨头、设备厂商加速布局电解槽领域，市场参与企业增多。国内 CR3 中派瑞氢能同时具备 ALK、PEM 两种电解槽技术路径，考克利尔竞立和隆基股份

主要专注于 ALK 技术方向。光伏巨头隆基股份、阳光电源以及华电重工等设备厂商也开始布局氢能电解槽领域，电解槽参与企业数量进一步增加，未来市场竞争或将加剧。

全球头部电解槽生产商扩产进行时。根据 BloombergNEF 统计，2022 年底年生产力全球前 20 家电解槽生产商产能共计 14GW，其中有 8 家企业来自中国，合计 6.7GW 占比约 48%。按照电解槽类型划分，有 12 家碱性电解槽企业、5 家 PEM 电解槽企业和 3 家碱性/PEM 电解槽企业。预期 2023 年底年生产力全球前 20 家电解槽生产商产能合计约 26.4GW，较 2022 年底提高 89%。

国内电解槽市场 2025 年有望突破 200 亿，2030 年有望突破 450 亿。针对国内电解槽市场，我们进行如下假设：

1) 假设 24 年后我国氢能产量以 2% 的增速稳定提升，国内绿氢渗透率由 1% 逐步提升至 2025 年的 5%、2030 年的 20%；

2) 参考主流电解槽技术参数，随着工艺改进、技术进步与规模化应用，假设制氢电耗稳步下降，年利用小时数与能量转换效率稳定提升，设备单价略有下降；

3) 随着 PEM 技术的成熟，PEM 电解槽在国内占有率预计将逐步提升，假设 2025、2030 年分别达到 10%、20%。

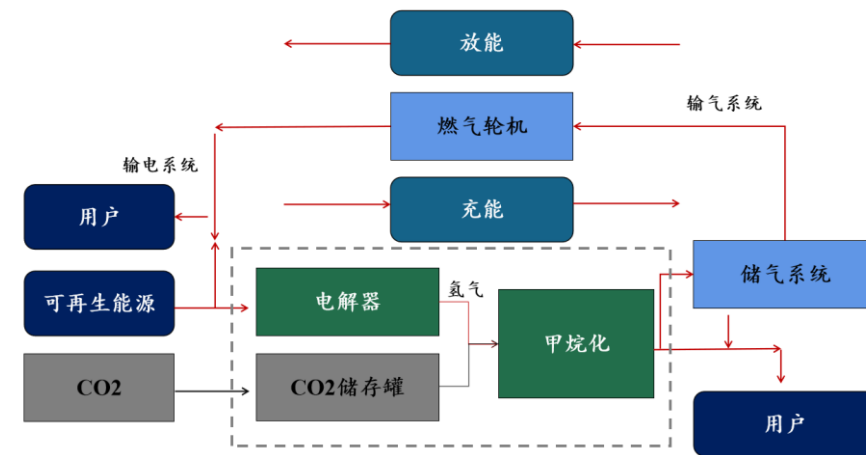
以此基础测算，国内电解槽市场规模 2025 年约 213 亿元，其中 ALK、PEM 分别为 168.3 亿、44.7 亿；2030 年电解槽市场规模达到 464 亿元，其中 ALK、PEM 分别为 312.5 亿、151.5 亿。

4.3 中游储运市场发展现状分析

4.3.1 Power to X (P2X)

Power to X (P2X) 与其说是一种储能技术，不如说是一种技术理念。它的核心是利用电解水反应生产氢气，并将其与大量甲烷混合进入天然气管道，或是

进一步转化成甲烷或其他合成燃气。根据终产物的不同，又可以分为 Power to Gas (P2G)，Power to Power (P2P)，Power to Heat (P2H) 等多种形式。限于篇幅，本文仅详细介绍目前最受重视的 Power to Gas，其他的 Power to X 几乎都是在 Power to Gas 的基础上与其他技术结合的结果。



图表 16: Power to Gas 储能系统的原理 (来源: M2 觅途咨询研究与分析)

在 2018 年 10 月，国家发展改革委和国家能源局联合印发的《清洁能源消纳行动计划（2018-2020 年）》中，明确提到了要“探索可再生能源富余电力转化为热能、冷能、氢能，实现可再生能源多途径就近高效利用”。Power to Gas 在解决新能源消纳问题上有很大的应用前景。在考虑补贴和氧收益的条件下，仅需 2~5 年即可收回成本。

以 P2X 产品的形式进行可再生电力的长途运输是走向全球社会去化石化的重要一步。然而，在全球社会去化石化的巨大希望完全寄托在廉价进口的 P2X 能源上之前，应该同时继续采取其他严格措施。这方面的内容包括提高生态充分性、显著减少运输、使用区域可用的可再生能源，以及在合理的情况下，与电池相结合的直接电气化。无论如何，我们目前化石燃料社会的直接和间接电气化都将需要大量可再生能源，而对于许多国家来说，当地现有的可再生能源发电厂无法完全覆盖这些能源。H2 技术的持续市场增长和不断提高的技术成熟度水平导致所有 P2X 级别的成本不断降低。以 P2X 产品的形式进口可再生能源并不是遥远的未来愿景。它们将使重型、海上交通、航空和（石油）化工等部门能够以可接受的成本实现去化石化的紧急步骤成为可能。无论如何，有希望的可再生能源国家出

口大量可再生能源和 P2X 产能也必须有助于当地能源系统的去矿化。当地居民应受益于附加值，并应严格遵守环境法规。这是避免当前全球化石燃料贸易出现巨额赤字的唯一途径。

4.3.2 储运氢

在高压气态储运氢方面，由于成本低、使用方便、储存条件易满足等优势成为目前储运氢的主流方式。国内由于高端碳纤维技术不够成熟，无法规模化生产且复合材料成本较高，目前主要以 35MPa III 型瓶为主，所以低成本高压临氢环境用新材料将是研发的重点。

在低温液态储运氢方面，在欧洲、美国、日本等国家和地区液氢技术发展已经相对成熟，液氢储运等环节已进入规模化应用阶段。我国液氢技术主要应用在航天领域，民用领域尚处于起步阶段，氢液化系统的核心设备(氢透平膨胀机与低温阀门等)仍然依赖于进口，液氢储罐制造技术与装备与国外也有一定的差距。因此，如何降低液化与贮存成本是低温液态储氢产业化的发展方向。

在固态金属氢化物储运氢方面，由于其安全性、稳定性优点成为我国未来发展的重点。目前，国内金属氢化物储氢应用还较少，正处于研发与示范阶段，提高金属氢化物的储氢量、降低材料成本、提高金属氢化物的可循环性等将是未来的研究重点。

在管道储运氢方面，管道储运氢气可以分为纯氢管道运输和利用现有天然气管道掺氢运输两种模式。低压纯氢管道适合大规模、长距离的运氢方式。目前，美国、欧洲已分别建成 2400km、1500km 的氢管道，而我国氢气管道里程约 400km，在用管道仅有百公里左右。在运行的管道有：济源—洛阳的氢气输送管道全长为 25km、巴陵—长岭输氢管道全长 42km、乌海—银川焦炉煤气输气管线管道全长为 216.4km、金陵—扬子氢气管道全长超过 32km。

储运方式	核心技术	经济距离	适应场景	优点	缺点	技术成熟度
------	------	------	------	----	----	-------

气态 储运	长管 拖车	高压 压缩	≤ 150	<ul style="list-style-type: none"> •短途 •小规模 	<ul style="list-style-type: none"> •成本较低 •前期投资少 	<ul style="list-style-type: none"> •装卸时间长 •储氢容器体积大、储氢密度小 	<ul style="list-style-type: none"> •技术成熟，当前应用场景最为广泛
	管道		≥ 500	<ul style="list-style-type: none"> •固定站点式超大规模 	<ul style="list-style-type: none"> •安全性高 •大规模、多领域 	<ul style="list-style-type: none"> •前期投资大 	<ul style="list-style-type: none"> •存在“氢脆”技术难点，处于起步阶段
液态 储运	液氢 槽罐车	低温 绝热	≥ 200	<ul style="list-style-type: none"> •中远距离 •大规模 	<ul style="list-style-type: none"> •能量和纯度密度高 •加注时间短 	<ul style="list-style-type: none"> •成本较高 •制冷能耗大 	<ul style="list-style-type: none"> •技术成熟，主要在航空航天领域
	槽罐车	有机 储氢 介质	≥ 200	<ul style="list-style-type: none"> •存储成本高 	<ul style="list-style-type: none"> •储氢密度大 •稳定性高 •安全性好 •运输便利 	<ul style="list-style-type: none"> •成本较高 •脱氢温度高 •能耗大 	<ul style="list-style-type: none"> •尚处于研发阶段
固态 储运	长管 拖车、 管道 均可	物理 或化 学吸 附储 氢	≤ 150	<ul style="list-style-type: none"> •短距离 •大规模 	<ul style="list-style-type: none"> •安全性好 •储氢密度大 •规模大 •可快速充放氢 	<ul style="list-style-type: none"> •成本高 •放氢率低 •吸放氢有温度要求 •储氢材料循环性差 	<ul style="list-style-type: none"> •实验研发阶段

					•应用前景 广		
--	--	--	--	--	------------	--	--

图表 17：三种氢储运比较（来源：M2 觅途咨询研究与分析）

从关键技术来看，当前中国氢气储运仍处于发展初期，相关技术及产业标准较国外水平落后，固态储运和化学液态储运方式发展亟需技术突破，产业发展空间较大。

从整体发展趋势来看，根据中国氢能联盟报告预测，氢能储运将按照“低压到高压态到多相态”的技术发展方向，逐步提升氢气的储存和运输能力。《氢能产业发展中长期规划(2021-2035 年)》指出，我国将稳步构建氢能储运体系，以安全可控为前提，推动氢储运技术研发，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，体现了“低压到高压”的前进方向。同时，为满足氢能发展后期长距离、大规模运输需求，我国将持续推动低温液氢储运产业化应用，探索有机液体、固态等储运方式应用，整体发展将呈现“气态到多相态”的发展趋势。

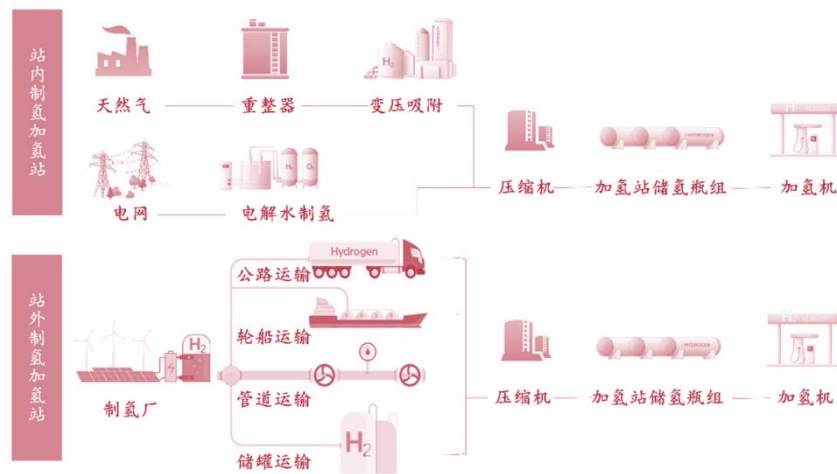
4.3.3 加氢站

加氢站是将不同来源的氢气通过压缩机增压，储存在站内的高压罐中，再通过加气机为氢燃料电池汽车加注氢气的燃气站，在氢能产业链中起到重要的桥梁作用。

加氢站是为燃料电池汽车充装氢气燃料的专门场所，作为服务氢能交通商业化应用的中枢环节，是氢能源产业发展的重要基础设施。我国高度重视加氢站的建设，并积极发布相关政策规划助推加氢站的建设与布局。

加氢站有不同分类，我国加氢站以 35 MPa、站外制氢搭配高压气体储氢为主。根据氢气加注压力的不同，加氢站可分为 35MPa 和 70MPa 两种类型；根据建设形式不同，分为固定式加氢站和移动撬装式加氢站；根据等级不同，可分为一级站、二级站和三级站；根据储氢方式的不同，可分为气氢加氢站和液氢加氢站等；根据用途不同，可分为自用站、商用站和示范站；根据供氢方式的不

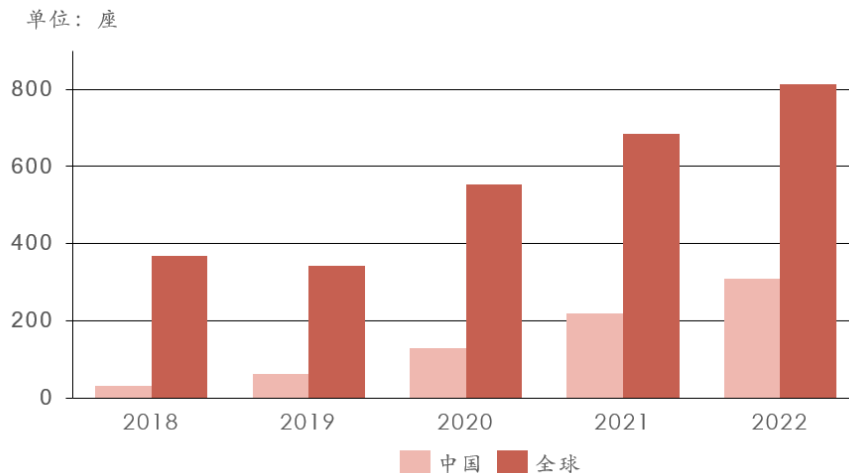
同，可分为站外制氢加氢站和站内制氢加氢站。当前我国加氢站以 35 MPa 为主，大多为外供氢加氢站，储氢方式一般是高压气体储氢。



图表 18：加氢站主流技术路线示意图（来源：公开资料收集，M2 觅途咨询研究与分析）

市场规模来看，中国加氢站数量居全球首位，具有区域集中性特征。2022 年全球新增 129 座加氢站，累计建成 814 座；中国新建 92 座，累计建成 310 座，占比全球 38%，已跃居首位，在营加氢站超过 160 座。2022 年，中国加氢站市场规模达 49.4 亿元、集成设备（压缩机、氢气储存容器、加氢系统）占据加氢站建设的主要成本，市场规模为 24.7 亿元。氢燃料电池汽车的需求将带动加氢站保持良好的增长，预计到 2026 年，中国加氢站市场规模将达到 151.2 亿元，集成设备市场规模将为 71.1 亿元。

从市场竞争格局来看，国内加氢站市场集中度较高。从加氢站拥有数量来看，以中石化、中石油、厚普股份三家企业为主，中石化已建成 74 座，中石油为 8 座，厚普股份在建加氢站 78 座。从加氢站设备制造商来看，国富氢能、液空厚普、舜华新能源、海德利森、上海氢枫等五大设备集成商市场占有率占比达 90%。其中，国富氢能市场占有率为 28.4%，居全国第一。



图表 19：2018-2022 全球和中国加氢站数量（来源：中国电池产业研究院，M2 觅途咨询研究与分析）

从分布区域来看，我国加氢站主要涉及华北、华东和华南地区，呈现出明显的产业集聚效应。其中，广东依托政府的支持，加氢站布局遥遥领先其他省市，数量超过 60 座，其次为上海，建设数量 44 座。

截至 2023 年 6 月，中国累计建成加氢站 351 座，到 2025 年全国累计建成的加氢站数量有望突破 1000 座；到 2030 年，国内加氢站数量将突破 5000 座。以当前加氢站整套设备投资 800 万/站计算，到 2030 年加氢站装备市场将达到百亿级别。

4.4 下游终端需求市场发展现状分析

《氢能产业发展中长期规划（2021-2035）》指出，“2035 年形成氢能产业体系，构建覆盖交通、储能、工业等领域的多元氢能应用生态”。氢能源将为各行业实现脱碳提供重要路径。目前氢能的成本较高，使用范围较窄，氢能应用处于起步阶段。氢能源主要应用在工业领域和交通领域中，在建筑、发电和发热等领域仍然处于探索阶段。根据中国气能联盟预测，到 2060 年工业领域或交通领域或氢气使用量分别占比 60%和 31%，电力领域和建筑领域占比分别为 5%和 4%

目前氢能应用主要集中于工业和交通领域，未来有望助力建筑、发电和供热等多领域深度脱碳。

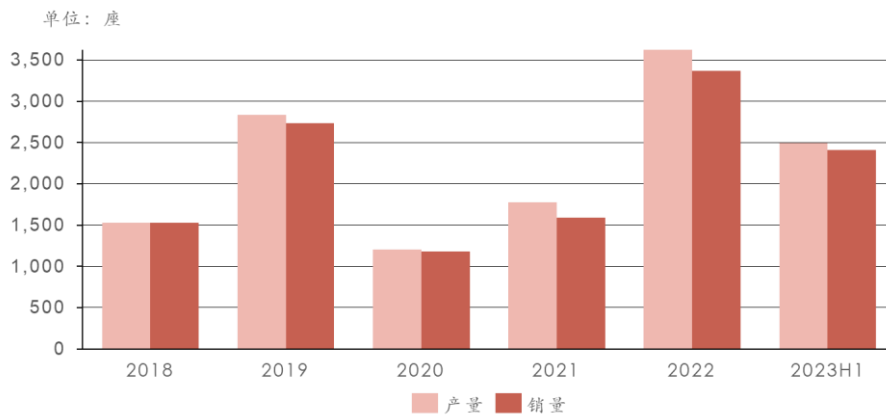
4.4.1 交通领域

在交通领域，以氢燃料为动力，可以实现车辆使用端的零碳排放，应用主要包括汽车、航空和海运等，其中氢燃料电池汽车是交通领域的主要应用场景。

(1) 公路-氢燃料电池

1. 2022 年燃料电池汽车产销量创历史新高，2023 年保持增长态势。

2022 年我国燃料电池汽车产量 3626 辆，同比+105.4%，销量 3367 辆，同比+112.8%，均创下历史新高；2023H1 全国燃料电池汽车产销数据分别为 2495 辆和 2410 辆，同比增加 38.4%和 73.5%（2022 年 H1 产销数据为 1803 辆和 1389 辆），2023 年仍保持增长态势。



图表 20：2015-2023H1 氢燃料电池车产量和销量

2. 2023H1 重卡占比提升，北京、河南，市场增长潜力大。

2023H1 燃料电池汽车上险量达 2158 辆，其中重卡占比为 39%、客车为 23%、专用车占比 20%，意味着氢能在长途重载领域的优势正逐步被市场认可；上险量 TOP5 地区依次为北京、上海、广东、河南和湖北，北京以绝对的优势位居第一。根据河南 2023 年规划，今年将新推广 1055 辆燃料电池车。

3. 中国是最大的车载燃料电池市场，海外市场竞争已开启。

2023H1 氢燃料电车上险数量 top10 基本是老牌燃料电池企业，丰田系（包括丰田和华丰品牌）首次进入前十，这也是首次有外资品牌进入。随着现代的广州燃料电池工厂投产、产品登上工信部目录，外资品牌在 2023H1 来势汹汹。作为对比，国内品牌积极开拓国际市场。这显示燃料电池的国际化竞争已经悄然开

始，企业应积极拓展海外渠道。

(2) 航空

随着能源加速向低碳化、无碳化演变，航空业也面临能源体系变革带来的新挑战。氢能源为低碳化航空提供了可能，氢能可以减少航空业对原油的依赖，减少温室及有害气体的排放。相比于化石能源，燃料电池可减少 75%-90%的碳排放，在燃气涡轮发动机中直接燃烧氢气可减少 50%-75%的碳排放，合成燃料可减少 30%-60%的碳排放。氢动力飞机可能成为中短距离航空飞行的减碳方案，但在长距离航空领域，仍须依赖航空燃油。预计 2060 年氢气能提供 5%左右航空领域能源需求。

4.4.2 工业领域

工业脱碳带来氢能需求增量。工业是碳排放的主要来源，双碳目标下对氢气需求将大幅增加。化石能源作为工业燃料，燃烧本身会释放二氧化碳，同时作为工业原料参与生产过程也会形成碳排放，因此工业也成为当前脱碳难度最大的领域之一。

氢能作为清洁能源，其应用将助力工业脱碳。据中国氢能联盟预测，在氢冶金、合成燃料、工业燃料等需求推动下，预计 2060 年工业部门对氢气年需求量将达到 7794 万吨。氢在钢铁领域可应用于氢冶金、燃料等多个方面，其中氢冶金规模最大。传统高炉炼铁是以煤炭为基础的冶炼方式，煤炭燃烧碳排放占比高达 70%，而氢冶金通过使用氢气代替碳在冶金过程中的还原作用，实现源头降碳。根据《中国氢能产业发展报告 2022》，预计到 2030 年氢冶金产量可达 0.21-0.29 亿吨，约占全国钢铁总产量 2.3-3.1%；到 2050 年氢冶金产量约 0.96-1.12 亿吨，对应氢气需求约 852-980 万吨，其中 83%将来自绿氢，以实现钢铁行业深度脱碳。

(1) 钢铁行业

实现“双碳”目标下，钢铁行业面临巨大的碳减排压力。根据各大型钢铁企业公布的碳达峰碳中和路线图，结合中国钢铁行业协会减碳目标，假设到 2030 年，我国钢铁行业减碳 30%，则在此期间钢铁行业需累计减持 5.4 亿吨。

我国钢铁产量占世界总产量的一半以上，实现钢铁行业的降碳对我国“双碳”

目标的达成意义重大。氢在钢铁行业可应用于氢冶金、燃料等多个方面，以氢冶金规模最大。氢冶金通过使用氢气代替碳在冶金过程中的还原作用，从而实现源头降碳，而传统的高炉炼铁是以煤炭为基础的冶炼方式，碳排放占总排放量的 70% 左右。氢冶金是钢铁行业实现“双碳”目标的革命性技术。2021 年《“十四五”工业绿色发展规划》发布，强调要大力推进氢能基础设施建设，推进钢铁行业非高炉低碳炼铁技术的发展。

现阶段，氢冶金技术的氢气主要来源于煤，整体减碳能力有限。氢冶金技术分为高炉氢冶金和非高炉氢冶金两个大类。高炉氢冶金是指通过在高炉中喷吹氢气或富氢气体替代部分还原反应实现“部分氢冶金”，非高炉氢冶金技术以气基竖炉法为主流。我国竖炉氢冶金技术处于起步阶段，同时受氢气制备和储运、高品质精矿等条件制约，距离大规模应用和全生命周期深度降碳仍有一定距离。

从全球范围看，氢冶金的工业化技术也尚未成熟，德国和日本等氢冶金技术领先的国家也处于研发和试验阶段。根据世界能源署统计，传统高炉的使用年限为 30-40 年，而目前全球炼铁高炉平均炉龄仅为 13 年左右，在未来很长一段时间内，全球范围内将仍以传统的高炉炼铁工艺为主流，低碳高炉冶金技术将是过渡期内重要的研发方向。氢冶金的发展可以分步实现：到 2025 年，验证中试装置研究大规模工业用氢能冶炼的可行性；到 2030 年，实现以焦炉煤气、化工等副产品中产生的氢气进行工业化生产；到 2050 年，进行钢铁高纯氢能冶炼，其中氢能以水电、风电及核电电解水为主。

(2) 化工行业

氨是氮和氢的化合物，广泛应用于氮肥、制冷剂等及化工原料。合成氨的需求主要来自农业化肥和工业两大方面，其中农业肥料占 70% 左右。国际能源署预计至 2050 年，将会有超过 30% 的氢气用于合成氨和燃料⁴。目前，氨生产所需要的氢（化石能源制取，又称灰氢）主要是通过蒸汽甲烷重整（SMR）或煤气化来获取，每生产一吨氨会排放约 2.5 吨二氧化碳。绿氢合成氨则可减少二氧化碳排放。绿氢合成氨主要设备包括可再生能源电力装备、电解水制氢设备、空分装置、合成氨装置，以上相关技术装备国产化程度较高。其中，碱性电解水与质子交换膜电解水技术能够实现规模化的电解水制氢，我国的碱性电解槽技术水平处于行业

领先水平。此外，国内外质子交换膜电解水技术均处于起步阶段，且成本偏高，未来主要取决于燃料电池技术发展进程。大规模、低成本、持续稳定的氢气供应是化工领域应用绿氢的前提。尽管短期内化工领域绿氢应用面临经济性挑战，但随着可再生能源发电价格持续下降，到 2030 年国内部分地区有望实现绿氢平价，绿氢将进入工业领域，逐渐成为化工生产常规原料。

4.4.3 发电领域

氢能大有可为，降本空间较大。电力系统领域，氢能可以用于直接发电和燃料电池。氢能可以通过燃气轮机或燃料电池技术进行发电。燃气轮机利用氢气或氢气与天然气的混合气作为燃料，驱动电机发电。氢能发电机可以与制氢装置相结合，在用电低谷时段利用可再生能源电力电解水制氢，用电高峰时段再将储存的氢气转化为电能，实现电能的优化利用；燃料电池技术则是通过氢气与氧气(或空气)在电极间发生电化学反应，同时生成水和电能。燃料电池可应用于固定或移动式电站、备用峰值电站、备用电源、热电联供系统等发电设备。当前氢能发电成本仍然较高，未来降本空间较大。当前燃料电池发电成本在 2.5-3 元/度，远高于其他常见发电形式，主要原因是质子交换膜、电解槽等核心设备依赖进口，叠加原材料铂价格较高，导致投资成本居高不下。未来伴随国产设备替代程度提升，技术迭代，成本存在较大的下降空间。

4.4.4 建筑领域

建筑部门能源需求主要用于供暖（空间采暖）、供热（生活热水）等的电能消耗。与天然气供热(最常见的供热燃料)等竞争性技术比较，氢气供热在效率、成本、安全和基础设施的可得性等方面目前不占优势。

由于纯氢的使用需要新的氢气锅炉或对现有管道进行大量的改造，在建筑中使用纯氢气的成本相对较高。例如，欧洲的氢能源使用比其他地区起步要早，但目前氢能源供热成本仍然是天然气供热成本的 2 倍以上。即便到 2050 年，当热泵成为最经济的选择时，氢气供暖的成本可能仍将比天然气供热成本高 50%。氢气可以通过纯氢或者与天然气混合输送，使用纯氢方式对管道要求更高。

氢气还可能导致钢制天然气管道的安全风险，需要用聚乙烯管道取代现有管道。这种投资对于较大的商业建筑或地区供暖网络来说可能具有经济意义，但对

于较小的住宅单元来说则可能成本过高。

因此，早期氢气在建筑中的使用将主要是混合形式。氢气与天然气混合，按体积计算的比例可以达到 20%，而无需改造现有设备或管道。和使用纯氢相比，将氢气混合到天然气管道中可以降低成本，平衡季节性用能需求。随着氢气成本的下降，北美、欧洲和中国等拥有天然气基础设施和有机会获得低成本氢气的地区，有望逐渐在建筑的供热、供暖中使用氢气。挪威船级社 DNV 预测，在 2030 年代后期，纯氢在建筑中的使用有望超过混合氢气；到 2050 年，氢气在建筑供暖和供热能源总需求中约占比 3-4%。

第五章 中国氢能产业投资现状分析

5.1 中国氢能产业产业链投融资情况

氢能产业链	环节	产业资本投资	融资项目
制氢	制氢	国富氢能、中石大新能源、中石化氢装上阵、广汇能源	-
	制氢装备（电解水）	阳光电源	-
储运氢	高压气态储运装备（含车载）	嘉化能源、阳光电源	-
	液氢储运装备	永安行、上海电气	国富氢能
	固态储运装置	骥骅氢能、厚普股份	-
加氢站	加氢	中氢绿能	-
	加氢站装备	美锦能源、亿华通、永安行	-

燃料电池	燃料电池系统	中原内配、三一氢能、雄韬股份、风氢扬、众宇动力	新研氢能、捷氢科技、明天氢能、未势能源、亿华通
	燃料电池电堆	上海重塑、北京氢璞创能、中原内配	-
	BOP	-	-
	材料	潍柴动力、恒大高新	冶臻股份
整车	-	界辉科技、吉利新能源、亿华通、福田汽车、华商国际、天能股份	羚牛氢能
氢能综合	-	雄韬股份、厚普股份、中化新能源、亿华通	国电投氢能

图表 21：2022Q3-2023Q2 产业链投融资不完全统计（来源：北极星，高工氢电，M2 觅途咨询研究与分析）

5.1.1 产业资本投资更趋向于下游应用领域，大型企业针对全产业链整合速度加快

通过对产业资本投资氢能相关事件进行梳理，2022Q3-2023Q2 共有 83 项。其中产业资本投资主要集中在氢能综合投资、燃料电池材料、制氢、燃料电池系统方面。

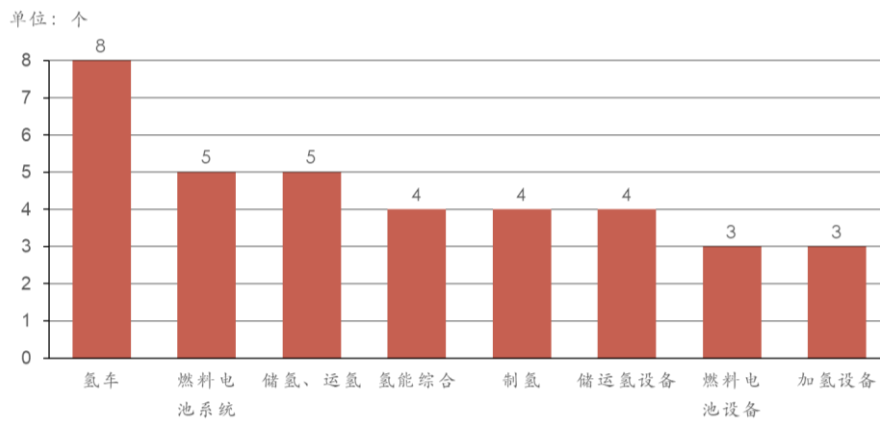
氢能综合投资，主要以设立相关公司开展氢能全产业布局，或投资氢气制取、燃料电池相关生产基地为主。

制氢环节主要以大型企业投资制氢环节或成立氢能子公司为主，包括美锦能源、亿华通、九丰能源等公司。

燃料电池系统，主要以成立子公司拓展产业布局为主，其中有中原内配拟与

上海重塑能源、北京氢璞创能设立合资公司;兰石集团与氢元科技、清创思邦及氢实科技成立合资公司等。

从披露投资金额的 33 个项目来看,股权投资规模在 5000 万以内的项目 12 个,规模在 5000 万到 1 亿的项目 6 个,规模在 1 亿到 5 亿的项目 12 个,规模超过 5 亿的项目 3 个。规模最大项目是渭南市农投集团与航控绿能科技产业(陕西)有限公司共同出资成立的集投资运营、项目管理、技术研发、能源供应、能源转化于一体的氢能全产业链科技型企业渭南中氢绿能科技有限公司,投资规模达 305.08 亿元。整体来看,产业资本股权投资类项目规模以 5 亿元以内项目为主。



图表 22: 2022Q3-2023Q2 分应用领域产业资本投资氢能事件 (来源:北极星,高工氢电,M2 觅途咨询研究与分析)

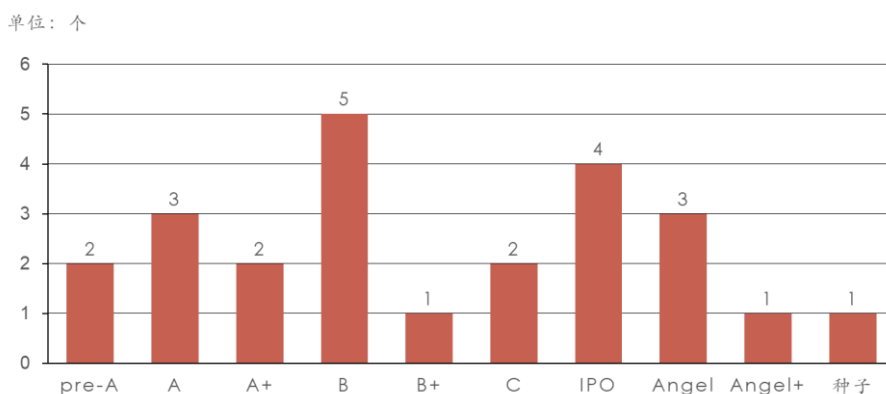
自 2022Q3 起,行业初现产业链上下游整合。从产业发展规律来看,行业内竞争的加剧会推动部分企业进行上下游产业链整合。例如山东能源集团新材料有限公司收购上市公司淄博齐翔腾达化工股份有限公司、濮耐股份收购攀业氢能 3.75% 股份。整体来看,对于氢能这一仍然处于培育早期的产业,部分优势企业开始进行产业链整合,加快在相关环节卡位、提升产业链能力:2023 年 6 月 7 日,山东能源集团新材料有限公司揭牌,正式接收上市企业淄博齐翔腾达。淄博齐翔腾达化工股份有限公司,是以碳四为原料的深加工高新技术企业,成立于 2002 年 1 月,于 2010 年 5 月在深交所上市。其催化剂业务主要以山东齐鲁科力化工研究院股份有限公司为主,产品包括耐硫变换催化剂、制氢催化剂、硫磺回收催化剂和加氢催化剂四大系列 80 余种产品。2022 年,齐翔腾达曾表示,

公司目前已建有 18 台氢气装车鹤位，9000Nm²/h 压缩机组及 1500Nm²/h 吸附压缩机组。

2023 年 3 月 16 日，濮耐股份发布公告称，拟出资 3000 万元认购上海军业氢能科技股份有限公司(简称“攀业氢能”)定向发行的股份，此次发行价格为 19.76 元/股，以此发行价计算本次认购股份数量为 151.8219 万股，认购完成后公司将直接持有军业氢能 3.75% 股份。此次投资后公司通过直接和间接两种方式共持有攀业氢能 6.47% 股份。

5.1.2 融资事件主要集中于燃料电池系统领域，涌现了超大融资规模项目

2022Q3-2023Q2 氢能产业融资主要集中在燃料电池领域，其中以业务专注氢能综合技术的公司为主。对氢能相关公司融资事件进行梳理，根据不完全统计，2022Q3-2023Q2 共有 29 项重要的氢能投融资事件。氢能产业融资以 IPO 为主，B 轮融资中涌现超大规模融资项目。从 2022Q3 以来融资事件来看，除去 4 家披露 IPO 招股的公司，披露金额的 23 个事件中，1 亿元以内的融资事件 14 个，融资超过 5 亿元的事件 3 个，其中中国电投氢能科技 B 轮融资共 45 亿元，未势能源 B 轮融资 5.5 亿元。从融资轮次来看，天使轮融资 3 家，preA 轮融资 2 家，A 轮融资 3 家，A+轮融资 2 家，B 轮融资 5 家，B+轮融资 1 家，IPO 的 4 家。总体来看，尽管目前氢能产业融资以早期投资为主，但是在 B 轮融资事件中存在个别大规模的融资事件。



图表 23: 2022Q3-2023Q2 氢能相关公司融资事件 (来源: M2 觅途咨询研究与分析)

5.1.3 2022Q3-2023Q2 氢能产业基金募集规模较同期大幅减少

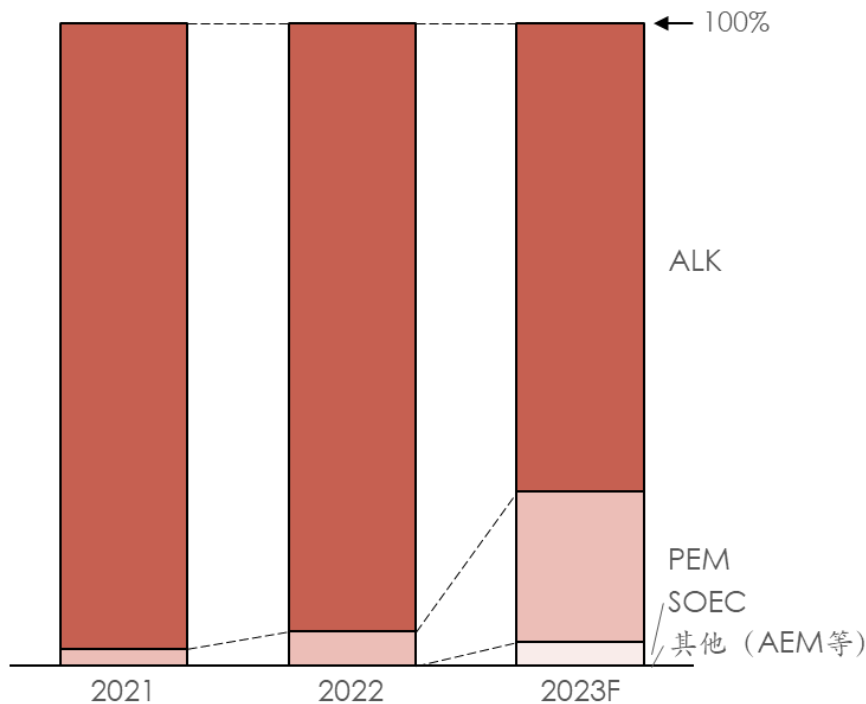
根据不完全统计，截至 2023H1，国内现存 59 支氢能产业基金，募集资金规

模达 137.67 亿元。2022Q3-2023Q2 期间共成立 3 支氢能产业基金，且均已完成募集，募集基金规模 9.79 亿元，较 2021Q3-2022 Q2 同期减少 74.34%。整体来看，受疫情因素以及氢能产业逐步走向成熟等因素影响，自 2022 年起新成立氢能产业基金的数量及规模均已出现一定下滑。报告期间，2022Q3 上海临港投资注资 6 亿元成立氢能私募公司；2023H1 中原内配等五家公司注资 0.63 亿元共同设立氢能私募投资基金，九丰能源投资 3.155 亿元设立氢能产业基金。

5.2 中国氢能产业核心设备订单分析

5.2.1 电解槽

从电解槽中标情况来看，据 M2 觅途咨询统计，2023Q1-Q3 国内共计发布超 25 个电解槽公开、非公开中标信息，累计电解槽中标订单量已近 2GW，达到 2022 年电解槽全年出货量的 2 倍以上。



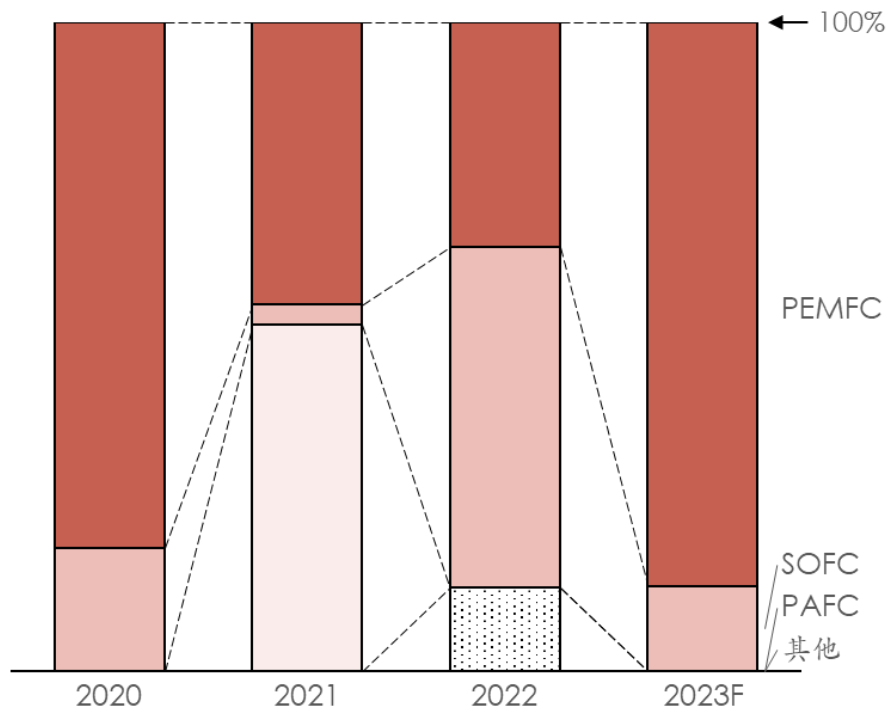
图表 24: 不同技术路线电解槽市场份额变化趋势 (来源: M2 觅途咨询研究与分析)

从中标项目的电解槽技术路线来看，碱性电解槽中标订单额超过 1 GW，占比超 70%；PEM 电解槽招标需求超 400MW，占比超 20%；SOEC 和 AEM 电解槽也已实现中标突破，其中 SOEC 订单额超过 50MW，需求占比接近 5%；AEM

电解槽的需求来自西湖大学的科研项目，仅为 500NL/h 的设备需求，规模占比可以暂且忽略。

5.2.2 固定式燃料电池

从固定式燃料电池中标情况来看，据 M2 觅途咨询统计，2023H1 国内共发布 10+ 个固定式燃料电池公开/非公开中标需求，全年累计固定式燃料电池中标订单量已接近 1MW，约为去年中标订单量的 1/3。



图表 25: 不同技术路线固定式燃料电池市场份额变化趋势 (来源: M2 觅途咨询研究与分析)

从中标项目的固定式燃料电池技术路线来看，PEMFC 需求量近 1000kW，占比近 90%；SOFC 中标超 100kW，占比约 10%。从中标项目的固定式燃料电池技术路线来看，园区需求量超 200kW，占比近 30%；厂区中标超 500kW，占比近 60%。

第六章 中国氢能产业发展前景分析

6.1 我国氢能产业发展存在的问题

1. 各地方政策规划同质化严重，缺乏统筹协调，全国统一大市场尚未形成

首先，我国氢能产业政策规划呈现“自下而上”的特点，地方政府积极性很高，在 2019-2021 年就纷纷制定相应规划和政策多达 40 余项。例如，《广州市氢能产业发展规划（2019-2030 年）》《青岛市氢能产业发展规划（2020-2030 年）》《北京市氢能产业发展实施方案（2021-2025 年）》等，但国家层面的氢能发展规划至 2022 年 3 月才正式发布。这就导致各地氢能产业布局同质化严重，例如，在青岛和北京市的发展规划中，对于氢能制取、加注、燃料电池等重点领域，都布局了相似的研发方向，同时将燃料电池汽车列入重点发展任务。由于各地政府竞相布局，缺乏国家层面的统筹协调，造成了资源浪费，也可能导致无序竞争，不利于形成全国统一的大市场。

其次，市场预期目标高于国家层面的规划目标，2016 年中国标准化研究院和氢能标准化技术委员会联合发布了《中国氢能产业基础设施发展蓝皮书（2016）》、2020 年中国电动汽车百人会发布了《中国氢能产业发展报告 2020》以及兴业证券等众多投资机构发布的专题报告均预测 2025 年我国燃料电池车辆保有量将达到 10 万辆，但是 2022 年国家出台的《氢能产业发展中长期规划（2021-2035 年）》，提出 2025 年我国燃料电池车辆保有量约 5 万辆的规划目标。国家规划目标低于行业协会、投资机构市场预期目标，体现了国家对氢能产业“稳慎”的发展思路，但由此可能影响氢能产业的投资热情。

2. 技术创新不足，产业链各环节部分关键技术水平与国外差距较大

目前我国氢能产业技术与装备已经取得了很大进步，煤制氢、工业副产气制氢、20MPa 高压气态储氢、加氢技术等均已经成熟，但与日本、韩国、欧美等氢能产业前沿国家相比，我国氢能产业各环节中仍然有很多关键技术存在瓶颈，与国外技术水平差距较大。

3. 经济性是制约氢能产业发展的关键因素。

目前我国氢能产业技术与装备已经取得了很大进步，煤制氢、工业副产气制氢、20MPa 高压气态储氢、加氢技术等均已经成熟，但与日本、韩国、欧美等氢能产业前沿国家相比，我国氢能产业各环节中仍然有很多关键技术存在瓶颈，与国外技术水平差距较大。

制氢方法	氢气类别	原料成本 (元/kg H ₂)
煤制氢	灰氢	9-12
天然气制氢	灰氢	14-16
电解水制氢	绿氢	16-25

图表 26: 不同制氢方法的原料成本对比 (来源: M2 觅途咨询研究与分析)

电解槽成本也是影响绿氢制备项目设备投资成本的重要因素。以电源侧制绿氢制备项目为例, 电解槽及配套设备占比总设备投资成本 $\geq 75\%$ 。目前, 虽然碱式电解槽国产化率相对较高, 成本优势相对显著(参考区间 1500~2000 元/kW), 但 PEM 电解槽目前整体成本相对较高(参考区间 5000-6000 元/kW)。因此电解槽的降本增效将极大程度影响绿氢经济性。

6.2 行业发展前景展望

从中央到地方氢能政策框架已搭建完成, 内容不断完善。当前氢能各领域产业化的领头羊在于燃料电池汽车 (FCEV), FCEV 增长空间在于各地规划的推广数量。从各地规划的推广目标来看, 全国范围 2025 年的 FCEV 规划量近 11.6 万辆, 共计建设加氢站 1339 座, 氢能产业规模共计达到 1.34 万亿。

关于氢能市场机制的完善:

①辅助服务市场方面, 明确制/储氢设备参与辅助服务是发挥电氢协同价值的重要因素。未来, 明确电解水制氢及氢储能设备独立的市场主体地位、明确其可参与的辅助服务类别、明确其辅助服务补贴机制, 有助于充分发挥其“灵活负荷、长时储能”的柔性特质, 实现电氢协同的技术/商业价值。

②现货市场方面, 不同时间维度电价差持续拉大是提升氢储能收益的重要因素。氢储能可通过在低电价时段制氢储氢, 高电价时释放氢气发电, 实现套利。但由于目前制氢储氢整体成本较高, 当前的分时电价下, 氢储能难以盈利。因此, 未来更大的分时电价差、跨季节电价差将有力支撑电氢协同的盈利模式。

③碳交易市场方面, 碳价/碳税是实现氢能助力深度脱碳的重要因素。2023 年 2 月, 欧洲 CBAM 碳关税范围扩展至氢气, 灰氢、蓝氢将收取关税, 绿氢将免于碳关税。当前碳税~50 元/t, 绿氢零碳排优势难以凸显, 未来, 当碳价突破

200 元/t 时，绿氢有望与灰氢打平（原料成本），绿氢尤其在难以深度电气化的行业竞争优势显现。

绿氢灰氢经济性对比			
单位：①元/t CO ₂ (碳税)；②万元/t H ₂ (原料成本)			
碳税条件	不考虑碳税	Now 碳税 50	Future 碳税 200
煤制氢	0.9-1.2	1.0-1.3	1.4-1.7
天然气制氢	1.4-1.6	1.5-1.7	1.6-1.8
电解水制氢	1.6-2.5	1.6-2.5	1.6-2.5

图表 27：绿氢灰氢经济性对比（来源：M2 觅途咨询研究与分析）

风险提示

- 1、宏观经济波动风险：我国宏观经济的波动有可能影响行业下游需求，如果宏观经济波动较大则有可能对相关企业的预期收入造成不稳定性；
- 2、行业政策规划落地不及预期：受地方财政、宏观经济、产业规划等影响，各地氢能产业发展规划落地时间存在先后顺序，若不及预期依然会对相关投资的回收造成较大影响；
- 3、行业技术应用落地不及预期：当前氢能投融资发展受到水电解、燃料电池材料生产、氢气储运等多方技术的影响，若商业化难以落地，可能会导致相关公司的收入增长不及预期。
- 4、本报告基于公开信息客观整理，不涉及对提及公司的覆盖与推荐。
- 5、本报告部分图表根据新闻资料整理，存在统计不完备的情况。

免责声明

本文由 M2 觅途咨询的顾问团队编写。文中的基础信息由他人向我们提供，或来源于我们自身经验、知识和数据库。本文所表达的观点代表 M2 觅途咨询的观点。这些观点经仔细考虑和探究而得出，但是我们不保证其完全公正、完整或准确。截至目前，这些观点可能发生变化。您若依赖这些观点，我们不承担相关法律责任。

版权声明

本文及文中图表，均为 M2 觅途咨询版权所有，其它公众号及网站未经许可不得转载。授权转载必须注明来源为“M2 觅途咨询”。否则，将承担侵权责任。

关于 我们

M2 觅途咨询，扎根中国面向亚太新兴市场，为行业领先企业和机构提供专业的市场研究和管理咨询服务。我们深耕产业，定位于行业精品管理咨询公司，基于以客户为中心的由外而内的方法和视角，帮助企业实现业务增长拥有累计超过 100 万个产品市场数据、1 万名+分布在工业各领域的专家资源、陆续为 300+ 大型跨国企业及大型央企等提供咨询服务，量身定制企业策略和解决方案。

我们在先进制造、能源与电力、机器人、企业数字化、汽车、医疗、化工与新材料、电子与通信等领域有多年成功的实践经验，客户涵盖 500 强跨国公司、大型央企、政府部门、协会及产业智库、投资机构等。

M2 觅途咨询在能源和电力行业多年深耕，对传统的发电、输电、配电、用电等各环节的主要参与者及业务模式有深刻理解，帮助客户深入挖掘微电网、储能、HVDC、FACTS 等新兴行业的业务机会，辅助客户决策市场布局和策略，帮助客户定位、筛选、接洽目标客户，给客户带来直接的业务合作和订单收入。团队时刻关注新能源等新兴行业以及中国电力体制改革对我们客户业务可能带来的机会与威胁，为企业应对外部环境变化所带来的机遇与挑战提供咨询和建议。

如需获得有关 M2 觅途咨询的详细资料，欢迎与我们联系。

如欲了解更多 M2 觅途咨询的精彩洞察，请关注我们的官方微信账号：M2 觅途咨询、觅数据 MDATA。

网址：www.m2investment.com

 M2 Consulting
觅途咨询

上海办公室：上海市闵行区虹莘路 3999 号上海万象城 MT2 栋 502 室

北京办公室：北京市朝阳区建国路 37 号院 4 号楼秀汇时代中心 507 号

联系人：王淼（咨询总监）

手机：+86 13162771376

邮箱：miao.wang@m2investment.com

