

# 中国氢能科技及燃料 电池解决方案 独立市场研究

2022-12



项目组提供的任何内容（包括但不限于数据、文字、图表、图像等）均系沙利文公司独有的高度机密性文件（在报告中另行标明出处者除外）。未经沙利文公司事先书面许可，任何人不得以任何方式擅自复制、再造、传播、出版、引用、改编、汇编本报告内容，若有违反上述约定的行为发生，沙利文公司保留采取法律措施，追究相关人员责任的权利。

# 目录

目录.....	2
1 全球及中国氢能产业分析.....	8
1.1 氢能概念及定义.....	8
1.2 制氢/储运/加注/使用技术概念及分类.....	8
1.2.1 氢行业综述.....	8
1.2.2 制氢工艺路线概览及分类.....	9
1.2.3 制氢工艺路线优缺点分析.....	11
1.2.4 各类制氢工艺路线的成本分析.....	11
1.2.5 氢气储运技术路线概览及分类.....	12
1.2.6 氢气加注技术路线概览及分类.....	14
1.2.7 氢能产品下游消费结构概览.....	15
1.3 全球及中国氢能行业发展现状.....	15
1.3.1 全球及中国氢能战略或政策梳理.....	15
1.3.2 全球及中国氢能产品细分市场规模分析.....	16
1.3.3 全球及中国加氢站数量和分布.....	17
1.4 全球及中国氢能产业链分析.....	17
1.4.1 交通领域.....	18
1.4.2 工业领域.....	18
1.4.3 发电领域.....	18
1.4.4 建筑领域.....	19
1.5 全球及中国氢气产品消费市场规模分析.....	19
1.5.1 全球氢气产品消费市场规模分析.....	19
1.5.2 中国氢气产品消费市场规模分析.....	20
1.6 全球及中国氢能行业发展趋势分析.....	20

1.6.1	全球氢能行业发展趋势分析 .....	20
1.6.2	中国氢能行业发展趋势分析 .....	22
2	全球及中国氢燃料电池行业分析 .....	24
2.1	燃料电池定义与结构分析.....	24
2.1.1	电堆 .....	24
2.1.2	氢燃料电池系统部件 .....	25
2.2	氢燃料电池技术优势分析.....	26
2.3	氢燃料电池技术路线分析.....	27
2.3.1	膜电极.....	27
2.3.2	双极板.....	28
2.3.3	系统部件 .....	28
2.4	氢燃料电池产业链分析.....	29
2.4.2	氢燃料电池产业链中游 .....	29
2.4.3	氢燃料电池产业链下游 .....	30
2.5	全球及中国氢燃料电池市场政策梳理与分析.....	32
2.5.1	全球燃料电池市场政策梳理.....	32
2.5.2	全球燃料电池市场政策分析 .....	33
2.5.3	中国燃料电池市场政策统计 .....	33
2.5.4	中国燃料电池市场政策分析 .....	34
2.6	全球及中国氢燃料电池市场规模 .....	34
2.6.1	全球氢燃料电池市场规模.....	34
2.6.2	中国氢燃料电池市场规模.....	34
2.7	全球氢燃料电池成本下降路径.....	35
2.7.1	燃料电池系统成本构成 .....	35
2.7.2	燃料电池成本下降路径分析 .....	35

2.8	全球氢燃料电池行业发展趋势分析 .....	36
2.8.1	“降碳减排”政策持续推动行业发展 .....	36
2.8.2	下游氢燃料市场的持续增长将带动市场需求 .....	36
2.8.3	产业联盟生态的形成将加快产业资源整合 .....	36
2.9	我国氢燃料电池行业发展趋势分析 .....	37
2.9.1	产业引导职能逐步由国家下放至地方，补贴目标从下游车厂转向上游提供商 .....	37
2.9.2	未来政策将持续聚焦于产业链上游与基础设施建设.....	37
2.9.3	氢燃料电池的成本优化带来需求端的进一步增长 .....	37
2.9.4	国内氢燃料电池应用场景决定未来石墨双极板会是市场主流.....	38
2.9.5	国产化替代进一步升级 .....	38
2.9.6	未来氢燃料电池产业上中下游或将呈现多玩家互相渗透态势 .....	38
3	全球及中国氢燃料电池汽车行业 .....	39
3.1	氢燃料电池汽车概览 .....	39
3.1.1	氢燃料电池汽车定义 .....	39
3.1.2	氢燃料电池汽车优势分析.....	40
3.1.3	氢燃料电池汽车车型发展潜力 .....	40
3.1.4	各类型重卡生命周期成本测算 .....	41
3.2	全球氢燃料电池汽车支持政策梳理 .....	41
3.2.1	海外氢燃料电池汽车支持政策 .....	41
3.2.2	中国氢燃料电池汽车支持政策 .....	42
3.2.3	全球氢燃料电池汽车发展规划 .....	43
3.3	全球氢燃料电池汽车产业链分析 .....	43
3.3.1	全球氢燃料电池汽车产业链.....	43
3.3.2	上游玩家介绍 .....	44
3.3.3	中游玩家介绍 .....	44

3.3.4	下游玩家介绍.....	45
3.3.5	终端运营玩家介绍.....	45
3.4	中国重要城市及区域的加氢站数量情况（2021年）.....	46
3.5	全球及中国氢燃料电池汽车市场规模分析.....	46
3.5.1	全球氢燃料电池汽车市场规模分析.....	46
3.5.2	中国氢燃料电池汽车市场规模分析.....	47
3.5.3	中国氢燃料电池重卡市场渗透率分析.....	47
3.6	全球氢燃料电池汽车行业驱动因素.....	48
3.6.1	重卡服务场景是全球实现交通领域碳排放优化的重要手段.....	48
3.6.2	提高核心部件技术提高氢燃料电池汽车耐久性.....	48
3.6.3	产业化条件已达目标，商业化需求正在落地.....	48
3.6.4	氢燃料电池汽车总体拥有成本不断优化，运营服务体系日益完善.....	49
3.7	中国氢燃料电池汽车行业驱动因素.....	49
3.7.1	规模效应的形成将有效降低零部件生产成本.....	49
3.7.2	氢燃料汽车成本下降进一步刺激需求端.....	50
3.7.3	应用场景从政府项目向商业化市场转移.....	50
3.7.4	氢燃料电池汽车上下游产业链协同发展.....	50
3.7.5	产业减排降碳政策符合环保主旋律基调.....	50
4	全球及中国氢燃料电池固定电源发电行业.....	51
4.1	氢燃料电池固定电源发电行业定义和背景.....	51
4.2	氢燃料电池固定电源发电主要运用场景.....	51
4.2.1	能源存储.....	51
4.2.2	电网调峰.....	52
4.2.3	能源输送.....	52
4.2.4	热电联产.....	52

4.3	氢燃料电池固定电源发电技术优势分析 .....	52
4.3.1	系统尺寸小，占用空间少.....	52
4.3.2	燃料效率高，电压升降快.....	53
4.3.3	电网稳定性和恢复能力改善，可再生能源渗透率加大.....	53
4.4	全球及中国氢燃料电池固定电源发电政策梳理 .....	53
4.4.1	全球氢燃料电池固定电源发电政策梳理.....	54
4.4.2	中国氢燃料电池固定电源发电政策梳理.....	54
4.5	氢燃料电池固定发电产业链分析 .....	54
4.5.1	产业链上游.....	54
4.5.2	产业链中游.....	54
4.5.3	产业链下游.....	55
4.6	全球氢燃料电池固定电源发电产业规模统计与预测 .....	56
4.7	中国氢燃料电池固定电源发电行业市场企业成功因素分析 .....	56
4.8.1	氢燃料电池技术、电解水制氢技术和系统整合集成技术为氢燃料电池固定电源的高性能、长寿命与安全性提供坚实基础，也为整体成本下降提供有效路径.....	56
4.8.2	强大的供应链整合能力是企业保持生态优势的强力保障 .....	57
4.8.3	良好的运营能力是燃料电池固定电源高效、安全运行的根本保障，IT 技术决定燃料电池固定电源后期的运营效率 .....	57
4.8.4	健康、良好的政商关系将有利于企业顺利承接中央或地方的固定电源示范项目 ....	57
5	氢燃料电池行业头部玩家及竞争格局分析.....	58
5.1	全球及中国氢燃料电池主要行业玩家案例 .....	58
5.1.1	亿华通.....	58
5.1.2	重塑能源 .....	58
5.1.3	捷氢科技 .....	58
5.1.4	国鸿氢能 .....	59
5.1.5	潍柴动力 .....	59

5.1.6	雄韬股份 .....	59
5.1.7	巴拉德动力.....	60
5.1.8	普拉格能源.....	60
5.1.9	丰田汽车 .....	60
5.1.10	现代汽车 .....	61
5.2	全球及中国整车厂向上整合案例 .....	61
5.2.1	海外整车厂商向上整合案例 .....	61
5.2.2	国内整车厂商向上整合案例 .....	61
5.3	中国氢燃料电池头部玩家的商业模式对比 .....	62
5.3.1	全国市场分布与分析 .....	62
5.3.2	商业模式对比 .....	63
5.3.3	产业生态情况 .....	63
5.4	中国市场氢燃料电池系统市场竞争分析 .....	65
5.3	工信部推荐车型目录报告期内各企业统计情况.....	66
6	全球及中国头部企业的氢燃料电池技术指标对比.....	67
6.1	燃料电池电堆.....	67
6.2	膜电极.....	67
6.3	燃料电池系统.....	67

# 1 全球及中国氢能产业分析

## 1.1 氢能概念及定义

氢能是一种清洁、零碳的二次能源，具有能量密度大、获取方式多样、制取和使用过程清洁、应用场景多样等特点。作为洁净能源，氢能被认为是未来最有希望取代传统的化石燃料的能源，被众多科学家视为“21 世纪终极能源”。

作为能源载体，氢有以下优势特点：

- 1) **自然含量高：**氢元素是自然界中含量最高的元素，据估计占宇宙质量的 75%；
- 2) **高效属性：**除核燃料外，氢的热值是燃料中最高的，大约为 142 kJ/kg，是汽油的 3 倍；
- 3) **可燃属性：**氢气属于易燃物，点燃快，可燃范围广，且燃点高，燃烧速度快；
- 4) **生态友好：**氢气本身无毒，与其他燃料相比氢燃烧时最清洁，燃烧产物只有水，不会对环境造成污染，同时燃烧生成的水还可以制氢，反复循环；
- 5) **应用场景广泛：**氢的使用方式多样，不仅可以直接燃烧产生热能，在蒸汽动力装置中产生机械功，还可以当作燃料用于燃料电池，或者转换为固态氢用作结构材料。用氢能代替煤和石油等化石能源，不需要对目前的技术装备进行重大改造，在现有的热力发动机基础上，略微改造即可使用；
- 6) **储运方式多样：**氢能的存储状态可以是气态、液态或固态，可以适用于不同要求下的储存和运输以及使用。

## 1.2 制氢/储运/加注/使用技术概念及分类

### 1.2.1 氢行业综述

目前，随着全球二氧化碳排放量逐年增加，气候变化和环境污染问题逐渐成为国际社会共同关注的问题。自 2016 年《巴黎协定》正式签署以来，全球各大经济体共同提出本世纪后半叶全球净零排放，同时控制全球温升较工业化前不超过 2°C 的远景目标。为达到目标，全球碳排放必须在 2070 年左右实现碳中和。为此，全球范围内限制化石燃料的使用和消费，优化能源结构和能源利用效率，增加以氢为首的清洁能源的使用已成为各国实现“减碳减排”目标的重要路径。

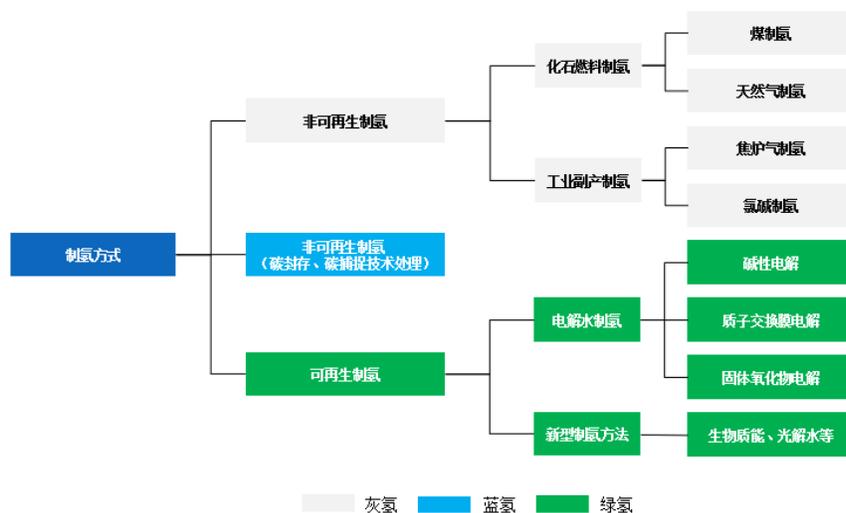
目前，氢作为新兴能源产业的发展越来越受到全球各大经济体的重视，并将其作为一项能源发展战略。自 2018 年以来，全球已有包括美国、中国、欧盟、英国、德国、法国、日本、韩国在内的 17 个国家和地区累计颁布了国家级及以上的氢能战略规划，并针对性立法。其中，欧盟于 2020 年 7 月发布了欧盟氢能战略，目标是到 2050 年将氢能在欧洲能源结构中的比例提高到 13-14%。美国于 2021 年 6 月宣布了其“氢能地球计划”，提议在 10 年内实现将绿氢成本降低 80% 的目标，从目前的 5.0 美元/千克降至 1.0 美元/kg。2022 年 3 月，中国发布了第一份《氢能产业发展中长期规划（2021-2035 年）》明确了氢能产业的发展方向和目标，首次明确氢能是未来国家能源体系的重要组成部分。

可见全球范围内，氢正凭借其高能量密度、良好燃烧性能和接近零污染等能源使用优势，日益成为全球能源转型的关键之一，并显示出巨大的增长潜力。

### 1.2.2 制氢工艺路线概览及分类

氢能作为一种二次能源，与传统化石能源最大的不同在于作为其能源载体的氢气并非通过自然开采获得，而是通过人为化工工艺制备。因此，制备氢气是氢能使用的基础环节。目前，制备氢气可以使用不同的原料，根据原料的不同，制氢方法可以分为非可再生制氢和可再生制氢，非可再生制氢是使用石化资源制氢，可再生制氢主要是使用水等可再生资源制氢。

图表 1.1 氢气制备产业结构分类



来源: Frost & Sullivan

目前，制备氢气可以使用不同的原料，根据制取原料的可再生性不同，制氢方法可以分为非可再生制氢（例如化石燃料资源等）和可再生制氢（例如水资源等）。根据氢气制备方式和其对应碳排放量的不同可以将氢按颜色分为灰氢、蓝氢和绿氢三种类别：

#### 1) 灰氢

灰氢是指通过化石燃料（天然气、煤等）转化反应制备的氢气。由于其生产成本低、技术成熟等优势，目前被广泛运用于各类化工生产领域。通过化石燃料制备灰氢是目前最常见的制氢工艺，由于其会在制氢过程中释放一定二氧化碳，具有不能完全实现无碳绿色生产的缺点；

#### 2) 蓝氢

蓝氢是指在灰氢制备工艺的基础上增加碳捕捉、碳封存等环保降碳技术得到的氢气，其制备技术可以实现整体制备工艺的低碳排或零碳排，但依然依赖于化石燃料作为原料，并非真正意义上的清洁能源。蓝氢作为一种过渡性技术产物，是加快绿氢社会发展的重要力量之一；

#### 3) 绿氢

绿氢是指通过光电、风电等可再生能源电解水制备或新型制氢方法获得的氢气，其最大的特点在于绿氢制备过程中基本不会产生任何温室气体，是真正意义上的绿色能源载体。绿色氢能是最理想的氢能形态，其推广运用是未来全世界范围内实现“零排放”、“碳峰值”和“碳中和”等目标的必经途径。目前，绿氢仅占全球制氢量规模 4% 左右，有很大的增长空间。

图表 1.2 全球制氢结构组成图（按制备原料分类，2021 年）

**【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】**

图表 1.3 全球制氢结构组成图（按灰氢、蓝氢和绿氢分类，2021 年）

**【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】**

目前，中国为全球制氢量最高的国家，2021 年氢气产量超过 3,000 万吨，但从氢气的制备仍然以煤炭等非可再生制氢方式为主，以 2021 年为例，我国煤制氢占比超过 60%，显著高于全球约 18.9% 的平均水平。未来随着中国制氢技术不断成熟，蓝氢、绿氢的制备将不断降低，氢能源价格有望进一步优化，加速氢能的消费渗透率，改善我国能源结构。

图表 1.4 中国制氢结构组成图（按制备原料分类，2021 年）

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

图表 1.5 中国制氢结构组成图（按灰氢、蓝氢和绿氢分类，2021 年）

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

### 1.2.3 制氢工艺路线优缺点分析

可再生制氢是未来制氢产业主要的技术推广方向，其在工艺上具备全周期零碳排、设备体积小和转换效率高等优势。

图表 1.6 制氢工艺路线优缺点比较表

制氢工艺		反应原理	优点	缺点
化石燃料制氢	煤制	· 煤焦化和煤气化	· 我国煤储丰富、产量丰富、成本较低、技术成熟	· 温室气体排放
	天然气制氢	· 蒸汽转化法为主，部分氧化法及催化裂解	· 成本较低、产量丰富	· 温室气体排放
工业副产制氢	焦炉气制氢	· 采用变压吸附法直接分离提纯氢气	· 工业副产、成本低	· 空气污染、建设地点受原料供应限制
	氯碱制氢	· 氯酸钠尾气：脱氧脱氯、PSA 分离纯化 · PVC 尾气：变压吸附净化、变压吸附 PSA 提氢	· 产品纯度高、原料丰富	· 建设地点受原料供应限制
电解水制氢	碱性电解	· 直流电分解水	· 技术较成熟、成本较低	· 产气需要脱碱，需稳定电源
	质子交换膜电解		· 操作灵活、装备尺寸小、输出压力大、适用于可再生发电的波动性	· 需使用稀有金属铂、铱等，成本高且供应链局限大
	固体氧化物电解		· 转化效率高	· 实验室阶段
新型制氢方法	生物质能、光解水等	· 太阳光催化水分解释放氢气、微生物催化水分解制氢	· 环保	· 技术不成熟、氢气纯度低

来源：Frost & Sullivan

### 1.2.4 各类制氢工艺路线的成本分析

不同制氢方式的平准化制氢成本差异较大，成本区间介于 10~50 元/kg 之间。目前化石能源制氢与焦炉气制氢是目前成本最低的制氢技术，制氢成本在 20 元/kg 以下，成本以原料成本为主。可

再生制氢技术成本总体偏高，其中电解水制氢的成本在 25 元/kg 以上，风电光伏制氢成本高于 40 元/kg，主要原因在于当前可再生制氢技术尚未进入大规模商业化阶段，相关制氢项目的投资及运营维护成本高。未来，在产业政策引导和政策补贴，以及市场需求端的多重驱动下，中国可再生制氢技术运用成本将进一步降低，并有望低于非可再生制氢成本。

图表 1.7 中国各类制氢方式综合成本对比分析

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

电解水制氢的成本主要由电解槽投资成本和电力成本决定，两者会显著影响制氢成本。目前，氢气制备市场主要使用的电解槽分为 AE 电解槽（碱性电解）和 PEM 电解槽（质子交换膜）两种，其中 PEM 电解槽在制氢单位耗电量方面有明显技术优势。但受限于入市时间短，PEM 电解槽现阶段投资成本、运营维护成本略高于 AE 电解槽，但从市场长期发展的角度看，未来在产业商业化的推动下，PEM 电解槽技术运用成本将进一步降低，市场优势得到进一步体现。

### 1.2.5 氢气储运技术路线概览及分类

氢气储运技术的发展对实现氢能大规模应用起重要支撑作用。虽然氢是质量能量密度最高的化学燃料，但在常温常压条件下氢为气态，其密度仅为空气的 7.14%，这使得氢气的体积能量密度相对较低，在 20MPa 环境条件下仅约为天然气的 1/3，约为硬煤的 1/20。因此，氢气的运输时常需要在高度压缩的环境下进行。此外由于氢气具有易燃、易爆的化学性质，其运输环节中的安全密封条件具有较高要求。

因此，研发和推广一种大容量、低成本的氢储运技术已经成为各国氢能产业发展亟需攻克的难点之一。从技术发展方向看，美国能源部（DOE）提出车载储氢技术的研发目标，其基本要求为：质量储氢密度达到 7.5%，体积储氢密度达到 70g/L，操作温度为 40~60°C。2022 年 11 月，中国发布的《新能源汽车产业发展规划》中也指出要攻克氢能储运、加氢站、车载储氢等燃料电池汽车应用支撑技术。

图表 1.8 氢气储运产业链分析

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

具体从氢气储运技术分类看，根据氢气的储存状态可将氢储运分为气态储运、低温液态储运、有机液态储运和固态储运等几种主流技术方向。不同状态储存的氢气可通过车载、管道或船用进行

远距离运输。目前，高压气态储氢、低温液态储氢已逐步进入商业应用阶段，而有机液态储氢、固体材料储氢尚处于技术研发阶段。其技术优缺点对比可以汇总为：

图表 1.9 主流储氢技术优缺点比较表

储存方式	核心技术	优点	缺点	技术成熟度
气态储存	高压压缩	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 成本较低</li> <li>· 常温操作</li> <li>· 储氢能耗低</li> <li>· 充放氢速度快</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 储氢密度小</li> <li>· 储存容器体积大</li> <li>· 存在氢气泄漏和容器爆破风险</li> </ul>	技术成熟，当前应用最广泛
低温液态储存	低温绝热	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 能量密度大</li> <li>· 体积密度大</li> <li>· 加注时间短</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 成本较高</li> <li>· 制冷能耗大</li> <li>· 绝热要求高</li> </ul>	技术成熟，主要在航空等领域得到应用
有机液态储存	有机储氢介质	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 储氢密度大</li> <li>· 稳定性高</li> <li>· 安全性好</li> <li>· 运输便利</li> <li>· 储氢介质可多次循环适用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 成本较高</li> <li>· 脱氢温度高</li> <li>· 能耗大</li> <li>· 氢气纯度不高，有几率产生杂质气体</li> </ul>	已无主要技术障碍
固态储存	物理或化学吸附储氢	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 安全性好</li> <li>· 储氢密度大</li> <li>· 氢纯度高，可提纯氢气</li> <li>· 运输便利</li> <li>· 可快速充、放氢</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 成本高</li> <li>· 储放氢存在约束，热交换较困难，放氢需在较高温度下进行</li> </ul>	尚在技术提升阶段，已在分布式发电、风电制氢、规模储氢中得到示范应用

来源: Frost & Sullivan

气氢拖车储气罐的压力值是气态储运的常用指标，目前常见的储气罐压力值范围为20MPa~70MPa。我国现阶段普遍采用20MPa和35MPa的气态高压储氢和长管拖车运输的方式，国外则以50MPa以上为主，相比国内，运载效率更高，商业服务能力更强。未来随着下游高压氢气需求的不断增长和氢储运技术的不断成熟，50MPa级别以上的气态储运技术和低温液态储氢或将成为储运主流方式，并加速氢能消费的市场渗透。

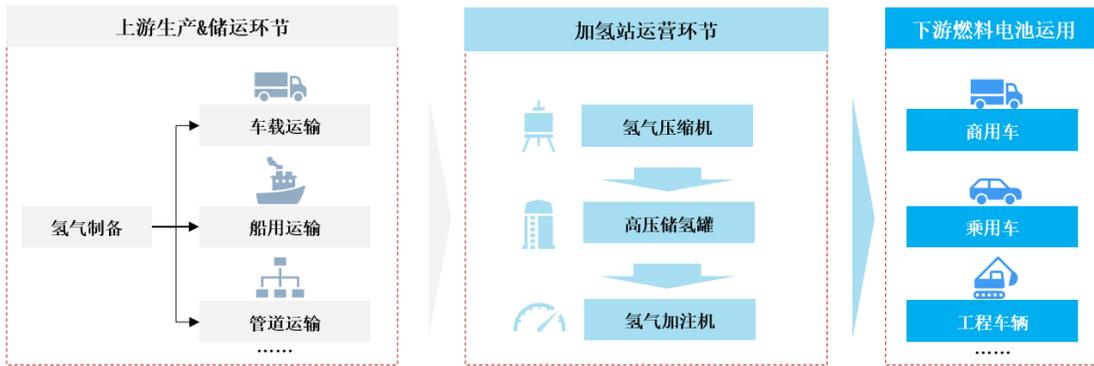
图表 1.10 国内外储运发展情况对比分析

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

### 1.2.6 氢气加注技术路线概览及分类

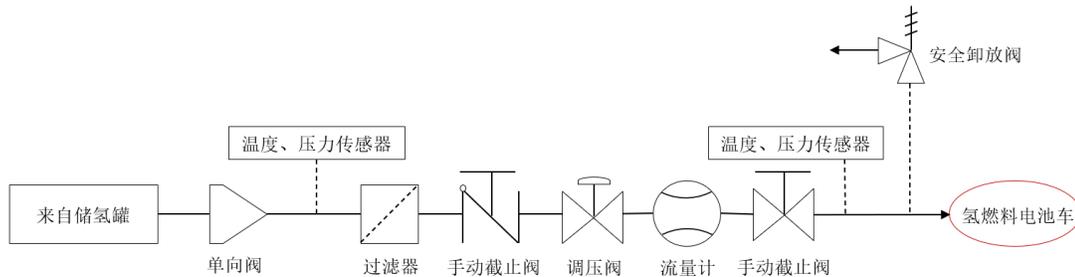
氢气加注机为下游加氢站加注氢燃料的核心设备，加注压力是其主要技术参数，目前国内氢气加注机主要分为 35MPa 和 70MPa 两种。从技术对比角度来看，氢气加注机主要结构和工作原理与压缩天然气加气机并无较大区别，未来主要的发展方向在于加注系统的智能化和安全性的提高。

图表 1.11 加氢站产业链分析



来源: Frost & Sullivan

图表 1.12 氢气加注机硬件系统示意图



来源: Frost & Sullivan

图表 1.13 不同氢气加注技术对比分析

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

### 1.2.7 氢能产品下游消费结构概览

从下游需求与消费角度观察，目前全球氢能产品的下游应用场景主要集中在化工制造、氢炼化和钢铁制造等将氢作为生产原料的领域，而直接将氢作为能源载体使用的领域占比不足 2%。但在全球“降碳减排”的政策趋势推动下，以氢燃料电池为首的新型清洁能源方案的出现将会加快氢能产品未来在交通运输领域的渗透。根据国际能源署预测，交通运输对于氢能产品的需求将从 2020 年不足 2 万吨的规模上升至 2050 年 1 亿多吨规模，并将成为未来 30 年内增长最迅速的需求增长项。

图表 1.14 2020 年全球氢能产品下游消费结构分析（按下游行业分类）

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

整体来看，中国氢能产品消费结构与全球情况类似。2021 年中国最大的用氢消费场景为化工制造，其次为氢炼化，而氢燃料电池车占比仅占很小一部分。未来在氢燃料电池技术不断成熟和新能源交通工具（例如氢能源汽车、船舶、轨道交通、航空等）商业化程度不断提高的推动下，预计到 2050 年，交通领域氢能产品消费量占比将上升至 XX%。

图表 1.15 2021 年中国氢能产品下游消费结构分析（按下游行业分类）

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

## 1.3 全球及中国氢能行业发展现状

在环境问题不断得到重视的背景下，世界能源结构正面临深度调整，清洁能源对于传统化石燃料的替代趋势将无法避免。根据各国能源发展战略规划，氢能具有清洁、高效、来源广泛以及可再生等特点，将逐渐成为各国未来能源结构的重要组成部分。了解全球氢能行业发展现状，将有助于我国更好地支持和引导氢能产业的发展。

### 1.3.1 全球及中国氢能战略或政策梳理

近年全球范围内，各大经济体为刺激境内“降碳减排”都纷纷出台了多项氢能相关战略或支持政策，为氢能行业的技术普及和商业化带来持续利好。根据整理，如下表所示：

图表 1.16 主要国家氢能战略或政策梳理表格

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

对于中国，自 2019 年氢能首次被写入《政府工作报告》以来，我国各部委密集出台各项氢能支持政策，内容涉及氢能制储输用加全链条关键技术攻关、氢能示范应用、基础设施建设等各个方面。在 2022 年 3 月，国家发展改革委联合国家能源局印发《氢能产业发展中长期规划（2021-2035 年）》中指出以实现“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，提出了氢能产业的三个五年阶段性发展目标，同时也明确了氢能是战略性新兴产业的重点方向，氢能产业上升至国家能源战略高度。

图表 1.17 中国国家层面氢能战略或政策梳理表格

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

目前，全国至少有 9 个省（自治区、直辖市）发布了氢能产业发展规划或“十四五”能源发展规划。主要包括以长三角（江浙沪）、珠三角（广东）、京津冀（北京）为代表的主要用能区域，以西南（贵州、重庆）、西北（宁夏）为代表的可再生能源供应区域等。

图表 1.18 中国地方层面氢能战略或政策梳理表格

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

### 1.3.2 全球及中国氢能产品细分市场规模分析

从氢能产品产量规模看，2022 年全球氢能产品产量预计达到 6,585 万吨，但其中有超过 90%用于化工制造和氢炼化产业，用于能源供给的氢能产品消费量不足 2%。根据预测，在全球主要经济体的能源优化整合政策的推动下，能源用氢能产品在整体氢能产品制造中的占比将逐渐提升。另一方面，随着绿氢制备技术的快速提升和普及，全球氢能产品中的可再生氢占比也将有显著提高。

按国家细分，中国是目前全球最大的氢能产品制造国。受益于我国庞大的化工制造需求，2021 年中国氢能产品产量约 3,400 万吨，稳居世界第一，占比约 55.2%。其次是美国以 1,247 万吨产量位居第二，占比约 20.2%，美国未来将着重于提高绿氢在整体氢能产品生产量中的占比。欧洲 27 国和英国则以超过 1,038 万吨的产量排名第三，占比约 16.8%，为满足未来将日益增长的氢气需求，欧盟除提高自身氢能产品产量外，也同时计划提高其进口占比。

图表 1.19 全球氢能产品销售数量分析（按主要国家划分，2017-2050 年）

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

来源: Frost & Sullivan, 本图中氢能产品主要指氢气产品

### 1.3.3 全球及中国加氢站数量和分布

加氢站作为氢能源产业或者氢能源下游应用发展的重要基础设施，是全球氢能产业建设布局的重点。

图表 1.20 全球已实现运营的加氢站数量分析（2017-2026 年）

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

从国家的角度来看，在全部 XX 座加氢站中，中国拥有 XX 座，位列世界第一。但受下游商用车占比极高的市场结构影响，中国大多数加氢站为公共汽车或卡车的专用的加氢站。另外，日本、德国和韩国凭借 XX 座、XX 座和 XX 座加氢站位居第二、第三和第四。中日韩三个国家加氢站共有 XX 座，占全球总数的 XX%，表明东亚国家在重视氢燃料电池领域发展的背景下，已形成了产业先发优势。

图表 1.21 全球已实现运营的加氢站数量分析（按地区划分，2021 年）

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

## 1.4 全球及中国氢能产业链分析

根据目前氢能产品的常见使用流程，氢能行业可以分为上游制氢环节，中游储氢、运氢和加氢环节，以及下游各应用场景环节。受行业战略价值高、技术壁垒高、前期投入高等特点影响，目前行业上中游玩家多为国家能源集团和大型能源运营公司，下游按应用场景分类也可以分为政府用户、企业用户和个人用户三种类型。

图表 1.22 氢能产业链分析

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

不同于西方发达国家，当前中国氢能产业发展具有体量大，煤制氢占比高，能源利用占比低等特点。在氢能产品的新兴制氢、液态储运、高压加注和燃料电池发电等技术领域，西方发达国家仍有一定技术壁垒。但另一方面，受益于中国庞大的下游氢消费市场，中国氢能消费产业更容易实现创新技术的推广与商业化。近年，随着中国企业在氢能源行业新兴领域研发投入的不断增加，国内资本市场亦开始涉足氢能消费产业下游的产业布局 and 商业化产品，并推动该产业进入高速发展期。

从全球下游运用场景角度观察，工业&化工是氢能产品的最大消费场景，占比超过 90%。从长期消费结构看，未来在全球氢能政策指导的推动下，氢能作为未来理想的能源解决方案将在交通和发电领域加快渗透。另外，在技术创新、基建完善和政府产业引导的背景下，全球氢能的下游消费渗透率将保持稳健增长，市场空间持续放大。

与全球市场类似，中国氢能产品消费市场的下游消费场景以化工制造、氢炼化和钢铁制造为主。受益于我国工农业的持续发展，氢能产品作为重要的工业原料，已经具有稳定且成熟的需求市场。未来，随着氢能能源解决方案不断成熟，轨道交通、航空、船运交通和建筑供热领域将进一步带来广阔的市场商业空间。

### 1.4.1 交通领域

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

**氢能源汽车：**氢燃料电池汽车是全球道路交通行业未来实现“降碳减排”的重要措施之一。

**氢能轨道：**氢能在铁路交通领域的应用主要是与燃料电池结合构成动力系统，替代传统的内燃机。

**氢能航空：**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。

**氢能船运：**通过氢燃料电池技术可实现内河和沿海船运电气化，通过生物燃料或零碳氢气合成氨等新型燃料可实现远洋船运脱碳。

### 1.4.2 工业领域

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

**钢铁行业：**钢铁行业是碳排放密集程度最高、脱碳压力最大的行业之一，碳排放约占全球排放总量的 XX%。

**化工行业：**与氢关联密切的化工细分领域集中在石油炼化、合成氨和甲醇相关的三大领域。

### 1.4.3 发电领域

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

**燃料电池发电：**为进一步确保电力系统各环节下零碳排和长期网络平衡，氢燃料电池发电技术是未来智能电网系统框架下重要的能源转换、调峰和整合技术，大型、高功率的固定氢燃料电池组发电解决方案在未来固定电源领域具备很强的竞争力。

**氢储能：**在氢燃料电池作用下，电能和氢能的相互转换系统适用于大规模可再生能源的长期储能。

#### 1.4.4 建筑领域

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

**采暖供热：**建筑领域对于氢气的需求主要用于供暖（空间采暖）、供热（生活热水）等的电能消耗领域。

### 1.5 全球及中国氢气产品消费市场规模分析

全球及中国氢气产品销售规模是指在全球及中国范围内各领域中氢气消费所对应的产值规模，且因为氢能行业的运作与氢气消费存在紧密联系，故该数值是目前各国衡量氢能源行业发展的核心指标之一。因此，使用全球氢气产品消费市场规模反映全球氢能源市场发展情况具备合理性。

目前，全球氢气产品消费市场规模约 XX 亿美元，自 2017 年以来年复合增长率达 XX%。未来在氢能的各项运用等新兴领域的快速发展带动下，氢气产品消费市场将于 2030 年突破 XX 亿美元规模。并根据能源技术发展预测，2030 年以后氨气燃料和合成燃料等技术的成熟将进一步带动氢气产品消费市场增长，并于 2050 年到达近 XX 亿美元规模。

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

#### 1.5.1 全球氢气产品消费市场规模分析

2021 年，全球氢气产品消费市场规模大约 XX 亿美元，其中化工行业占比 XX%，氢炼化占比 XX% 和钢铁占比 XX%。这三类行业仍然是最主要的氢气产品下游使用场景，整体占比超过 XX%。但同时，随着氢燃料电池汽车技术逐渐成熟，交通领域有望成为氢能源技术首个实现商业化的下游场景，并且预计到 2026 年，交通领域的氢能产品消费市场规模将到达 XX 亿美元，整体占比 XX%。至 2030 年，全球氢气产品消费市场规模将达到 XX 亿元，其中化工领域占比 XX%，交通领域占比 XX%。至 2050 年，预计全球氢气产品消费市场规模约 XX 亿美元，其中化工行业占比 XX%，氢炼化领域占比 XX%，交通领域占比 XX%。

图表 1.23 全球氢气产品销售规模分析（按下游领域划分，2017-2050 年）

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

## 1.5.2 中国氢气产品消费市场规模分析

自 2017 年以来，中国氢气产品消费受下游石油化工和冶金行业技术发展带动，使用逐渐普及。尤其是针对于炼铁工艺中氢气替代传统碳作为还原剂和能量源的工艺普及，为氢气产品消费市场带来了较大的增幅。2021 年，中国氢气产品消费前三大项为化工制造、氢炼化和钢铁行业，整体占比超过 90%。另一方面，中国氢燃料电池汽车商业化也开始在重型货运卡车等市场取得了一定的成功，为我国氢能作为清洁能源开辟了新的市场。虽然相比于全球发达国家的平均水平，我国在氢能发电、建筑供能和除汽车外的交通工具等氢能运用环节仍处于早期阶段，随着未来“碳中和，碳达峰”环境政策的推动下，其他场景的氢能商业市场将实现进一步的探索和发展。

图表 1.24 中国氢气产品销售规模分析（按下游领域划分，2017-2050 年）

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

## 1.6 全球及中国氢能行业发展趋势分析

氢作为能源载体，具有良好燃烧性能和接近零污染等使用优势，是全球能源转型的重要方向之一。随着“碳排放”正逐渐成为全人类共同面临的重要课题，通过氢能等清洁能源优化传统化石能源消费已经成为未来发展的重要趋势。

### 1.6.1 全球氢能行业发展趋势分析

#### 1.6.1.1 全球范围内氢能布局将进一步加速

经过前期摸索，世界各大经济体对于氢能发展的见解正日益完善，其颁布氢能相关的政策也开始逐渐细化并具备可执行性。针对氢能产业布局，在前期政策推动下，市场教育已经相对完善。受政策深化的影响，氢能运用技术已经逐渐从能源概念或科研成果转换成为落地的基础设施和能源产品，并带领人们进入以氢能供能基础设施建设和交通产品推广为主的新发展阶段。

分国家来看，韩国是目前氢能源交通产业发展最快的国家，另外，保有量排名第二和第三的国家分别为美国和中国。与其他国家不同的是，目前中国氢燃料电池汽车市场主要由商用车市场构成，乘用车市场发展尚在早期阶段。

图表 1.25 全球氢燃料电池汽车保有量分析（按主要国家划分，2020 年）

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

#### 1.6.1.2 经过发展和迭代，氢能技术运用将持续优化

经过初期技术研发和积累，氢能制备、运储和使用技术经过反复验证和迭代。目前，氢能技术的主要发展方向可归结为更清洁、更安全、更经济。以氢气制备技术为例，具备更清洁、更低碳排放的电解水制氢技术是未来主要技术发展趋势。另外，随着技术的应用成本逐渐降低，具备安全、高效和经济性高等特点的先进电解槽、高压储运和燃料电池等产品也将加快对于整体市场的渗透。

对于氢气储运及加注领域，进一步提高氢气的储运及加注过程的高效和安全属性是目前的各国氢气运用的主要突破方向，研发和推广一种大容量、低成本的氢储运技术和高效安全的加注技术已经成为各国氢能产业发展亟需攻克的难点。从氢气储运角度来看，目前高压气体储运和低温液态储运等先进技术的推广受运用成本过高有所限制。但随着全球整体氢能市场的进一步发展和各国相关领域的科研突破逐渐增多，高压气体储运及低温液态储运等先进技术的推广依然是降低氢气全周期使用成本的重要优化路径。

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

#### 1.6.1.3 各国氢能推广模式出现分化，未来市场将继续向民用能源市场渗透

目前看来，全球各国在推广氢能项目的思路并不完全一致，主要分为以中国为首的依赖政府建设项目带动和以韩国为首的依赖市场发展为主、政府指导为辅的两种模式。

参考韩国氢能发展路线，现代汽车集团对于氢能汽车的投入和部署是影响市场快速向氢能汽车技术方向发展的重要推手。为实现氢能的规模经济效益，现代集团积极与韩国政府开展示范运行，与韩国国内外企业开展合作，推动产业国际协同融合，建立全球氢能生态系统。另外，韩国政府重视氢能产业发展，为现代燃料电池的发展提供了强有力的支撑。2019 年，韩国政府公布了《氢经济发展路线图 1.0》，计划以氢燃料电池车和燃料电池系统为两大重要支柱，打造产业生态系统。事实上，韩国的发展模式严重依赖于个人消费者对于氢能乘用车的消费，政府补贴在驱动整体市场发展上起到关键引导作用。

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

#### 1.6.1.4 随着清洁能源的发展，氢能全球贸易体系格局将逐步形成

根据现今的能源供应格局，2021年“俄乌战争”爆发以来照成的西欧整体的天然气短缺再次暴露了化石能源高度依赖于原产地稳定的特点。受该影响驱动，以西欧为首的国家将进一步加速新氢能等新能源替代传统化石能源的进程。另一方面，世界范围内化石燃料该类战略资源不平等的现状也助长了各国长期追求新能源替代的动力，如韩国、日本等长期化石燃料高度依赖于进口的国家也是世界氢能技术发展的主要推手。

未来，全球氢经济的快速增长可能带来重大的地缘经济和地缘政治变化，新的氢能出口商和进口商之间将形成新的贸易网络，从而导致出现一系列新的能源依存关系，并使能源关系区域化，从而重塑世界能源贸易格局。

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

图表 1.26 全球氢气贸易计划举例图

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

## 1.6.2 中国氢能行业发展趋势分析

### 1.6.2.1 氢能等清洁能源替代传统化石燃料将持续是主流的环境政策方向之一

图表 1.27 中国地方层面落地政策梳理表格

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

### 1.6.2.2 中国氢能源产业生态雏形已经形成，未来交通和发电将率先完成市场化进程

随着近年中国加大在氢能方面的研究、投入和产业部署，国内氢能产业已经开始具备一定规模。其中政府和国有能源企业对于产业的部署集中在制氢端，主要玩家以国字头能源巨头为代表。另外相对于其他领域，中国非国资企业在氢燃料汽车领域布局相对较早，具备一定技术先发优势。与之相对应的，资本市场投资也相对集中于氢能交通和发电领域，预测氢能交通和发电将率先完成市场化进程。

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

### 1.6.2.3 在技术发展方面，中国将向着多元化方向探索

从核心技术和关键材料的开发角度切入，从制氢设备、储氢设备、储氢材料，到氢燃料电池隔膜、催化剂和系统模块，我国氢能产业整体取得长足发展的同时又面临相关核心技术和关键材料与

世界先进水平仍然具有差距，或多或少存在“卡脖子”的问题。如储氢、运氢的关键技术和核心部件尚未完全实现国产化，暂时还不能做到自主可控发展。

**从运用技术角度切入**，氢能汽车仍是氢能最主要的利用方式。随着中国氢能行业的兴起，未来随着市场对氢能的需求旺盛，运输距离方面将向着远距离运输发展。目前已有相关示范项目进行远距离运输探索，为未来大规模氢能运输发展做技术储备。同时，以现有的天然气运输管网为基础，进行天然气掺氢运输试验是探索氢气管道运输的有效途经。未来，车载储氢将以气态、低温液态为主，多种储氢技术相互协同；氢气运输将以高压气态车载运输、低温液态运输和气氢管道运输相结合的方式协同进行。在未来行业成熟阶段，大力发展管道运输将成为必然趋势，氢能管网将覆盖全国，保证氢能源的通畅供应。

**从原材料生产角度切入**，目前全国绝大多数的氢气主要来自煤制氢，仍然无法避免碳排放问题。而通过电解水制氢，再利用氢能发电效率势必逐步降低，若采用化石能源发电开展电解水制氢既会产生碳排放，又与高效利用资源的初衷相违背。因此光伏、风电、核电等可再生能源制氢技术的开发变得尤为重要。

**【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】**

## 2 全球及中国氢燃料电池行业分析

### 2.1 燃料电池定义与结构分析

氢燃料电池是通过氢气和氧气的反应，直接将其化学能转换成电能的发电装置。受益于氢燃料高热值、零碳排等优点，氢燃料电池可作为理想的器械动力源或发电设备。

氢燃料电池基本原理是电解水的逆反应，即把氢气和氧气分别供给于阳极和阴极，氢气在阳极处通过催化剂作用发生氧化反应后形成氢离子和电子，氢离子穿过电解液或隔膜和阴极附近的氧气及通过外部电路到达阴极的电子共同作用，发生还原反应生成水和热量的过程。整个反应产生的电子通过外部电路产生电流，即为氢燃料电池的发电过程。

图表 2.1 氢燃料电池原理示意图（以质子交换膜电池为例）

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

#### 2.1.1 电堆

氢燃料电池系统内部结构较为复杂，主要由电堆和系统部件组成。其中，电堆是整个系统的技术关键，是氢燃料电池系统中负责管理和调控化学能转换为电能过程的核心部件。具体来说，电堆可以简单理解为多个由膜电极、双极板构成的单电池和集流板、端板和密封圈等功能构件组成的电池单元集合。

##### 2.1.1.1 膜电极组件

膜电极（MEA）是电堆中单电池的主体结构，是负责提供燃料化学能向电能转换反应的核心场所，决定整体氢燃料电池的功率密度、耐久性和使用寿命。膜电极通常由阴极扩散层、阴极催化剂层、电解质膜、阳极催化剂层和阳极气体扩散层等构件组成。其中，质子交换膜（PEM）、催化剂和气体扩散层（GDL）为确保膜电极正常运作核心技术。

图表 2.2 氢燃料电池原理示意图

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

目前，质子交换膜作为氢燃料电池的卡脖子技术，是国内实现设备全国产化的主要攻坚方向。高性能的膜电极需要具备以下特征：最大限度减小气体扩散阻力，最大限度发挥单位面积和质量的催化剂反应活性；交换层形成通畅的质子通道，尽可能减弱传输阻力；外部负载电路形成良好的电

子通道以便形成稳定电流；气体扩散层该保证良好的机械强度及导热性；膜具有良好的化学稳定性、热稳定性及抗水解性。

#### 2.1.1.2 双极板

双极板是燃料电池的一种核心零部件，主要作用为支撑 MEA、均匀分配提供氢气、氧气和冷却液流体通道（排水）并分隔氢气和氧气、收集电子、传导热量。根据基体材料种类的不同，双极板分为石墨双极板、金属双极板、复合材料双极板三种类型。双极板性能的优劣将直接影响电堆的体积、输出功率和寿命。

图表 2.3 膜电极结构组成示意图

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

### 2.1.2 氢燃料电池系统部件

除电堆的基本组成结构外，氢燃料电池的系统部件同样扮演重要角色。按功能分，除电堆模块之外的主要分为空气循环系统、氢气供应系统、水热管理系统与电控系统。核心系统部件如空气循环系统的空气压缩机、氢气供应系统的氢循环装置以及水热管理系统的增湿器等。系统部件主要功能是维持电堆的正常工作，对空气循环系统、氢气供应系统、水热管理系统等外部辅助系统的协调与配合。

#### 2.1.2.1 空气循环系统

燃料电池系统中，空气循环系统的关键作用在于及时将反应过程中产生的水排出，控制整体系统的“水平衡”，防止因系统水含量过低或过高引起的“干膜”和“水淹”现象，从而保证了氢燃料电池中电子的正常传输和气体的及时扩散。其中，空气循环系统的关键部件为空气压缩机，通过对进堆空气进行增压，为电堆提供适量适压的氧气。空气压缩机的性能对燃料电池系统的效率、紧凑性和水平衡特性等有着重要影响。

#### 2.1.2.2 氢气供应系统

氢气供应系统是为电堆提供反应物氢气的重要组件，氢气供应系统核心部件为氢气循环装置。

图表 2.4 氢燃料电池系统结构组成示意图（以汽车为例）

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

氢气循环装置的主要作用是将电堆未反应的氢气循环至电堆氢气入口，从而提高氢气利用率。另外，循环装置可同时将反应产物水循环至燃料电池堆的入口，维持电堆整体湿润水平。现阶段氢气循环产品主要有氢气循环泵、氢气引射器等产品。

图表 2.5 丰田 Mirai 氢循环泵与电堆位置关系



来源：丰田汽车官网，Frost & Sullivan 整理

### 2.1.2.3 水热管理系统

水热管理系统是通过控制流经电堆的冷却液流量进行燃料电池电堆的温度控制的重要组件。燃料电池冷却液循环回路通常包括水泵、节温器、去离子器、中冷器、水暖 PTC、散热器和冷却管路。

## 2.2 氢燃料电池技术优势分析

对比其他能源系统，氢燃料电池的主要技术优势来自燃料属性和系统属性两个方面。

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

(1) **环境友好**：燃料电池使用氢气作为燃料，能量释放过程中碳排放为零，是目前环境效益最高的能源系统；

(2) **经济节能**：燃料电池能量转换效率高，燃料电池堆的能量转换效率为 40~60%，远高于汽油机 16%~18%和柴油机 20%~24%；

(3) **加注时间短**：不同于锂电池需要长时间的充电，氢燃料电池使用加注氢气的方式进行充电，整体加注时间接近或优于传统汽油机；

(4) **使用场景更广**：汽油机无法在零下 15°C 以下的低温环境中使用，但氢燃料电池可以在最低零下 35°C 的环境中运作；

(5) **自重轻**：对比传统锂电池，燃料电池系统自重更轻，可以安装在便携式发电机上作为备用能源供给。另一方面，若在设备自重有要求的前提下，安装燃料电池系统可以获得比纯电池系统更高的装载能力或燃料容量。

图表 2.6 氢燃料电池与其他各类发动机系统性能对比分析

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

## 2.3 氢燃料电池技术路线分析

要对氢燃料电池技术路线进行整体分析与研判，需要将电池拆分成核心零部件并对它们依次进行分析，以下将对电堆核心部件（膜电极、双极板）与核心系统部件（空气压缩机、氢循环装置、增湿器）进行逐一剖析。

### 2.3.1 膜电极

若按照电池膜电极内部电解质的分类，氢燃料电池主要分为五大类：（1）碱性燃料电池（AFC）；（2）磷酸型燃料电池（PAFC）；（3）质子交换膜燃料电池（PEMFC）；（4）熔融碳酸盐燃料电池（MCFC）；（5）固体氧化物燃料电池（SOFC）。

相比其他氢燃料电池种类，其中质子交换膜燃料电池以启动时间短（~1min）、操作温度低（<100°C）、结构紧凑及功率密度高等特点已成为氢能汽车的动力源首选，受未来氢能汽车持续发展的大背景影响，质子交换膜燃料电池技术将在很长一段时间内成为氢燃料电池市场发展的主要方向。

图表 2.7 各类燃料电池技术指标对比

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

#### 2.3.1.1 质子交换膜（PEM）

按照含氟量分类，质子交换膜主要可以分为全氟磺酸膜、部分氟化聚合物质子交换膜、复合质子交换膜和非氟化聚合物质子交换膜等几种类型，其中全氟磺酸膜是目前商业化运用最为成熟的种类，已广泛运用于氢燃料电池汽车生产。从技术发展角度切入，制备轻薄化膜是降低 PEM 欧姆极化的主要技术路线。

图表 2.8 各类质子交换膜技术指标对比

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

### 2.3.1.2 催化剂

催化剂需要权衡成本与耐久两方面因素，目前行业普及的成熟技术为以贵金属铂为核心功能材料的铂催化剂。科研方面，提高铂催化反应效率，追求一种新型高稳定、高活性的铂催化剂亦是目前研究的热门方向。另一方面，针对于贵金属铂的回收也随着技术发展逐渐成熟而促进了铂回收产业落地的进度。

从科研角度切入，铂催化剂存在高性能铂催化剂、铂合金催化剂和非铂催化剂等多种技术发展路径。目前，铂合金催化剂已在科研领域取得较大进展，混合铂、钴、铂、镍等金属的铂合金应用已具备初步的技术可行性，但受限于除铂以外的贵金属运用，价格成本并没有明显优化。另一方面，非铂催化剂目前依然无法解决性能与稳定性较差的问题。

图表 2.9 各类催化剂技术指标对比分析

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

### 2.3.2 双极板

双极板分为石墨双极板、金属双极板和复合双极板。石墨双极板具有稳定性强、质量小和耐腐蚀性高等特点。金属双极板具有机械性能强、厚度薄、阻气性好等特点，但易被腐蚀，寿命短。复合双极板则兼具石墨板和金属板的优点，但制备工艺繁杂，成本较高。

图表 2.10 石墨双极板与金属双极板的对比分析

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

具体来看，金属板成本较低，在伸展性、阻气性、厚度等方面性能较好。但由于金属耐腐蚀性差，同条件下寿命仅为石墨双极板的一半不到，目前运用场景相对受限。因此，运用表面改性的多涂层结构金属双极板和复合材料双极板提高使用寿命是目前金属双极板技术的两个主要发展方向。另一方面，石墨双极板寿命长，性能稳定，性能好，但造价较高，体积大。由于目前国内石墨双极板普及率更高，技术更成熟，而国外在金属双极板技术上更加领先。随着未来商用车尤其是中重型卡车的加速普及，我国双极板市场未来将仍以石墨双极板为主。

### 2.3.3 系统部件

### 2.3.3.1 空气压缩机

燃料电池系统用空压机主要有离心式、罗茨式、螺杆式三种类型。目前使用较多的是螺杆式空气压缩机，但离心式空气压缩机因密闭性好、结构紧凑、振动小、能量转换效率高等特点，较具应用前景，随燃料电池系统功率的快速上升，离心式空压机会逐渐成为市场上的主流选择。在空气压缩机的关键部件中，轴承、电机是瓶颈技术，低成本、耐摩擦的涂层材料也是开发重点。

### 3.3.3.2 氢循环装置

氢气循环装置分为主动循环和被动循环两种形式，主动循环形式的关键部件是氢气循环泵，被动循环形式的关键部件是氢气引射器。氢气循环泵在主动可调节、快响应速度和宽工作区间等方面占有一定优势，具有耐水性强、输出压强稳定、无油的性能，但制备难度较大，制造成本昂贵。而被动循环主要指单引射器、双引射器方案。单引射器在高负载和低低负载、系统启停、系统变载等工况下不易保持工作流的稳定，双引射器能适应不同工况但结构复杂、控制难度大。以氢循环泵为主的主动氢循环系统装置是市场发展主流趋势。除此之外，引射器与氢循环泵并联、引射器加旁通氢循环泵方案也是目前相对热门的技术发展方向之一。

## 2.4 氢燃料电池产业链分析

### 2.4.1 氢燃料电池产业链上游

上游主体主要包括燃料电池系统及其零部件供应商。按产品类型分，分为燃料电池电堆供应商、系统部件供应商等玩家。目前，产业上游燃料电池系统核心零部件生产，如膜电极等主要依赖于进口，另外部分零部件如空压机、双极板基本已实现国产化。另外，在增湿器等国外相对领先的领域中，我国近些年技术发展速度较快，预计也将在短时间内完成多数的国产替代。

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

### 2.4.2 氢燃料电池产业链中游

#### 2.4.2.1 中游玩家分类与介绍

产业中游玩家主体为燃料电池系统提供商，根据企业发展路径分类，行业中游玩家可分为传统集成类玩家、垂直衍生类玩家和跨界类玩家三类。

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

#### （一）传统集成类玩家

国内传统集成类玩家比如亿华通、重塑能源、东方电气和海卓科技等，前期业务以系统集成技术为主，从上游供应商采购关键零部件并将其组装成电池系统再销售给下游整车厂。在市场的快速发展带动下，中游传统集成类玩家已开始布局以氢燃料电池为核心技术，渗透上游关键部件的制造，和下游运营服务关键节点。

## （二）垂直延伸类玩家

国内上游垂直延伸类玩家如国鸿氢能、清能股份，最初是产业链上游核心零部件生产商，为系统集成商提供如电堆、双极板等产品，后凭借掌握核心电池技术向中游延伸发展，实现从氢燃料电池核心零部件提供商到氢燃料电池系统集成商的转型。相比传统氢燃料电池系统集成商，垂直延伸类玩家拥有一定核心技术优势，但系统集成能力、现有商业渠道和行业生态整合优势发展相对较晚。

## （三）跨界类玩家

国内传统燃油发动机巨头如潍柴动力、电动机企业如大洋电机也都在积极布局氢燃料电池板块，两个企业均通过股权投资加拿大 Ballard 的方式达成其燃料电池业务的战略部署。另一方面，传统燃油发动机和电动机巨头的相继入局标志着氢燃料电池市场和氢燃料电池汽车产业的想象空间巨大。

### 2.4.2.2 中游商业模式分析

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

#### （一）采购模式

中游玩家的采购主要分为电堆购买以及外围零部件购买，上游供应商通过直销的方式为企业提供上述零部件产品服务。对于企业自主开发的零部件，通常由企业设计好具体技术参数指标并委托上游供应商进行产品的制造、加工与销售。

#### （二）服务模式

目前，氢燃料电池系统集成商服务主要存在订单销售与政企合作两大形式。在第一种模式中，氢燃料电池系统集成商是销售行为的主要牵头人，通过将直接对接上游政府客户或使用企业和下游整车制造商获取订单，并与整车制造商共同完成氢燃料电池汽车的开发，并辅助其完成氢燃料电池汽车的修护与售后服务。

### 2.4.3 氢燃料电池产业链下游

氢燃料电池作为完全清洁、无污染的能源解决方案，在全球环境治理越发重要的大背景下拥有丰富的下游应用场景。目前国内氢燃料电池的主要应用场景为氢燃料电池汽车领域。从汽车类型角度观察，氢燃料电池汽车广泛运用于货运重卡和客车等大型商用车场景，而后者正是目前社会几个重要碳排来源之一。

此外，燃料电池也正在逐步被应用于船舶、轨道车辆、航空等其他交通领域。氢燃料电池应用覆盖多类交通工具，为全球提供强有力的减碳、零碳的解决方案。此外，鉴于氢燃料电池具备优异的储电性能，固定式电源和便携式电源也是未来极具潜力的应用场景。

#### 2.4.3.1 氢燃料电池汽车

按车辆用途分，氢燃料电池应用场景分别为商用车和乘用车：

##### （一）乘用车

**【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】**

##### （二）商用车

**【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】**

国内燃料电池系统的主要应用场景为商用车，与燃油汽车、混合动力汽车以及纯电动汽车相比，燃料电池汽车在整车指标性能、应用场景维度上存在较为显著的比较优势。当前氢燃料电池商用车的主要示范应用集中在物流和客车等领域，在产业补贴和国家支持政策等措施激励下，中国氢燃料电池在客车、物流车的商用车场景应用已经领先于其他场景。

目前在政策补贴后，氢燃料电池重型卡车的购车成本与纯电重卡成本大致相当，政策方面的优惠和扶持已成为燃料电池重卡推广的强驱动力。随着未来燃料电池材料技术的进步、系统制造成本的降低、产业规模效应的加强，都将成为燃料电池汽车推广的主要因素。

#### 2.4.3.2 船舶、轨道车辆、航空等其他交通应用

虽目前世界范围内氢燃料电池应用场景大多聚焦在氢燃料电池汽车领域，但氢燃料电池未来在轨道交通、船舶等其他交通工具领域应用推广也具备较大市场潜力。

**【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】**

#### 2.4.3.3 固定发电与便携式电源

## （一）固定式电源

固定式电源包括所有在固定位置运行的作为主电源（发电站）、备用电源或者热电联产的燃料电池，比如分布式发电及余热供热等，主要被用于商业、工业及住宅主要和备用发电。

受限于高昂的成本投入，固定式电源目前商业化进程缓慢，国内暂无已落地实现商业化运营的固定电源项目。但随着氢能源越发被政府和市场重视，以氢燃料电池技术为主的固定电源示范项目将相继推出。相比之下，国外氢燃料电池技术发展相对成熟，配套设施相对完善，故固定电源市场相对领先。整体来看全球固定电源项目少，普及度低。

## （二）便携式电源

便携式电源则包括笔记本电脑、手机、收音机及其他需要电源的移动设备。通常来说，燃料电池的能量密度通常是可充电电池的 5 到 10 倍，目前已有 PEMFC 和 DMFC 燃料电池被应用为军用单兵电源和移动充电装置上。

受制于成本、稳定性和寿命，便携式能源解决方案目前商业化应用不足。但随着材料技术逐步改进、产业链规模效应产生，未来成本将持续下降，更多的便携式电源应用将逐渐增多。

### 2.4.3.4 氢燃料电池回收

**【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】**

目前，国外公司在燃料电池回收方面有较为丰富的经验。以巴拉德为例，其采用翻新再利用的形式来处理回收的燃料电池。巴拉德为老化的电堆更换新膜电极，循环使用原双极板和其他零部件。翻新后的电堆具备全新的膜电极和密封组件，并被送还至原客户。翻新后的电堆符合与新电堆规格要求，但其成本显著低于新电堆制造成本。此外，替换下来的膜电极被送至第三方工厂以回收铂，并用于其他产品制造，实现产品全寿命管理。

## 2.5 全球及中国氢燃料电池市场政策梳理与分析

### 2.5.1 全球燃料电池市场政策梳理

#### 2.5.1.1 全球政策概览

在全球范围内，各国政府积极布局氢燃料电池产业，其中主要的氢燃料电池技术运用国家为中国、美国、日本、韩国和欧洲各国。

图表 2.14 美国氢能燃料电池政策表

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

图表 2.15 欧洲氢能燃料电池政策表

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

图表 2.16 日韩氢能燃料电池政策表

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

## 2.5.2 全球燃料电池市场政策分析

美国对未来国家氢能发展动力十足，颁布了氢能经济的产业规划政策，并且向设立的 FCTO 办公室（能源部燃料电池）进行大量投资，制定了为期三十年的可再生能源规划，致力于打造低价氢能燃料社会。政策补贴上，美国政府先后出台相关支持政策对氢燃料电池技术、下游燃料电池卡车进行财政支持，也对氢能价格降低目标做出规定。预计未来美国将持续投入在氢燃料电池技术的研发资金，同时增大对下游整车厂的补贴力度。

而欧洲在 2019 年后大面积扩大了氢能路线图，展现了打开氢能燃料电池汽车市场的野心，主要的应用国家聚焦在英国、法国、德国三国。英国注重未来低碳环保经济的发展，大力鼓励了氢能储能电池的开发，法国关注于氢能的储存能力，投入了大量资金在储氢罐的制造，德国加强了绿氢项目的研究力度，不仅局限于燃料电池上。法国发起氢能方面欧洲共同利益重要项目（IPCEI）并投入 15 亿巨额资金加码氢燃料电池技术。预计未来将围绕 IPCEI 出台更多引导政策以助力该欧洲氢能共同利益项目成功落地。

日韩由于国土面积限制、自然资源匮乏，发电手段单一且相对薄弱，两国对氢能燃料电池市场保持积极态度。为了扩大市场效应，两国都有建立与国际氢能产业供应链的联系，互相带动氢能经济发展。近年来，韩国政府不断增加在氢能源方面的投入，将相当一部分公共财政用于氢能相关项目。

## 2.5.3 中国燃料电池市场政策统计

图表 2.17 中国氢能燃料电池政策

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

## 2.5.4 中国燃料电池市场政策分析

我国在近两年制定了氢能源、氢能源燃料电池和氢能经济发展各个方面的详细规划和政策，展现了国家对氢能发展的高度关注与投入。近一年内，为了提供氢能的便利使用，基础设施建设不断更新升级。此外，氢能的应用场景也从原来的交通拓展到钢铁、石化等重工业项目，预计 2035 年氢能将具备成熟的产业规模，并且创造大量社会价值。

## 2.6 全球及中国氢燃料电池市场规模

### 2.6.1 全球氢燃料电池市场规模

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

图表 2.18 全球燃料电池销售数量分析（按主要区域划分，2017-2050 年）

若分国家进行对比，除中国以外，日韩两国是目前氢燃料电池产业发展最为迅猛的国家。受其他自然资源匮乏等因素推动，日韩将发展氢能作为国家能源安全战略的重要一环，韩国 2021 年氢燃料电池销售套数居世界首位。美国虽也为氢能发展的主要推动国家，但国内页岩油资源储量丰富，短时间内难以广泛调动全社会对于氢燃料电池技术推广的积极性。

图表 2.19 全球燃料电池销售规模分析（按销售总功率口径计，2017-2050 年）

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

若分下游运用场景对比，目前全球范围内氢燃料电池汽车和氢燃料电池固定电源发电两个行业为氢燃料电池下游运用场景中最大的两个板块。

图表 2.20 全球燃料电池销售规模分析（按下游领域划分，2017-2050 年）

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

### 2.6.2 中国氢燃料电池市场规模

不同于海外市场，中国对于氢燃料电池技术的运用绝大多数为汽车领域，其他领域的涉足均停留在实验室或示范运营阶段。2017 年，中国燃料电池系统行业处于初步商业化阶段，整体市场相对较小。随着国际氢能产业的发展及中国碳中和发展战略的提出，中国燃料电池系统销售套数整体呈现上涨趋势。

图表 2.21 中国燃料电池销售数量分析（2017-2050 年）

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

随着中国低碳化战略方针持续落地、氢能产业规划逐渐明晰、制造技术进步、氢产业链基础设施建设投入不断加大以及氢能产业走向商业化等因素推动，预测至 2030 年中国氢燃料电池市场出货量将增长至约 300,000 套规模，至 2050 年增长至 1,000,000 套规模。

图表 2.22 中国燃料电池销售规模分析（按销售总功率口径计，2017-2050 年）

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

图表 2.23 中国燃料电池销售规模分析（2017-2050 年）

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

## 2.7 全球氢燃料电池成本下降路径

### 2.7.1 燃料电池系统成本构成

图表 2.24 中国燃料电池系统核心组成部分成本分析

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

### 2.7.2 燃料电池成本下降路径分析

通过降低组成燃料电池系统各部件的单项成本，燃料电池系统的整体成本得以降低。现将主要成本项零部件降本路径及可行性进行分析，并对降本效果进行评估与预测。

#### 2.7.2.1 燃料电池成本下降路径原理分析

(1) **质子交换膜**：【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

(2) **催化剂**：【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

(3) **气体扩散层**：【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

(4) **双极板**：目前国内双极板企业在石墨双极板上扩产趋势明显，规模效应带来的降本将直接驱动电池系统整体成本下降。

图 2.25 中国燃料电池系统及电堆成本分析（2017-2026 年）

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

图表 2.26 中国膜电极及双极板成本分析（2017-2026 年）

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

## 2.8 全球氢燃料电池行业发展趋势分析

### 2.8.1 “降碳减排”政策持续推动行业发展

未来氢燃料电池是氢能政策主要聚焦产业之一，随着全球对环境保护与治理问题越发看重，包括氢燃料电池的新能源技术是节能减碳的有效途径。在北美、欧洲以及日韩等发达国家，随着经济增长，货运量持续扩大、商用车持续增多。货运里程数增多直接带来了潜在碳排放量的增多，未来新能源技术将深度应用于商用车。基于氢燃料电池的比较优势，未来氢燃料电池将深度应用于商用车领域。为引导市场、落实环境治理的政治与社会目标，全球各国政府将着重聚焦氢燃料电池产业。

图表 2.27 世界各国氢能燃料电池相关政策

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

### 2.8.2 下游氢燃料市场的持续增长将带动市场需求

新能源发电并网带来“弃风、弃光”问题的出现为氢储电市场地发展提供着机会。随着全球对环境治理的不断重视和俄乌战争及其他地缘危机引发的能源危机，新能源发电正逐步成为全球最为关注的焦点之一。作为全球范围内重点发展的发电方式，新能源发电如光伏、风能发电存在调节灵活性差、间歇性及波动性强等诸多痛点，而氢储能作为新兴储能技术将有效解决此痛点。未来新能源发电并网将带来氢燃料电池市场需求端的发展。

### 2.8.3 产业联盟生态的形成将加快产业资源整合

随着氢燃料电池技术的逐渐成熟和市场规模扩展，市场主导机制正在逐步形成。国际上，燃料电池行业的资源整合大多采用共建研究联盟和国际合作等方式，例如：美国国家实验室根据需求成立不同的研究创新联盟，美国政府和国内外企业就燃料电池系统、应用示范、氢基础设施和氢安全测试等建立双边、多边的国际合作机构和机制。事实上，在氢燃料电池市场发展初期，企业之间通过产业协会或联盟形式的组织交换行业情报和分享知识成果是十分有必要的。另一方面，联盟的存在能够更好地协助产业内部创业企业以集体的形式对外发声，提高自身市场认知价值。预计未来至产业

成熟期之前，研究联盟的产业合作形式都将普遍存在。此外，基于对氢燃料电池系统技术、氢燃料电池产品和生态资源的考量，企业与产业上下游或同业玩家签订战略协议或进行股权合作成立合资公司或入股相关企业亦是行业内玩家主要的资源整合手段。

图表 2.28 世界各国氢能燃料电池相关政策

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

## 2.9 我国氢燃料电池行业发展趋势分析

### 2.9.1 产业引导职能逐步由国家下放至地方，补贴目标从下游车厂转向上游提供商

最初的氢燃料电池相关顶层规划由国务院、国家能源局和工信部等中央机构牵头制定。此后国家先后出台了燃料电池汽车购置补贴政策和“以奖代补”新扶持政策，补贴重心从下游整机厂转向上游核心部件及关键材料企业，实施权力由中央下放至地方。一方面国家的政策引导更偏向对产业上游企业的技术扶持与生产鼓励，另一方面政策将全国划分为 5 个城市示范群---北京城市群、上海城市群、广东城市群、河北城市群和河南城市群，并逐步将产业引导职能下方至城市示范群，对城市示范群进行专项资金支持。

### 2.9.2 未来政策将持续聚焦于产业链上游与基础设施建设

未来政策将持续侧重于产业链上游，助力国内关键部件与材料企业实现技术和商业化突破，从而实现国产化全覆盖，引领国内氢燃料电池市场健康、可控发展。同时在实施层面，产业引导职能将持续下方至地方政府，城市示范群数目将持续增加，专项产业引导资金的发放将更加聚焦实际落地项目。在未来氢燃料电池市场中，更多的企业将在更多的地区以政府示范类项目为契机展开商业合作，共同推动市场蓬勃、高速发展。同时，为从下游需求端刺激整个氢燃料电池行业发展，政策持续聚焦于氢相关基础设施建设。

图表 2.29 全国各个城市加氢站支持措施

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

### 2.9.3 氢燃料电池的成本优化带来需求端的进一步增长

随着材料技术、制造工艺进步、核心部件国产化以及规模效应产生，未来燃料电池系统的成本将继续呈现下降趋势，燃料电池汽车厂商的采购成本明显降低。在更低的成本下，以盈利为驱动的氢燃料汽车运营企业将有更强的采购意愿，氢燃料电池需求端将继续增长。

另一方面，未来氢燃料乘用车的政策补贴和引导增强了终端消费者对于氢燃料电池乘用车的购买意愿，使得氢燃料汽车消费端需求增长。终端市场对汽车的需求增长最终传递至氢燃料汽车厂商对氢燃料电池的需求，拓宽了氢燃料电池整体市场空间。

#### 2.9.4 国内氢燃料电池应用场景决定未来石墨双极板会是市场主流

相比于金属板，石墨板耐腐蚀性强、寿命长，适用于对电池体积不敏感且长时间工作的汽车。因此，针对于我国商用车为主，中型、重型卡车占比高的市场现状，选用石墨板是国内双极板生产最佳选择。根据我国氢燃料电池汽车市场商用车先行发展的现状，燃料电池商用车运用拓展是从下游继续驱动燃料电池市场增长的主要影响因素，预计未来石墨双极板燃料电池将仍是国内市场主流。

#### 2.9.5 国产化替代进一步升级

随着我国针对于燃料电池全部件自主研发政策的制定，我国燃料电池市场目前已逐步在膜电极、双极板等关键部件实现全国产化。在质子交换膜、气体扩散层和催化层实现初步商业化尝试的现阶段，国产燃料电池技术已实现相关技术走出实验室、相关产品从无到有的飞跃。可以预见的，通过未来以东岳为首的质子交换膜供应商、贵研铂业等催化层供应商等众多国产供应商技术进一步升级、产品性能进一步迭代，实现从质子交换膜、气体扩散层、催化层、双极板为核心的电堆到空压机、氢气循环泵和增湿器为核心的系统部件的国产化全覆盖将成为可能，进一步实现氢燃料电池的技术可控与成本降低。

#### 2.9.6 未来氢燃料电池产业上中下游或将呈现多玩家互相渗透态势

随着产业链的逐步完善、行业技术的不断发展，未来氢燃料电池产业生态内部将出现更多的上中下游玩家相互渗透的现象。对于上游核心零部件生产商而言，可以利用掌握关键核心部件与材料技术等优势进一步向产业上游渗透，打造整体燃料电池系统，可以进一步提高以整体议价权、市场发展空间和自身产业知名度。反之，对于中游氢燃料电池系统生产商而言，为降低自身核心原材料采购成本，进一步提高企业技术自主研发能力，向上游渗透发展电堆等核心零部件制造是必然的选择。

另外，对于产业下游整车制造玩家而言，缺乏氢燃料电池系统研发制造核心技术是限制整体氢燃料电池汽车盈利能力的关键因素。为提高企业利润，优化氢燃料电池汽车生产线，向上游发展自用车载系统研发是十分必要的。而对于中游系统生产玩家而言，为确保下游订单来源的稳定性和提高系统产品对于整车的适配率，与下游整车制造商建立稳定合作关系是符合其长期战略发展需求的。

## 3 全球及中国氢燃料电池汽车行业

### 3.1 氢燃料电池汽车概览

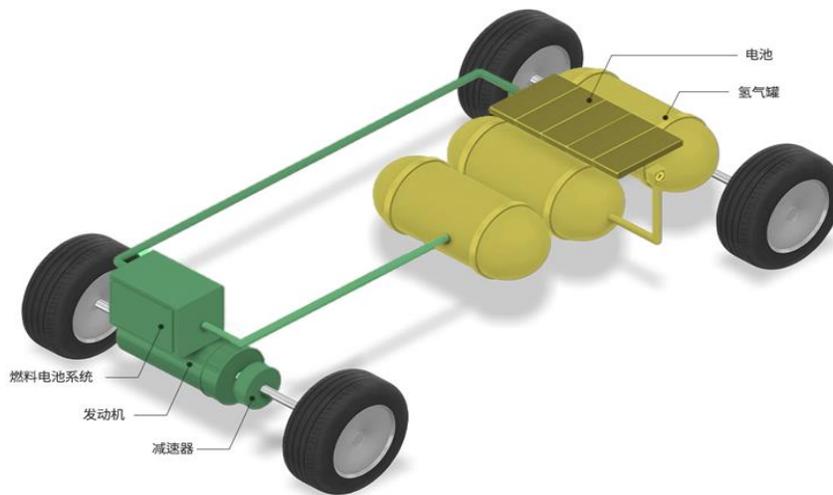
#### 3.1.1 氢燃料电池汽车定义

氢燃料电池汽车（Fuel cell electric vehicle, FCEV）是一种通过车载氢气罐中储存的高压氢和提取自环境空气的氧气在燃料电池系统内反应生成电能供电的无污染车辆。由于氢燃料电池车所需的电能来自氢气与氧气之间的电化学反应，产能发电过程的副产品只有纯净的蒸馏水，还可在运行时清除环境中超细的粉尘，因此氢燃料电池车作为未来生态友好的交通工具备受人们关注。

氢燃料电池汽车的关键核心技术聚集在燃料电池系统以及储存氢气罐。据美国能源局的统计，在燃料电池车的动力系统中，燃料电池堆的成本占比超过 50%。根据燃料或材料类型的差异，氢燃料电池汽车可以采用不同类型的燃料电池系统，它们各自具有不同的效率、成本和维护特点。燃料电池系统组成部分一般包括燃料电池堆、氢气供给系统和空气供给系统以及热冷却系统。全球技术法规（GTR）也会定期进行修订以确保国际范围内的氢燃料电池车的安全性，每个采用氢燃料电池车的市场都已具有或正在依照国际标准制定本地化的有关电气安全性和氢气安全性的法规和法律。

另一方面，氢气罐作为安全、耐用的高压氢气储存系统同样具有重要意义。氢气单位体积密度低，氢燃料电池车需将氢气体增压至大约 70MPa 的压力，并储存在罐体内。氢气罐的高压储存安全性和可靠性均经过全面深入的设计和测试，确保具有足够高的安全水平。

图表 3.1 氢燃料电池汽车内部结构概览



来源: 现代公司官网, Frost & Sullivan 整理

### 3.1.2 氢燃料电池汽车优势分析

“十四五”时期，中国生态文明建设已经进入了以降碳为核心，注重减污降碳协同增效，实现生态环境质量由量变到质变的关键时期。而发展氢能产业，是中国应对气候变化、实现绿色可持续发展的必然战略选择。氢燃料电池汽车作为交通领域实现减碳目标的重要手段，存在巨大的潜在市场空间。相较于传统燃气油机和锂电池，氢燃料电池加氢快，能量转换效率更高，碳排放也更环保，不会产生二氧化碳及其他有害气体。此外，氢能源是可再生能源，可通过光伏、风电等可再生能源电解水制氢。在实际应用场景中，同为新能源汽车，安装锂电池的纯电汽车存在续航里程短、受低温环境影响明显、充电较慢等问题，而氢燃料电池汽车具有燃料密度高、加注时间短、续航里程长、车辆载重大、环境耐受性强（如高温、高寒等）等优势。

图表 3.2 氢燃料电池汽车与其他类型汽车性能对比分析

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

目前，氢燃料适用场景主要有以下三大特点：

- 1) 固定路线：便于配套加氢站等基础设施，如矿山倒短、港口、物流园区内等相对封闭和固定路线的场景，方便氢燃料电池汽车布局加氢站等配套能源加注设施；
- 2) 中长途干线：运行里程在 400~800 km 左右、超过纯电的续航上限的中长途干线将成为氢燃料电池汽车的优势应用场景区间；
- 3) 高载重：纯电车型由于电池能量密度提升空间有限，如果要匹配一定续驶里程的电池必然导致自重较大。而氢燃料电池的质量相对较轻，特别是未来，氢燃料过渡到液氢路线后，车重较纯电优势进一步放大，在载重量具有更大需求的重卡等应用车型上将更有优势。

从技术特点角度分析，有着大载重、长续航、高效率需求的重型货运车辆（如重卡）是目前氢燃料电池商业应用的突破口。

### 3.1.3 氢燃料电池汽车车型发展潜力

在未来新能源汽车发展潜力上，无论从环保性、续航成本还是应用便捷性方面，氢能汽车都优于其他车型。首先，氢燃料电池汽车污染小，使用氢气作为燃料电池释放的电能驱动发动机，不会产生二氧化碳和其它污染物，排出的只有水。

其次，氢能汽车快速加氢的优势能够在以货运重卡等商用车为主的城际公路场景中充分体现。对于传统薄利货运场景来说，为保持盈利双人司机轮流配合开同一辆车延长车辆运行时间是行业常见现象，夜间长时间的电池充电过程是难以接受的。而氢能重卡加氢时间普遍在 3-5min，且续航能力高于燃油汽车。例如，江铃重工的新型氢能源重卡加氢时间在 5 分钟左右，加满之后最大续航里程实现 400-500 公里。

此外，应用便捷度也是重要的驱动因素之一。随着氢燃料电池转换技术的突破，氢燃料电池汽车在使用年限和载货能力上均优于纯电汽车。

此外，从重卡货运角度分析，氢燃料电池汽车车体外部具备大量空间能挂载庞大的储氢系统，不需要像乘用车一样把一套复杂的储氢系统塞进狭小的轿车空间，因此更加具有使用优势。例如，中国重汽最新研发的黄河氢燃料重卡就在车头后方悬挂储存系统，单次可加氢 29.5kg，提供约 560km 的续航里程。

### 3.1.4 各类型重卡生命周期成本测算

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

从整车全生命周期成本角度来看，2022 年氢燃料电池重卡在政府补贴后成本低于传统能源重卡。2026 年，氢燃料电池重卡成本在没有政府补贴情况下低于传统能源重卡和纯电重卡成本。2050 年，氢燃料电池重卡整车成本因规模效应和氢燃料电池系统技术提升而下降明显，产品优势显著。

## 3.2 全球氢燃料电池汽车支持政策梳理

### 3.2.1 海外氢燃料电池汽车支持政策

当前，由于氢能基建尚不完善、整车和氢端成本较高等原因，全球氢燃料电池汽车的发展仍然以政策驱动为主，各国政府对氢能的不同定位和政策支持程度对氢车推广速度影响大。在此过程中，氢能燃料电池汽车技术的发展对规划落地将起到关键作用，美国、中国、欧盟、韩国以及日本是全球氢燃料电池汽车推广应用的核心国家或地区，与其燃料电池汽车技术能力水平高度相关。

在美国，加州地区一直以来都是氢车推广的重点地区，车型以丰田 Mirai 和巴士为主，未来其他州也将加快氢能布局。由于美国地广人稀，具备大量适合商用氢车推广的长途运输场景，所以尼古拉、现代汽车、丰田汽车、肯沃斯等均有在美国投放氢燃料重卡的计划，未来以重卡为代表的商用车型有望成为美国氢车增量，绿色氢燃料电池卡车将逐步淘汰长途运输市场中的柴油汽车。

图表 3.8 美国氢能源汽车行业相关政策

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

欧盟则致力于用低成本绿氢助力氢燃料电池商用车推广，以德国为代表的欧盟市场依靠丰富的离岸风资源和先进的电解水技术，在绿氢制取方面领先全球，有望率先实现低成本绿氢的商用化。同时，欧盟拥有诸多实力雄厚的能源集团和整车 OEM，也纷纷加入了全面布局推动氢车推广的行列之中。所以，欧盟的优势在于较为开放的跨国、跨行业技术合作与分享，“政府—氢能组织—能源公司—整车厂”的系统化发展模式将加速绿氢和氢车核心零部件降本，有助于实现未来氢车的规模化推广。

图表 3.9 欧洲氢能源汽车行业相关政策

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

图表 3.10 韩国氢燃料电池汽车行业相关政策

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

图表 3.11 日本氢燃料电池汽车行业相关政策

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

### 3.2.2 中国氢燃料电池汽车支持政策

为实现“2030 碳达峰”等环境政治目标，中国从国家层面出台了多项支持氢燃料电池汽车产业的政策，交通运输作为新增氢能消费的核心运用场景，推广氢燃料电池汽车是我国必经的深度脱碳路径。其中我国政策支持氢燃料电池汽车发展主要体现在三个方面：

(1) 氢能生产与配套基建：新能源汽车在十四五期间成为国家深化能源结构转型的关键战略要素，绿色氢能及氢燃料电池应用将助力新能源产业发展；

(2) 氢能汽车运用场景：2030/2060 碳达峰、碳中和目标的提出，推动上游高耗能行业及下游应用领域转型，氢能及氢燃料等清洁能源为终极目标；

(3) 技术国产化：在贸易战等国际关系变化以及国内“中国制造 2025”等政策驱动下，制造业升级驱动氢燃料等高端产业加速技术突破与自主掌控。

图表 3.12 我国氢燃料电池汽车的支持政策

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

图表 3.13 《氢能产业发展中长期规划（2021—2035 年）》

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

与此对应的是，财政部、工业和信息化部、科技部、发展改革委、国家能源局针对我国燃料电池汽车产业发展现状，于 2020 年 9 月联合发布《关于开展燃料电池汽车示范应用的通知》，将对燃料电池汽车的购置补贴政策调整为燃料电池汽车示范应用支持政策，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，形成布局合理、各有侧重、协同推进的燃料电池汽车发展新模式。2021 年 8 月，京津冀、上海、广东三大城市群示范区率先获批，2021 年 12 月，河北、河南城市群随后入选，全国燃料电池城市群形成“3+2”示范应用格局。预计到 2025 年，5 大城市群将推广超过 3.2 万辆燃料电池汽车。明确设定的长期销量目标为企业提供了明确的发展蓝图，促进其进行产品设计和投资，短期约束性销售要求可以确保快速启动供应链需求长期非约束性目标则为投资的长期性提供了保障。

图表 3.14 燃料电池汽车示范城市群申报情况

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

### 3.2.3 全球氢燃料电池汽车发展规划

根据 IPHE（International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy）统计，全球各主要国家已出台相应氢能源发展路线规划本国氢能源汽车发展。

图表 3.15 全球各主要国家氢燃料电池汽车发展规划（辆）

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

## 3.3 全球氢燃料电池汽车产业链分析

### 3.3.1 全球氢燃料电池汽车产业链

氢燃料电池汽车行业上游为燃料电池系统、核心零部件研发、生产环节，中游为整车生产制造和加氢站的建设环节，下游为燃料电池汽车销售和用户使用环节，整体上具有产业链长、参与方众多等的鲜明特点。

图表 3.16 氢燃料电池汽车产业链分析

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

### 3.3.2 上游玩家介绍

氢燃料电池汽车行业上游为燃料电池系统、核心零部件研发、生产环节，以及配套加氢站的建设环节。全球燃料电池汽车上游产业主要集中在北美、中国、欧洲、日韩等国家和地区。燃料电池汽车发动机系统供应商以加拿大巴拉德动力系统（Ballard Power Systems）公司、美国普拉格公司（Plug Power）、水吉能公司（Hydrogenics）等在全球占据领先地位。从事复合材料氢气瓶研发与生产代表性企业和科研机构有美国 Quantum 公司、美国通用汽车、美国 Impco 公司、加拿大 Dynetek 公司、法国空气化工产品公司、日本汽车研究所和日本丰田公司等。

2019 年之前，国内氢燃料整车制造企业比较依赖国家高额补贴，其中 70% 的零部件需要进口，材料及制造工艺等方面核心技术掌握在国外。目前，在国家对关键部件本土化的重视下，氢燃料电池汽车上游产业已经逐步实现国产化进程，上游生产集聚了数量较多的国内生产企业。

根据公开资料统计，目前燃料电池汽车发动机系统供应商的前四大玩家为亿华通、重塑能源、国鸿氢能、捷氢科技，其余玩家还有海卓动力、潍柴动力、雄韬股份等。储氢瓶本土企业主要有中材科技、国富氢能、北京科泰克、北京天海工业、佛吉亚斯林达、中集安瑞科等，目前国内氢燃料电池汽车搭载的储氢瓶全部由本土企业配套提供。

### 3.3.3 中游玩家介绍

中游玩家为整车制造商，整车制造可分为乘用车和商用车两个发展方向。乘用车由于运用技术门槛较高，目前全球范围内仅有三款商用燃料电池轻型汽车（现代 NEXO、本田 Clarity14 和第二代丰田 Mirai），其中以现代与丰田作为乘用车市场的主导。欧洲汽车制造商中，捷豹路虎汽车公司和英力士汽车公司的燃料电池 SUV 已处于测试阶段，PSA 集团下的欧宝正在测试其配备燃料电池的赛飞利（Zafira）系列货车，宝马将于 2022 年末推出 X5 小型氢燃料电池 SUV。其他推出燃料电池汽车的欧洲汽车制造商包括 H2O e-mobile GmbH(德国)、Hopium(法国)、Microcab Industries(英国)、Pininfarina s.p.a.(意大利)、Riversimple Movement(英国)和 Viritech(英国)。美国主流汽车制造商还没有在这一领域发布任何明确的计划，但有两家公司 Hyperion Motors 和 Ronn Motor Group，已经计划开发氢燃料电池乘用车。国内较早涉足乘用车领域的企业有上汽、广汽、一汽、长安等，其中已推出燃料电池乘用车的汽车制造商包括上汽、长城、格鲁夫氢能和广汽，规划在 3~5 年内推出燃料

电池车型的汽车制造商包括长城、广汽、奇瑞等车企。但截至目前，国内车企的燃料电池乘用车总体上均处于研发验证阶段。

商用车是目前中国燃料电池汽车的主要应用领域，主要参与企业包括北汽福田、宇通客车、金龙汽车、中通汽车、佛山飞驰等。2021年，我国燃料电池重卡逐渐从理论变为实际，诸多整车厂开始在河北、山东、北京等产业释放区投运氢燃料电池重卡。

在国外，现代汽车集团也扩展了其燃料电池电动汽车生产线至商用车范围，并推出 XCIENT 燃料电池重卡，在 2020 年开始生产并出口到瑞士，对欧洲商用氢燃料电池车起到了关键的作用。除此之外，现代汽车集团还通过和瑞士众多氢气解决方案公司、发电厂、充电站和零售物流链进行合作，积极参与欧洲新兴氢燃料电池车基础设施的开发之中。

### 3.3.4 下游玩家介绍

下游为燃料电池汽车销售和用户使用环节，目前氢燃料电池汽车以企业直销为主。在用户使用场景上，适用于当前氢燃料电池汽车发展现状的主要有以下七大应用场景：

图表 3.17 中国氢燃料电池汽车下游应用场景

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

在公共交通以及市政环卫应用场景中，由于此类车辆一般线路固定，路况较好，现有纯电动产品可满足运输型车辆绝大部分使用需求，而对于运营距离更长、对环境适应性要求更高或者作业负载更大的车辆使用需求，氢燃料电池更为满足其运行需要。

对于城市物流和城际物流应用场景，以搬家、五金建材为代表的非计划性物流、酒水饮料为代表的重载运输、果蔬肉奶为代表的冷链运输，适合使用于氢燃料电池中、轻卡产品。而主要运行于高速公路和国道、省道上，具有单边运距长、时效性高等特点的快递快运、大件运输、绿通运输以及工业原材料运输，适合使用于氢燃料电池重卡产品。

其他应用场景集中在工程用车领域，例如以渣土运输场景为代表的氢燃料电池自卸车，以大宗货物运输场景为代表的氢燃料电池工程牵引车，以及其他需要持续大功率输出的氢燃料电池工程车，日加氢一次可满足车辆全天运营需求。

### 3.3.5 终端运营玩家介绍

氢燃料电池汽车行业终端企业，即氢燃料电池汽车终端运营商负责氢燃料电池商用汽车的采购、运营和维护。根据玩家属性分类，早期使用燃料电池车的主要是租赁公司、车队运营商、政府机构和其他类型企业客户。中国由于加氢站等基础设施的分布密度较低等因素，目前市场个体运营客户极少。然而，随着基础设施的增加，预计未来个体商户占比会有所提升。

目前，根据运营车辆种类的不同，氢燃料电池终端运营商主要可分为两大类型玩家，第一类为公交车运营商，第二类为物流车辆租赁玩家。目前，燃料电池公交车是应用最广泛的燃料电池车车型之一。公交车的典型特征是有规律、可预测的路线，需要很少的加氢站，且它们大多是对公众运营，并有非常稳定可预测的运营模式。因此，氢燃料电池公交车是对社会有展示意义的绿色公共交通出行方式的模板。

图表 3.18 各国氢燃料电池公交车运营案例

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

对比氢燃料电池公交车终端运营商，物流车辆租赁玩家经营模式商业化程度更高。其业务主要涵盖城际物流，同城内配送等多各板块，且发展出自运营物流和车辆租赁两种主要模式。究其原因，氢燃料电池认为是一个同城和城际物流强有力的竞争者。从技术角度来看，燃料电池卡车的续航里程长，这使得它们能够完成大部分同城和城际的货物运输。其次，燃料电池卡车低噪音的特点可以满足城市地区更严格的环境要求和噪音法规，这鼓励了政府和车队运营商加速采用燃料电池车。第三，与纯电动车相比，燃料电池车加氢时间非常短，大大提高了物流车队的作业效率。

图表 3.20 各国氢燃料电池物流车辆运营案例

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

### 3.4 中国重要城市及区域的加氢站数量情况（2021 年）

目前，中石化和中石油这两大巨头，正在大力推进加氢站和油气混合站，在制氢和氢气运输等基建方面加快布局。各省市地区也对本地的加氢站建设做出了相应规划。

图表 3.22 中国各区域加氢站分布图（2021 年）

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

## 3.5 全球及中国氢燃料电池汽车市场规模分析

### 3.5.1 全球氢燃料电池汽车市场规模分析

随着各国氢燃料汽车行业投入的进一步加码，预计至 2030 年，该市场将达到 1,680,000 辆，至 2050 年将发展至 4,650,000 辆规模，形成逐步取代化石燃料汽车的趋势。

图表 3.23 全球氢燃料电池汽车销售数量分析（按重要国家划分，2017-2050 年）

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

图表 3.24 全球氢燃料电池汽车销售规模分析（按车型划分，2017-2050 年）

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

### 3.5.2 中国氢燃料电池汽车市场规模分析

受政策支持、技术突破、基础设施完善等驱动因素影响，我国氢燃料电池汽车整车市场进入全面发展期。由于各地的支持政策相继落地，相关配套升级，甚至在一些区域，开辟了专门的氢燃料汽车运行线，完善了加氢站等基础设施，中国与欧美日韩一起成为了全球氢燃料电池汽车推广应用的核心国家。

图表 3.25 中国氢燃料电池汽车销售数量分析（按车型划分，2017-2050 年）

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

图表 3.26 中国氢燃料电池汽车销售规模分析（按车型划分，2017-2050 年）

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

### 3.5.3 中国氢燃料电池重卡市场渗透率分析

在中国氢燃料电池汽车整车市场中，重型卡车是市场增量的一大重要驱动因素。2017-2019 年氢燃料电池重型卡车数量极少，氢燃料电池系统主要在中轻型卡车上得到应用。随着氢燃料电池在中大型商用车中的应用逐渐普及与成熟，氢燃料电池重型卡车的销量也逐步增长，并在 2021 年开始明显放量。

未来随着氢燃料电池技术的进步、成本的下降，预计氢燃料电池重型卡车将快提升其市场占比，渗透率逐年稳定提升。预计 2030 年氢燃料电池重型卡车的市场渗透率约 7.0%，预计至 2050 年，氢燃料电池重型卡车的市场渗透率约 39.0%。

图表 3.27 中国氢燃料电池重卡在整体重卡市场渗透率分析（按销售量口径计，2017-2050E）

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

图表 3.28 中国氢燃料电池重卡销售辆分析（按销售量口径计，2017-2050E）

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

## 3.6 全球氢燃料电池汽车行业驱动因素

### 3.6.1 重卡服务场景是全球实现交通领域碳排放优化的重要手段

交通约占石油消费总量的 64% 和所有能源使用的 27%，是全世界最大的空气污染和碳排放源之一，占全球温室气体排放量的四分之一以上。在欧盟，交通行业的温室气体排放占全行业温室气体排放的近 30%，同时也是城市大气污染的主要来源。在中国，交通行业也是中国主要的空气污染物和温室气体重要排放源，其二氧化碳排放占全国总量约 10%。为了实现碳排放优化的目标，需要多措并举，其中关键的一条措施，就是在交通领域进行汽车低碳化零排放转型。以电力和氢能取代化石燃料是全球必经的深度脱碳路径，例如欧盟为了在 2050 年达到碳中和以及 2030 年减排 55% 的目标，就出台了“Fit for 55”一系列措施，包括推广替代燃料，建立新的碳排放交易体系，其中将涵盖交通运输行业等。

由于氢燃料电池相较于纯电动锂电池具备更高功率和能量密度，所以氢燃料电池重型汽车可以胜任更长的续航和更大的载重负荷，是重型汽车零排放转型的首要选择。

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

### 3.6.2 提高核心部件技术提高氢燃料电池汽车耐久性

在氢燃料电池车的几个核心部件中，安装在车上的氢燃料电池需要稳定的性能、更高的耐用性以及强大的电能，储氢瓶需要耐受高压的氢气、更小的存储体积以及更具性价比的成本，总体上氢燃料电池汽车需要更长的使用寿命，这为汽车制造商测试新技术提供了机遇。

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

### 3.6.3 产业化条件已达目标，商业化需求正在落地

目前，燃料电池产业链技术进步显著，交通应用已达到产业化条件，燃料电池汽车在速度、加速时间和续航方面均满足日常使用。另外，国家补贴下放至地方，对应补贴政策逐渐细化，对于民营资本的吸引力进一步增强。

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

### 3.6.4 氢燃料电池汽车总体拥有成本不断优化，运营服务体系日益完善

在推广氢燃料电池汽车的过程中，氢燃料电池汽车、纯电动车与传统柴油车之间实现拥有总成本平价的时间点至关重要，这既可以为政策端制定氢燃料汽车销量目标提供分析基础，又可以在利益驱动的商业化市场中成为供需关系变化的节点。汽车的拥有总成本分析应包括几个关键要素，例如购置成本、使用成本、维护成本和剩余价值等，涉及整车价格、运营费用等维度。

整车价格方面，可拆分成无动力车身、燃料电池系统、储氢瓶、其他电动传动组件，目前燃料电池成本和储氢瓶成本可占车辆成本的 50% 以上。未来燃料电池成本呈大幅下降趋势，原因是膜电极、双极板、电堆等零部件技术升级带动成本的降低。车载储氢瓶成本也将呈降低趋势，原因是单位质量成本的降低，以及由于燃料电池动力传动系统的能效提高导致气瓶容量的大幅降低。

运营费用方面，未来政策将加速在补贴、减税、设立零排放区等方面对于氢燃料电池汽车的推广。在氢燃料电池汽车配套加氢站方面，加氢站数量的增加以及车辆自身储氢量的增加都将有效降低整体使用成本。另外，由于经验与效率之间的转化关系和规模经济效应，随着产量增加，新能源汽车的生产制造成本将会有所下降，运营服务体系也将更加完善。

## 3.7 中国氢燃料电池汽车行业驱动因素

### 3.7.1 规模效应的形成将有效降低零部件生产成本

目前国内氢燃料电池汽车的商业化瓶颈主要是在行业标准不统一、零部件成本高和无法规模化投产等方面，其中，零部件成本和氢燃料电池车的规模化投产相互制约。在制造环节，国内的氢燃料电池产业链上的企业大多尚未实现批量化生产，企业研发投入较高，产品产量较小，制造成本居高不下。而产业链各环节高成本叠加，导致氢燃料电池汽车成本居高不下。

预测随着未来氢燃料电池乘用车市场的加速渗透，行业整体零部件生产将进入流水线生产模式。通过扩大上游零部件生产规模，大幅减少各生产环节的运行成本，而从根本上解决氢燃料电池汽车生产成本高的问题。

### 3.7.2 氢燃料汽车成本下降进一步刺激需求端

整体上，氢燃料电池汽车的成本必然随着技术进步、生产规模的扩大而下降，预计未来 10 年生产成本将降低至目前的 50%。随着燃料电池产业整体技术的提高，电池系统的生产成本也有所降低，实现与传统燃油机生产成本的可比性。根据中国氢能联盟预测，2035 年我国氢燃料电池系统的生产成本将降至当前的 1/5（约 800 元/kW），到 2050 年降低至 300 元/kW。

虽然目前需求端的政策激励措施，在一定程度上缩小了氢燃料汽车、纯电动汽车与传统燃油车之间的拥有总成本差距，但从财政角度来讲，补贴并不符合长期市场规律，未来补贴范围、力度和周期也会有相应的限制和改变。在政策激励的早期阶段结束后，需要以氢燃料汽车成本下降带动整车价格甚至是拥有总成本的下降，才能有效的刺激市场需求，从而对供应端产生长期的积极影响。

### 3.7.3 应用场景从政府项目向商业化市场转移

氢燃料电池汽车的需求正逐渐从政府驱动向市场驱动拓展，应用场景也从政府项目向商业化市场转移。据调查，目前我国氢燃料电池汽车项目，多由氢燃料电池企业主导，从政府端争取到采购项目，再找整车厂商合作完成订单，例如背靠长城汽车的未势能源在北京、河北等全国燃料电池汽车示范应用城市群，先期布局包括雄安新区“容易线”百辆氢能重卡、北京新发地农批物流、天津氢能汽车绿色物流运输等在内的多个示范项目，目前已有百辆氢能重卡落地。

### 3.7.4 氢燃料电池汽车上下游产业链协同发展

受我国能源政策推动，氢燃料电池汽车产业链上游制氢和配套加氢站等环节逐渐发展完善，其中根据“十四五”规划，我国加氢站有望在 2025 年突破 1,000 座。考虑到目前氢燃料电池汽车推广的一大阻碍在于加氢站数量少，氢能车加注不便利，未来在加氢站数量的增加下，氢能会变得更加容易获取，整体使用更加便利。总体来说，上游基础配套设施的完善，有效地推动更多用车者选择氢燃料电池汽车，将极大程度地改善氢燃料电池汽车的市场渗透率。而氢燃料电池车对于安装在车上的氢燃料电池、储氢瓶、电机等部件，也为上游的汽车零部件制造商测试新技术提供了机遇。

### 3.7.5 产业减排降碳政策符合环保主旋律基调

交通运输排放约占我国碳排放总量的 10%。国务院印发的《2030 年前碳达峰行动方案》提出，加快形成绿色低碳运输方式。改善绿色交通基础条件、优化交通运输结构、推广应用新能源和清洁能源运输装备、倡导绿色出行，这些交通运输行业的节能减排措施取得积极成效，为降低碳排放强度作出了有力贡献。

## 4 全球及中国氢燃料电池固定电源发电行业

### 4.1 氢燃料电池固定电源发电行业定义和背景

在推进减排事业的同时，中国面临着能源结构转型的压力。首先，煤炭能源占能源消费总量比例始终居高不下。其次，石油和天然气能源对外依存度过高，不利于国家能源安全。最后可再生能源存在弃风、弃光的问题严重。近年来，政府工作报告多次强调，要保障能源安全，发展可再生能源，提升能源储备能力。近日，国家发改委、国家能源局还发布了《“十四五”现代能源体系规划》、《“十四五”新型储能发展实施方案》、《氢能产业发展中长期规划（2021-2035）》等重要文件，推动储能、氢能发电等产业发展，全面努力建设中国先进现代能源体系。

推动氢能发展不仅有助于中国履行减排承诺，更能使中国进一步提高清洁能源消费占比、使用效率和储能水平，进而优化能源结构，促进低碳驱动的能源转型。发展氢能产业是我国实现“碳排放达峰后稳中有降”目标，加快绿色低碳发展、全面提高资源利用效率的重要举措。

在发电和储电领域，氢能及衍生燃料大规模、长周期储能性质为解决电力供需不平衡提供了新的路径。为进一步确保电力系统各环节下零碳排和长期网络平衡，氢燃料电池发电技术是未来智能电网系统框架下重要的能源存储、调峰和整合技术，其大型、高功率的固定氢燃料电池组发电解决方案在未来固定电源领域具备很强的竞争力。

目前氢燃料电池固定电源的主要应用有热电联产系统、备用电源系统和分布式发电。固定燃料电池不仅可以被用于商业、工业及住宅上作为建筑热电联产电源，也可以并入微网成为可靠电源，用于区域电网调峰需求，它还可以作为动力源安装在移动基站、航天器、远端气象站、大型公园及游乐园、农村及偏远地带。本研究报告中涉及的氢燃料电池固定电源发电行业包括所有的在固定位置运行的作为主电源、备用电源或者热电联产的燃料电池。

### 4.2 氢燃料电池固定电源发电主要运用场景

#### 4.2.1 能源存储

在氢燃料电池作用下，电能和氢能的相互转换系统适用于大规模可再生能源的长期储能和对各种可再生能源的补偿，大规模储氢也将有助于减少新能源发电产生的“弃风”、“弃光”现象。另外，电解水制氢和氢燃料电池发电作为能源存储手段，还具有能量转换效率高、环境污染小、存储占地小等优势。

## 4.2.2 电网调峰

针对风能、光能、潮汐能等可再生能源具有的间隙性特点，氢燃料电池发电系统可以通过在发电高峰期通过电解水制氢的方式将多余能源进行存储，并在午间等用电高峰期集中将氢能通过燃料电池转换为电能，以此达到系统电力资源的分配优化和整合。氢燃料电池发电厂可以将夜间“低谷”电力转化为氢能储存起来，代替火力在用电高峰时发出，具有巨大的节能效益，所制氢气还可在氢燃料电池车、氢能炼钢、绿氢化工等领域广泛应用。

## 4.2.3 能源输送

氢燃料电池固定电源发电系统可为地方或城市重要基础设施或民用社区供电，提供高效且清洁的能源解决方案。氢燃料对电网脱碳和支持太阳能和风力发电的快速发展至关重要，它提供了化石燃料例如弹性、低成本跨季节储存和运输便利等所有优势却不含碳。未来随着氢燃料的日益可用和成本效益的提高，各种组织都可以利用它们来运营，产生零碳电力，并实现其气候目标。

## 4.2.4 热电联产

氢燃料电池是氢能高效利用的重要途径，是将氢气和氧气的化学能直接转换成电能的发电装置，由于燃料电池生成水的反应是放热反应，在工作中还会产生大量热水、蒸汽，因此氢燃料电池不仅可以供电，还可以供暖，同时具有清洁、可靠、能移动、寿命长等优点。

## 4.3 氢燃料电池固定电源发电技术优势分析

氢燃料电池系统是一种可靠的零排放电源解决方案，用于后备、应急和调峰固定应用。燃料电池系统将氢转换成经济高效的电力，由设施运营商在现场使用或重售回电网。

### 4.3.1 系统尺寸小，占用空间少

据全国新能源消纳监测预警中心数据，2020 年全国弃风电量 166.1 亿千瓦时，全国弃光电量为 52.6 亿千瓦时。未来，新能源并网率的增加将提高全世界电力系统对于可靠储能技术的需求。

目前，已有的储能技术有太阳能电池组、蓄水、空气压缩和氢储能等。与太阳能电池组、蓄水、空气压缩等其他清洁能源储能技术相比，氢储能技术系统尺寸小，占用空间更少，机械损耗率低。

图表 4.1 各类主要运用储能技术指标对比图

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

电网的储能产业与氢网的制氢产业为互助互利关系，采用可再生能源发电进行电解制氢能解决氢能发电的成本问题。由于未来可再生能源的边际成本接近于零，其定价将远低于其他电力的市场定价，利用可再生能源进行制氢将极具经济优势。而氢燃料电池系统尺寸小，占用空间更少，工作温度范围宽，无需配置空调，系统静音运行，无噪声污染，机械损耗率少，具有储存优势。氢燃料电池备电时间长，只要氢气持续供应，系统可长时间不间断运行。

目前相比于传统的铅酸电池，燃料电池具有更长的运行时间、更小的体积和更好的环境适应性。对于智能电网难以覆盖的偏远地区和紧急事故发生地，独立电站被认为是最经济、可靠的供电方式。在我国多次的地震灾害中，燃料电池被用作独立电站，为救灾工作发挥了重要作用。

#### 4.3.2 燃料效率高，电压升降快

目前，燃料电池系统组成的固定发电系统可在几秒钟内启动至全负荷，应急反应快，可提供 48、72 小时或更长时间应急供电。平时只需要定期例行检查，基本不需要特别维护即可做到深度预防不可预见的停电和突发性灾害。

未来，在以数据中心为代表的需要大量电力支撑的算力产业、金属冶炼产业等，配备氢能电站采取兆瓦级 PEM 燃料电池作为常用电源，将 PEMFC 燃料电池的余热再利用，实现电热联产联供，提高燃料电池的利用效率，具有极好的发展与应用前景。

#### 4.3.3 电网稳定性和恢复能力改善，可再生能源渗透率加大

氢燃料电池固定电源可以促进电网平衡，当电力供需出现不平衡，电网因可再生发电接入导致过载的情况下，以化学形式储存电力比在高峰发电时削减发电量更具经济效益。同时由于氢原料来源广泛，可采用醇类、天然气重整制氢，太阳能、风能等新能源电解水制氢等供氢方式，发电厂可根据自身要求合理选择配置。若用甲醇重整制氢，甲醇作为一种工业原料，产量大，成本低。如用电解水制氢，可利用可再生能源制氢（存储）再发电解决中国西部地区面临的弃（风、光、水）电的问题。基于相对充沛的可再生能源的存在，全球有许多地区受益于可再生能源发电。在中国，太阳能资源集中在西部地区，风能资源分布在东南沿海和北方地区。在过去十年中，可再生能源的生产成本已经急剧下降，完全可以实现可再生能源的自给自足。

### 4.4 全球及中国氢燃料电池固定电源发电政策梳理

#### 4.4.1 全球氢燃料电池固定电源发电政策梳理

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

图表 4.2 美国固定发电相关政策

图表 4.3 欧洲固定发电相关政策

图表 4.4 日韩固定发电相关政策

#### 4.4.2 中国氢燃料电池固定电源发电政策梳理

通过梳理 2020-2022 年国内电力相关政策，不难发现聚焦储能、氢能、备用电源、热电联产与分布式发电领域的电力政策内容从技术研究和模式探索逐步过渡至认证检验标准完善、发电交易机制建设、电网管网改造升级、新型储能技术升级等细分方向。政策的细化标志着氢能、储能、备用电源、分布式发电与热电联产受到政策端的日益重视。作为新型能源手段，氢燃料电池固定电源未来将持续受到政策端的密切关注。

图表 4.5 中国氢燃料电池固定电源发电政策梳理

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

### 4.5 氢燃料电池固定发电产业链分析

图表 4.6 氢燃料电池固定发电产业链分析

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

#### 4.5.1 产业链上游

氢燃料电池固定电源的产业链上中游与氢燃料电池产业链上中游环节基本相同，上游都存在氢燃料电池核心零部件、各系统核心零部件供应商。不同点在于，上游还包括可再生能源制氢系统，比如电解槽系统与储氢系统，是产业链中氢燃料的主要来源。同时，氢燃料电池固定电源市场里的核心部件还囊括质子交换膜燃料电池核心（电堆）、固体氧化物燃料电池核心及熔融碳酸盐燃料电池核心。

#### 4.5.2 产业链中游

氢燃料电池固定电源产业链中游与氢燃料电池产业链中游类似，主要由氢燃料电池系统集成与运营商构成。但由于相比一般氢燃料电池，固定式燃料电池物理空间固定、建设周期偏长、体积较大、功率普遍较高以及投入使用后影响范围较大等原因，需要更多的后期运营与监控，以确保氢燃料电池固定电源的正常运行。

由于和一般氢燃料电池核心技术路径差别不大，氢燃料电池核心零部件玩家陆续布局至燃料电池固定发电市场，目前市场主要玩家均为国外企业，其中包括国外巨头巴拉德、普拉格能源、西门子等。对比中外市场，国外在氢燃料电池固定电源上的探索明显领先于国内。

### 4.5.3 产业链下游

固定发电的下游按固定式氢燃料电池类型（微型和大型固定式氢燃料电池）分为热电联产、备用电源、蓄电站以及分布式发电站。其中微型氢燃料电池系统主要应用于备用电源与小范围热电联产，而大型固定式氢燃料电池系统主要应用于热电联产系统、蓄电站以及大型分布式发电站等。下游玩家包括有不间断用电需求的家庭民宅、地方政府机构、商业建筑、办公企业及工厂与国家电网等电力能源巨头等。

#### 1. 备用电源

备用电源一般应用于个体工商户、住宅小区、商业地产、工厂以及电力需求强的企业等，运行后影响范围较为局部。

#### 2. 热电联产与分布式发电站

微型分布式热电联产适用于家庭与小型商业建筑，为个体建筑的供暖，通风和空调提供电力和热量，影响范围较小。而热电联产系统在区域内直接针对终端群体用户，相较于传统的集中式生产、运输、终端消费的用能模式，分布式能源供给系统直接向用户提供不同的能源品类，能够最大程度地减少运输消耗，并有效利用发电过程产生的余热，从而提高能源利用效率。

### 3. 储能电站

储能电站作用在于调峰、稳频及作为电网的应急电源为电力提供保障。利用氢燃料电池系统作为储能电站一方面利用电解水制氢，另一方面利用制得的氢气充当燃料反应发电。

## 4.6 全球氢燃料电池固定电源发电产业规模统计与预测

图表 4.7 全球氢燃料电池固定电源市场规模分析（按总装机量口径计，2017-2050 年）

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

## 4.7 中国氢燃料电池固定电源发电行业市场企业成功因素分析

与国外发达国家对比，目前我国氢燃料电池固定发电市场仍处于早期起步阶段，目前暂未统计到有实质性在运营的固定电源项目，多数项目仍处于建设或试运营阶段。现将固定电源行业市场成功因素做以下分析。

### 4.8.1 氢燃料电池技术、电解水制氢技术和系统整合集成技术为氢燃料电池固定电源的高性能、长寿命与安全性提供坚实基础，也为整体成本下降提供有效路径

#### 4.8.1.1 氢燃料电池技术与固定电源系统技术直接保障固定式电源的高性能、长寿命与安全性

与一般性氢燃料电池系统类似，电池技术如双极板、催化剂以及电解质（质子交换膜）材质直接决定电池的性能与寿命，从而决定固定式电源的性能与寿命；同时，氢气循环系统、空气供应系统、水热管理系统等直接决定电池安全性，固定电源系统部件也直接决定电源的安全性。

作为作用大、影响广的新型电源系统，固定电源的生产制造、实施落地与后期运营必定会受到相关监管机构的密切关注与严格要求。因此，扎实的技术为固定电源的前期立项、中期落地与后期运营提供根本性支撑，是氢燃料电池固定电源的核心竞争力之一。

#### 4.8.1.2 先进的氢燃料电池材料与电解槽材料技术为固定电源的成本下降提供有效途径

受限于各核心零部件材料的稀缺、制作工艺的复杂，氢燃料电池系统与电解槽系统的核心痛点在于高昂的成本，这也进一步阻止氢燃料电池固定电源的落地与普及。先进的氢燃料电池与电解槽材料技术将显著降低固定电源的高昂的项目成本，从而直接降低固定电源的项目成本，为企业成功保驾护航。

#### 4.8.1.3 强大的系统整合与集成能力是固定电源高效运作的重要背书

固定电源需要将氢燃料电池系统、可再生能源制氢系统、功能性系统部件及软件与物联网模块等整合在同一体系里。强大的系统整合与集成能力将有助于固定电源各板块形成有机整体，从而高效协作，增强整体固定电源效能。

#### 4.8.2 强大的供应链整合能力是企业保持生态优势的强力保障

强大的供应链整合能力是行业内企业的核心竞争力之一。固定电源系统内部结构复杂，涉及零部件甚多、采购商甚广。除氢燃料电池外，需对外采购可再生能源制氢系统、功能性系统部件和控制软件、操作系统及物联网模块等。具备强大的供应链整合能力意味着供应链协同效应的提升，采购成本得到降低，服务质量得到提升

#### 4.8.3 良好的运营能力是燃料电池固定电源高效、安全运行的根本保障，IT 技术决定燃料电池固定电源后期的运营效率

除本身的性能寿命外，固定电源良好的后期运营也是成功的关键因素之一。因系统内部复杂的设计与组成，氢燃料电池固定电源的后期运营对数字化程度要求高。良好的 IT 技术如工业软件技术、物联网技术、云计算技术、人工智能技术等带来方便的操作视窗与平台、灵敏的故障感知、协同的数据交互与智能的辅助决策等，为运营端持续赋能。

#### 4.8.4 健康、良好的政商关系将有利于企业顺利承接中央或地方的固定电源示范项目

结合国外固定电源发展路径，我国固定电源发展未来或将以中央与地方政府引导、电力央企巨头实施的模式发展，因此，健康、良好的政商关系将是直接影响企业能否顺利承接示范项目的一大关键因素。

## 5 氢燃料电池行业头部玩家及竞争格局分析

### 5.1 全球及中国氢燃料电池主要行业玩家案例

#### 5.1.1 亿华通

北京亿华通科技股份有限公司(688339.SH)成立于 2012 年 7 月 12 日，是一家专注于氢燃料电池发动机系统研发及产业化的高新技术企业，致力于成为国际领先的氢燃料电池发动机供应商。公司具备自主核心知识产权，率先实现了发动机系统及燃料电池电堆的批量国产化，重点围绕燃料电池示范城市群及潜力城市进行开发，与国内主流的商用车企业宇通客车、北汽福田、中通客车以及吉利商用车等建立了深入的合作关系，搭载公司产品的燃料电池汽车已在北京、张家口、上海、成都、郑州及淄博等多个城市投入运营，且公司产品应用场景进一步拓展至冷链运输、环卫及重卡等多场景。

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

#### 5.1.2 重塑能源

重塑能源成立于 2015 年 9 月，专注于燃料电池技术的研发，燃料电池系统相关产品的研发、生产、销售及燃料电池工程应用开发服务。公司燃料电池系统相关产品主要应用于燃料电池汽车行业，与一汽解放、东风汽车、宇通客车、中通客车、三菱扶桑等国内外知名车企建立了深入的合作，为多款燃料电池汽车车型提供燃料电池系统，结合产品实际应用场景开发多款燃料电池汽车车型。

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

#### 5.1.3 捷氢科技

上海捷氢科技股份有限公司于 2018 年 6 月 27 日成立，是一家专注于燃料电池电堆、系统及核心零部件的研发、设计、制造、销售及工程技术服务的高新技术企业。公司在燃料电池电堆及系统设计、控制、集成、工艺开发、生产制造、整车适配等环节拥有核心技术优势，在燃料电池电堆关键核心部件膜电极的自主研发与制造中取得突破并实现了国产化、产业化。目前，公司燃料电池技术与产品已经在公交车、城市公务用车、团体客车、重卡物流、轻卡等场景取得良好的商业应用突破，并与国内知名燃料电池产业链上下游企业形成了良好的业务合作关系，包括批量

交付、工程开发受托服务。同时，公司积极探索其他燃料电池技术的商用场景，在分布式发电、工程机械、叉车及场地拖车等领域开展燃料电池技术的应用开发。

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

#### 5.1.4 国鸿氢能

广东国鸿氢能科技股份有限公司成立于 2015 年 6 月 30 日，是一家以氢燃料电池为核心产品的高科技企业，凭借在氢燃料电池领域掌握的核心技术，目前公司已布局丰富产品线，产品主要包括燃料电池电堆、燃料电池系统模块、固定发电系统、燃料电池空气过滤器等氢燃料电池领域核心技术产品。2016 年，Ballard 公司授权国鸿氢能生产其 FCvelocity®-9SSL 燃料电池组并提供相应技术与设备，国鸿氢能分别与 Ballard 和重塑能源成立合资公司广东国鸿巴拉德氢能动力有限公司、国鸿重塑，生产电堆和系统模块。国鸿氢能主要产品包括 9SSL 系列电堆、30kW 和 85kW 燃料电池发动机产品。产能方面，目前国鸿氢能分别在内蒙古鄂尔多斯、河南濮阳、浙江嘉兴、重庆等地设有生产基地，在广东云浮设有研发和生产基地，涉及燃料电池电堆、核心零部件、系统集成等产品。

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

#### 5.1.5 潍柴动力

潍柴动力股份有限公司（02338.HK，000338.SZ）成立于 2002 年，是中国综合实力最强的汽车及装备制造集团之一，公司以整车、整机为龙头，以动力系统为核心技术支撑，成功构筑起了动力总成、整车整机、智能物流等产业板块协同发展的新格局。公司主要产品包括全系列发动机、变速箱、车桥、液压产品、重型汽车、叉车、供应链解决方案、燃料电池系统及零部件、汽车电子及零部件等。

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

#### 5.1.6 雄韬股份

深圳市雄韬电源科技股份有限公司(002733.SZ)成立于 1994 年 11 月 3 日，主要从事化学电源、新能源储能、动力电池、燃料电池的研发、生产和销售业务，产品涵盖阀控式密封铅酸蓄电池、锂离子电池、燃料电池三大品类，是全球最大的蓄电池生产企业之一。近年来，雄韬股份进军燃料电池产业并视为战略发展方向之一，在深圳、武汉、大同等地投资设立子公司推进氢能产业规

划与布局，投资制氢、膜电极、燃料电池电堆等多家产业链企业，在氢能产业链上已完成制氢、膜电极、燃料电池电堆、燃料电池发动机系统、整车运营等关键环节的卡位布局。

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

### 5.1.7 巴拉德动力

巴拉德动力系统公司（纳斯达克股票代码：BLDP；多伦多证券交易所股票代码：BLDP）成立于 1979 年，最初开展高能耗锂电池的研究和开发工作，后在 1989 年开始质子交换膜燃料电池（PEM）技术的发展，成为 PEM 燃料电池技术领域的领导者，帮助客户解决其燃料电池项目中的技术困难和业务挑战。该公司致力于将燃料电池技术投入实际使用，并且该公司的燃料电池已广泛应用于重型汽车、运输管理用叉车、备用电源、无人驾驶飞机以及船舶和铁路车辆等。

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

### 5.1.8 普拉格能源

普拉格能源公司（Plug Power Inc.）成立于 1997 年，是氢燃料电池解决方案的供应商。该公司专注于质子交换膜（PEM）、燃料电池和燃料处理技术、燃料电池/电池混合技术，以及相关的氢气和绿色氢气生成、储存和分配基础设施。该公司为供应链和物流应用、道路电动汽车、固定电力市场等领域提供端到端清洁氢气和零排放燃料电池解决方案。此外，该公司还生产和销售燃料电池产品，以替代固定备用电源应用中的电池和柴油发电机。该公司的产品包括 GenDrive、GenFuel、GenCare、GenSure、GenKey、ProGen 和 GenFuel 电解槽。该公司的产品和服务大多位于北美和欧洲的物料搬运市场，主要适用于大中型车队、大批量制造和配送中心的运输需求。在 2002 年上市。2017 年 2 月，该公司宣布首批专为电动运输车辆设计的 ProGen 燃料电池发动机出货，并在马里兰州的国会山高地的 USPS 卡车车队采用了 GenDrive 系统。2017 年 4 月，Amazon.com 购买了超过 5000 万股 Plug Power 普通股，并达成协议在其仓库中使用氢技术来实现。2020 年 2 月，该公司推出了 125kW Progen 燃料电池发动机，用于 6、7 和 8 级卡车和重型越野设备。

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

### 5.1.9 丰田汽车

丰田汽车（TM(NYSE)）成立于 1937 年，是日本跨国汽车公司，隶属于日本三井财阀，根据 BBC 统计，为世界销量排名第二的汽车制造商，仅次于德国福斯集团。作为全球氢燃料汽车的先行者和推动者，丰田早在 1992 年就开始了氢燃料电池汽车领域的研发工作。之后，丰田就一直在沉淀经验、革新技术，不断改善氢燃料电池汽车的产品力。到了 2014 年，丰田正式推出世界首款量产氢燃料电池车型 MIRAI，向世界验证了丰田氢燃料电池技术的先进性和安全性。2020 年底，丰田又推出了第二代 MIRA。

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

### 5.1.10 现代汽车

现代汽车（HYMTF (OTCMKTS)）成立于 1967 年，是韩国一家跨国经营的汽车厂商，财富世界 500 强企业，也是 2009 年韩国最大及世界排名第四的汽车制造商，母公司为现代汽车集团。现代早在 1998 年成立燃料电池开发部门，为后面氢能源汽车的发展做足了准备。两年后，现代汽车推出了韩国首台氢燃料电池车——Santa Fe FCEV。2004 年，现代与美国联合技术公司（UTC）合作推出了基于第一代途胜打造的 Tucson FCEV。2013 年，现代汽车再次发布了现代 ix35 FCEV，其 NEDC 续航已经达到了 594km。2014 年，现代推出了 Intrado Concept，这款车标志着现代汽车在氢能源汽车动力领域进入新的阶段，一改以往“油改氢”模式，证明其实现独立研发氢能源汽车的能力。

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

## 5.2 全球及中国整车厂向上整合案例

纵观海外和国内下游的整车厂商向中上游整合案例，向上整合模式大致分为：（1）成立子公司，自研燃料电池技术以及布局相关产业板块；（2）与中上游企业成立合资公司，整合中上游技术与资源；（3）与中上游企业签署战略合作协议、备忘录或框架协议；（4）下游厂商联合多个中上游玩家及相关机构成立生态联盟。车厂的向上整合模式主要围绕氢燃料电池技术研发、氢燃料电池汽车开发与生产以及氢能基础设施建设等方面进行开展。

### 5.2.1 海外整车厂商向上整合案例

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

### 5.2.2 国内整车厂商向上整合案例

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

## 5.3 中国氢燃料电池头部玩家的商业模式对比

### 5.3.1 全国市场分布与分析

#### 5.3.1.1 重塑能源

重塑能源总部位于上海市，在上海、广东佛山、宁夏宁东、江苏苏州常熟、山西曲沃、四川成都、河南郑州等均有示范项目和产品交付。主要交付项目的类型包括直销下游整车厂、氢能交通线路示范项目、氢能物流运输示范项目、氢能重卡示范项目、钢铁与矿场氢能示范项目等。

同时，对欧出口也是重塑能源的重要销路之一。重塑能源与欧洲车载电驱系统工程服务商 Ecap Mobility GmbH 达成战略合作。以本土合作伙伴的渠道资源为支点出口氢燃料电池系统产品，重塑能源在欧洲市场，尤其是德国市场，已然实现一定规模的出口销售。

#### 5.3.1.2 亿华通

亿华通总部位于北京市，在京津冀地区拥有明显的市场优势。公司在京津冀地区、上海奉贤、四川成都和河南郑州等地区均有产品交付，同时抓住冬奥会、冬残会的发展契机，实现项目交付。主要合作的下游整车厂商为北汽福田、申龙客车、中通客车、宇通客车、中植汽车和苏州金龙等。

#### 5.3.1.3 国鸿氢能

国鸿氢能总部位于广东省，在粤港澳拥有一定市场优势。公司在北京、上海、重庆、广东云浮、浙江嘉兴、浙江湖州、内蒙古鄂尔多斯、陕西榆林等地等均有产品交付与示范项目落地。项目类型包括氢能公交线路示范项目、氢能重卡示范项目、氢能叉车示范项目、氢能冷链车示范项目、氢能电车示范项目、氢能物流运输示范项目、固定式燃料电池示范项目以及氢能搅拌车示范项目等。主要下游整车厂商包括飞驰汽车、悦池新能源汽车、荣成集团等。

#### 5.3.1.4 捷氢科技

捷氢科技总部位于上海市，依托上汽集团的资源在上海拥有明显的市场优势。公司销路主要聚焦在上海地区，项目类型包括氢能交通路线示范项目、加氢站示范项目、氢能叉车示范项目、

氢能网约车示范项目、氢能重卡示范项目等。捷氢科技的下游整车厂包括上汽大通乘用车、上汽红岩、申沃客车、苏州金龙、南京依维柯等。

## 5.3.2 商业模式对比

### 5.3.2.1 商业模式共性

结合头部四家企业运营情况，中国氢燃料电池市场头部玩家的商业模式主要有两大共同路径。

一是利用健康、良好的地方政商关系，凭借自身技术与产品优势获得地方性示范项目订单，并与下游整车厂商紧密合作，将燃料电池系统产品销售给整车厂商。此类地方性示范项目包括地方氢能城市公交线路示范项目、地方城市氢能环卫车示范项目、地方国企氢能项目（如钢铁矿业企业、机场集团）等。

二是利用自身强大的产品优势与生态优势，直销燃料电池系统产品给整车厂商，直接赋能整车性能，助力整车厂商的氢能汽车产品销售与运营。此类项目包括氢能网约车示范项目、氢能冷链车示范项目、氢能叉车示范项目、氢能重卡示范项目、氢能物流车示范项目和氢能搅拌车示范项目等。

### 5.3.2.2 商业模式差异

受限于各玩家公司资源与战略的差异，具体的商业模式上也存在些许不同。

**【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】**

## 5.3.3 产业生态情况

作为氢燃料电池产业链的核心环节，国内氢燃料电池巨头玩家普遍拥有丰富的产业生态，在产学研合作、上下游协同以及地方产业联盟上实现互帮互助、和谐共生。其中重塑能源在产业生态布局上尤为积极。

### 5.3.3.1 产学研深度合作

重塑能源与同济大学、北京理工大学等在内的多所高校成立联合实验室进行燃料电池的相关研究；国鸿氢能和清华大学裴普成教授团队及互联网产业研究院、福州大学等高校实现产学研深度合作联盟；亿华通与北京化工大学签订新工科人才培养合作及培养基地建设协议。

### 5.3.3.2 上下游紧密协同

#### 1. 重塑能源

积极探索上下游合作契机，实现与上游冰轮集团、杜邦中国、大陆集团、盖瑞特、有研集团、威孚高科、舍弗勒集团等优质企业进行战略合作，在先进制造装备、氢燃料电池原材料等方面进行深度协同；与三一重工、一汽解放、杭叉集团、三菱扶桑、丰田汽车与等整车厂商建立紧密合作关系。

#### 2. 亿华通

与上游巴拉德、水吉能、Johnson Matthey、魔方新能源等在氢燃料电池的电堆、膜电极与动力电池领域进行深度合作；与下游潍柴动力、北汽福田、中通客车、申龙客车、中值汽车、申龙客车等整车厂商建立良好合作关系。

#### 3. 国鸿氢能

积极布局上下游生态，与东岳集团、水木明拓、贵研新材料等在氢燃料电池膜电极等核心零部件展开深度协同，与中车城市交通、飞驰汽车、荣程集团和悦驰新能源汽车等下游玩家积极合作。

#### 4. 捷氢科技

依托上汽集团丰富资源，与上游上海唐锋、上海治臻、岚泽能源科技、未势能源、先导智能装备等在氢燃料电池与先进制造装备领域展开合作，与海卓动力、上汽红岩、飞驰汽车、申沃客车、南京依维柯等建立良好合作关系。

### 5.3.3.3 积极布局地方生态联盟

地方产业联盟生态的形成将加速地方产业资源整合。其中重塑能源积极加入苏州氢能产业创新联盟、上海市汽车零部件行业协会燃料电池专委会；亿华通积极加入中国氢能源及燃料电池产业创新战略联盟、国创氢能创新产业联盟以及中关村氢能与燃料电池技术创新产业联盟；国鸿氢能积极加入濮阳市氢能产业联盟；捷氢科技加入常熟市氢燃料电池协同创新联盟、上海市氢科学技术研究会。

## 5.4 中国市场氢燃料电池系统市场竞争分析

由于不同公司拥有的不同电堆或系统能够发电的功率不同，所以在氢燃料电池系统的相关排名中，通常以总销售功率作为统计口径。而总销售功率是以各公司出售的氢燃料电池系统的数量与每款系统相应的额定功率相乘累积可得。作为衡量燃料电池发动机系统做功能力的重要指标，系统额定功率通常指在国家标准规定的正常运行条件下，该系统可以连续稳定长时间运行的最大功率，提升系统额定功率主要通过增加电堆数量或提升单个电堆功率实现。

图表 5.1 中国氢燃料电池系统总销售功率排名（2021 年）

**【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】**

图表 5.2 中国氢燃料电池系统总销售功率排名（2019-2021 年累计三年）

**【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】**

图表 5.3 中国氢燃料电池系统销售金额排名（2021 年）

**【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】**

图表 5.4 中国氢燃料电池系统销售金额排名（2019-2021 年累计三年）

**【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】**

图表 5.5 中国氢燃料电池系统销量排名（2021 年）

**【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】**

图表 5.6 中国氢燃料电池系统销量排名（2019-2021 年累计三年）

**【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】**

图表 5.7 中国氢燃料电池系统配套汽车上险量排名（2022 年）

**【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】**

图表 5.8 中国氢燃料电池系统配套汽车上险量排名（2020-2022 年累计三年）

**【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】**

图表 5.9 中国氢燃料电池系统配套重卡上险量排名（2022 年）

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

图表 5.10 中国氢燃料电池系统配套重卡上险量排名（2020-2022 年累计三年）

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

### 5.3 工信部推荐车型目录报告期内各企业统计情况

氢燃料电池系统市场自 2020 年以来发展速度不断加快，各公司燃料电池系统的应用推广速度也随之呈现加速提升趋势。根据工信部发布的《新能源汽车推广应用推荐车型目录》，可以看到不同公司销售的氢燃料电池在汽车上的应用以及对应的配套车型数量，产品覆盖物流车、客车、乘用车等。所以搭载燃料电池系统的车辆示范推广数量是衡量系统厂商综合实力的核心要素之一，具体情况如下：

图表 5.11 行业主要头部玩家工信部推荐车型目录统计情况

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

图表 5.12 工信部推荐车型目录统计情况（按行业主要头部玩家划分）

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

图表 5.13 行业主要头部玩家工信部推荐车型目录重卡（半挂牵引车）车型统计情况

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

图表 5.14 工信部推荐车型目录重卡车型（半挂牵引车）统计情况（按行业主要头部玩家划分）

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

图表 5.15 行业主要头部玩家工信部推荐车型目录重卡（含牵引车）车型统计情况

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

图表 5.16 工信部推荐车型目录重卡车型（含牵引车）统计情况（按行业主要头部玩家划分）

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

## 6 全球及中国头部企业的氢燃料电池技术指标对比

### 6.1 燃料电池电堆

图表 6.1 行业主要头部玩家燃料电池电堆技术参数对比

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

### 6.2 膜电极

图表 6.2 行业主要头部玩家膜电极产品技术参数对比

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】

### 6.3 燃料电池系统

从额定功率的角度，目前燃料电池系统主流产品的额定功率集中于 110-130kW 区间，但对于大体积及重载车辆而言，为保证满足其满载条件下的高速和爬坡动力需求，220-250kW 大功率发动机的研发与使用仍然是未来行业发展方向之一，且随着大功率氢燃料电池重卡的逐渐普及，200kW 以上的大功率氢燃料电池发动机将有可能成为市场主流。但由于部分零部件未形成批量生产，短期内 200kW 以上燃料电池发动机成本较高，市场推广存在较大难度。

图表 6.3 行业主要头部玩家燃料电池系统技术参数对比

【请联系沙利文，获取完整版报告了解相关信息】