

# 氢燃料电池汽车篇——氢风已至，蓄势待发

## 氢能行业深度报告系列三

投资建议： 强于大市

上次建议： 强于大市

### 投资要点：

#### ► “以奖代补”政策实施，氢燃料电池车产业化提速

氢燃料电池凭借能效高、零排放等能源优势，将成为氢能在交通运输领域核心增量应用。在“2060碳中和”背景下，氢燃料电池汽车将助力交通运输实现深度脱碳，且将率先在商用车尤其是重卡领域中得到应用，与纯电动实现差异化场景布局。

#### ► 燃料电池系统国产化率持续提升，近年有望实现全国产化

当前燃料电池系统国产化程度已从2017年的约30%提升至60%-70%，电堆、膜电极、空压机、氢气循环泵等核心部件均可自主生产，气体扩散层、催化层和质子交换膜等核心材料也在加速研发中，普遍处于送样测试验证阶段，我们预计未来2-3年氢燃料电池产业链有望完全实现国产化供应。

#### ► 到2030年氢燃料电池重卡TCO有望实现与柴油重卡平价

经过多年发展，当前燃料电池汽车产业已逐步由基础布局向市场化、规模化方向发展，但高企的成本依然是氢能车最大的限制性因素，我们对未来10年氢燃料电池重卡全生命周期成本做出预测，在政策支持、技术进步、国产化水平提升、规模化生产等多因素加码下，到2030年氢能重卡TCO将实现与柴油重卡平价。

#### ► 投资建议

结合氢能重卡降本路径，我们区分不同发展阶段建立投资框架：

**1) 2020-2025年（起步期）。**该阶段基础设施配套和氢燃料电池汽车的技术尚不成熟，整车购置和加氢成本仍然较高，政策扶持成为该阶段氢能车发展主要驱动力，且方向上侧重发展中重卡，市场空间有望达到百亿规模，该阶段贴近终端氢能重卡需求的燃料电池堆及系统供应商将率先受益，因此重点关注具备燃料电池系统集成能力及整车客户群体基础的供应商，如亿华通、重塑股份等。

**2) 2025-2030年（加速期）。**随着基础设施加大普及、技术革新和成本下降推动产业进入发展加速期，到2030年年销规模有望达到10万辆水平，市场空间有望达到千亿规模，该阶段产业链上下游将迎来首次规模化放量，电堆、核心零部件及材料等都将受益此阶段规模增长，单位价值量角度建议首先关注空压机&氢循环（雪人股份、汉钟精机、金士顿、势加透博等）及储氢瓶（中材科技、中集安瑞科、国富氢能等），其次关注上游核心材料催化剂（贵研铂业、济平新能源等）及质子交换膜（东岳集团）。

#### ► 风险提示

核心技术突破不及预期、成本下降不及预期、基础设备配套不及预期

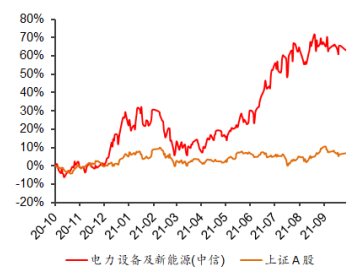
吴程浩 分析师

执业证书编号：S0590518070002

电话：0510-85613163

邮箱：wuch@glsc.com.cn

### 一年内行业相对大盘走势



### 相关报告

- 《逆变器行业：储能加持的广阔赛道》  
《电力设备与新能源》
- 《宁德时代发布钠离子电池，开启电化学新篇章》  
《电气设备》
- 《绿氢风正帆悬，平价在望》  
《电气设备》

## 正文目录

1	投资聚焦 .....	4
2	“以奖代补”政策实施，氢燃料电池车产业化提速 .....	5
2.1	氢燃料电池车助力道路交通深度脱碳，是氢能核心增量领域 .....	5
2.2	政策导向明确，“以奖代补”新政或为氢能车行业重要转折点 .....	6
2.3	应用路径上优先发展商用车，与纯电实现差异化场景布局 .....	8
3	燃料电池系统国产化率持续提升，有望打通全产业链 .....	10
3.1	燃料电池系统是氢燃料电池汽车的核心环节 .....	10
3.2	关键材料及部件国产化率持续提升，近年有望实现完全国产化 .....	12
4	氢能重卡平价在望，10年千亿赛道可期 .....	18
4.1	到2030年氢燃料电池重卡TCO可实现与柴油重卡平价 .....	18
4.2	氢燃料电池汽车发展展望 .....	24
5	投资建议 .....	26
6	风险提示 .....	30

## 图表目录

图表 1:	氢燃料电池细分应用领域众多 .....	5
图表 2:	全球燃料电池不同应用领域装机量 (千套) .....	5
图表 3:	全球燃料电池不同应用领域装机量 (MW) .....	5
图表 4:	氢燃料电池汽车产业政策轨迹图 .....	6
图表 5:	“以奖代补”新政与往年补贴政策区别 .....	7
图表 6:	中国各省份氢能产业发展目标 .....	7
图表 7:	“以奖代补”新政中各燃料电池车型奖励金额 (万元) .....	8
图表 8:	氢燃料电池汽车与纯电动汽车对比 (以重卡为例) .....	9
图表 9:	氢燃料电池汽车工作原理及成本构成 .....	10
图表 10:	当前车用燃料电池以质子交换膜燃料电池 (PEMFC) 为主流路线 .....	11
图表 11:	全球燃料电池装机量 (MW, 按技术路线分类) .....	11
图表 12:	国内燃料电池系统装机量情况 (MW) .....	12
图表 13:	2019年 (左) 及 2020年 (右) 国内燃料电池系统市场份额情况 .....	12
图表 14:	燃料电池汽车核心部件国产化进程 .....	13
图表 15:	国内氢燃料电池空压机出货量 (万台) 及市场规模 (亿元) .....	15
图表 16:	2018-2020年国内氢燃料电池空压机市场规模分布 (按技术路线分类) .....	15
图表 17:	氢气循环泵示意图 .....	16
图表 18:	氢气引射器示意图 .....	16
图表 19:	2019-2020年氢气循环泵价格 (万元/台) .....	16
图表 20:	高压气态储氢瓶类型 .....	17
图表 21:	车载储氢系统长期趋势演变 .....	18
图表 22:	氢燃料电池重卡全生命周期成本构成 .....	18
图表 23:	技术进步条件下燃料电池成本下降情况 (美元/kw) .....	19
图表 24:	规模化条件下燃料电池成本下降情况 (美元/kw) .....	20
图表 25:	我国车用燃料电池系统成本及电堆材料成本下降目标 (元/kw) .....	20
图表 26:	我国储氢系统关键性能指标发展目标 .....	21
图表 27:	中国储氢系统成本下降目标 (万元/kg) .....	21
图表 28:	重卡百公里氢耗水平下降目标 (kg/100km) .....	22
图表 29:	氢燃料电池重卡全生命周期成本预测 (不考虑政府补贴) .....	23
图表 30:	氢燃料电池重卡购置成本趋势 .....	24

图表 31: 氢燃料电池重卡百公里 TCO 成本趋势.....	24
图表 32: 国内氢燃料电池汽车市场规模预测 .....	24
图表 33: 国内加氢站保有量 (座) .....	25
图表 34: 氢燃料电池产业链核心标的 .....	27

## 1 投资聚焦

### ➤ 研究背景

“2060 碳中和”背景下，氢燃料电池凭借能效高、零排放等能源优势，将助力交通运输实现深度脱碳，应用场景上优先发展氢能中重卡，与纯电动实现差异化场景布局。

### ➤ 创新之处

在本篇氢能行业深度系列三中，我们从氢燃料电池汽车应用出发，重点分析了氢燃料电池核心材料及部件的国产化情况，并针对氢燃料电池汽车领域将率先实现应用突破的氢能重卡建立了全生命周期成本（TCO）模型，且对氢能重卡降本路径进行预测及分析，指出氢能重卡在不同发展阶段的表现特征。

### ➤ 核心结论

#### 结论一：燃料电池系统近两年有望实现全国产化

燃料电池系统（包含燃料电池堆及辅助系统）是氢燃料电池汽车核心构成及主要成本项。当前燃料电池系统国产化程度已从 2017 年的约 30% 提升至 60%-70%，电堆、膜电极、空压机、氢气循环泵等核心部件均可自主生产，气体扩散层、催化层和质子交换膜等核心材料也在加速研发中，普遍处于送样测试验证阶段，我们预计未来 2-3 年氢燃料电池系统有望完全实现国产化供应。

#### 结论二：氢能重卡全生命周期成本到 2030 年有望实现与柴油重卡平价

车辆购置成本、能源使用成本是影响氢能重卡全生命周期成本的核心因素，通过建立降本预测模型，我们预测了氢能重卡的降本节奏并对氢能重卡未来 10 年做出发展展望：

1) 根据本篇报告模型预测，到 2030 年，氢燃料电池重卡百公里 TCO 成本将从 2020 年的 846 元下降至 232 元，年均降幅达 12.1%，该成本水平能够实现与当前柴油重卡平价，技术进步与规模化将是氢能车降本核心驱动力。

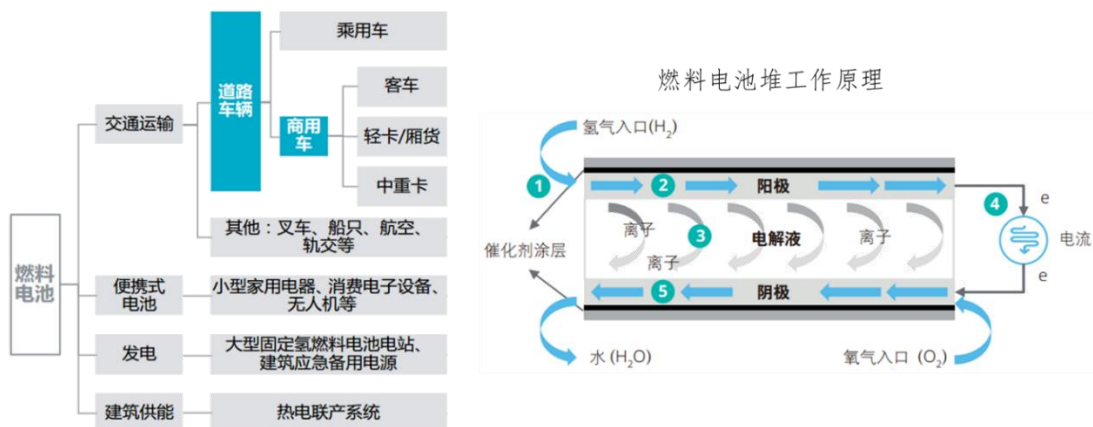
2) 未来 10 年氢燃料电池汽车将经历二阶段发展：2020-2025 年为发展起步期，氢能车市场以政策驱动为主，方向上侧重发展中重卡，预计到 2025 年氢燃料商用车年销规模有望达到 1 万辆水平，市场空间处于百亿规模；2) 2025~2030 年随着基础设施加大普及、技术革新和成本下降推动产业进入发展加速期，到 2030 年年销规模有望达到 10 万辆水平，市场空间有望达到千亿规模。

## 2 “以奖代补”政策实施，氢燃料电池车产业化提速

### 2.1 氢燃料电池车助力道路交通深度脱碳，是氢能核心增量领域

氢燃料电池是将氢气和氧气的化学能直接转换成电能的发电装置，可实现氢能的移动化、轻量化和大规模普及，能广泛应用于交通、工业、建筑、军事等领域。在道路交通领域中，氢能凭借零污染、可再生、加氢快、续航足等优势，被誉为车用能源的“终极形式”，其中商用车又是未来氢燃料电池在道路交通领域的核心增量。

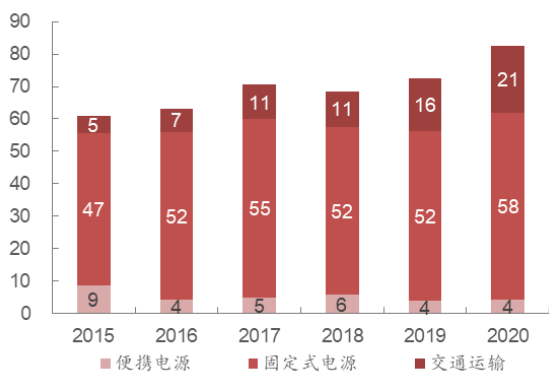
图表 1：氢燃料电池细分应用领域众多



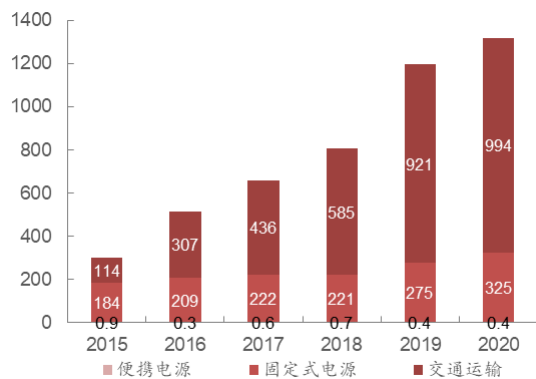
来源：德勤，罗兰贝格

**燃料电池在交通领域成长性最强。**从全球来看，燃料电池主要运用于固定式电源、交通运输和便携式电源三大类领域。既适用于集中发电，建造大中型电站和区域性分散电站，也可用作各种规格的分散电源。交通运输领域包括为乘用车、巴士/客车、叉车以及其他以燃料电池作为动力的车辆，目前来看，随着国家氢能产业的推进和技术的成熟，交通领域应用的商业化进程正在加速，且交通运输领域成长性最强。据 E4Tech 数据，2020 年全球交通运输用燃料电池出货量为 994MW，近五年 CAGR 达 34.1%，其占全球燃料电池出货量的比例从 2015 年的 38.2% 提升至 2020 年的 75.4%，燃料电池在交通运输领域的应用保持高速增长。

图表 2：全球燃料电池不同应用领域装机量（千套）



图表 3：全球燃料电池不同应用领域装机量（MW）



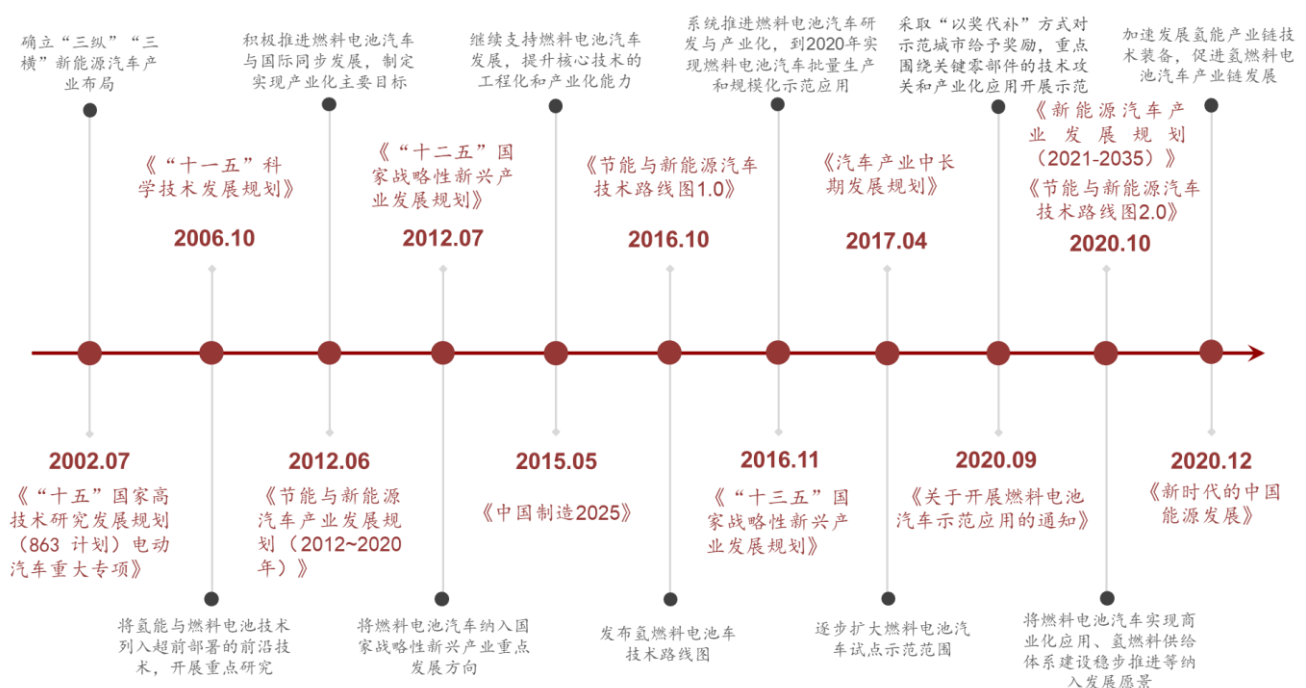
来源：E4Tech，国联证券研究所

来源：E4Tech，国联证券研究所

## 2.2 政策导向明确，“以奖代补”新政或为氢能车行业重要转折点

我国自“十五”确立了以纯电动汽车、混合动力汽车、燃料电池汽车为“三纵”，以多能源动力总成控制系统、驱动电机和动力电池为“三横”的新能源汽车“三纵三横”布局，燃料电池汽车产业即成为新能源汽车版图重要组成，在政策端得到不断支持和完善。通过梳理近二十年各部委所颁布的燃料电池汽车产业政策，从“三纵三横”到“以奖代补”，我国燃料电池汽车产业政策配合着国内燃料电池汽车产业实际运行情况，先后经历了发展目标确立、技术路线制定、产业发展规划，到目前的示范应用阶段，可以说燃料电池汽车产业已逐步由基础布局向市场化、规模化方向发展。

图表 4：氢燃料电池汽车产业政策轨迹图



来源：国务院、工信部、发改委等部委，国联证券研究所

“以奖代补”政策实施或为氢能车行业转折点。2020年9月五部委联合发布《关于开展燃料电池汽车示范应用的通知》，该项政策的推出，将取消以往“国补+地补”的补贴模式，转为由中央政府将政策奖励下发给城市示范群所在的地方政府，由地方自主制定并实施产业发展奖励政策，因地制宜发展氢燃料电池产业，避免了以往“大水漫灌”式补贴，新政将促进上游技术突破、驱动下游应用及基础设施发展，真正惠及产业链上下游玩家。从政策实施目标来看，规划争取通过4年左右时间，建立氢能和燃料电池汽车产业链，关键核心技术（电堆、氢气循环系统、空压机、膜电极、双极板、催化剂、碳纸、交换膜）取得突破，且要求示范城市群在第1-4年间实现至少2项、4项、5项、7项的本土化突破落地。我们认为“以奖代补”政策的实施将成为氢燃料电池汽车产业重要的转折点，政策推动下核心技术的有效突破将为未来规模化降本打牢坚实基础，避免技术卡脖子而带来产业发展停滞。

**图表 5：“以奖代补”新政与往年补贴政策区别**

	2020 年 9 月之前	2020 年 9 月之后	地方政府联系
<b>示范地区选择</b>	中国各地区均可获得中央政府的补贴支持	只有示范城市群可以获得中央政府奖励；非示范地方群的政府也可自行制定奖励政策	地方政府可制定具有高度自主权的产业刺激政策；燃料电池企业需要与地方政府密切沟通合作，实现与地方政策高度一致化
<b>补贴分配机制</b>	企业可从两处（中央和地方政府）获得补贴。对于来自中央政府的部分，企业可直接向其申请并获得补贴	企业仅从一处（地方政府）获得补贴。对于来自中央政府的补贴，地方政府可以决定将其如何分配给企业	
<b>地区产业规划</b>	超过 20 个具有燃料电池产业愿景的地方政府已经公布各自的燃料电池产业规划，并将在公布示范城市群敲定后出台具体政策		

来源：罗兰贝格，国联证券研究所

各省密集出台氢能规划，按规划到 2025 年氢能车进入 10 万辆级别规模。目前，全国已有不少省份提出了氢能产业发展目标，其中北京、广东、上海、山东等省市均发布了氢能源相关专项政策或规划，明确氢能产业发展目标。我们统计了各省份提出的燃料电池汽车销量规划及目标，到 2025 年国内燃料电池汽车年销量合计将突破 10 万辆，加氢站将突破 1000 座，届时氢燃料电池汽车整体达到十万台级规模，产业将逐步由补贴驱动转向市场化驱动。

**图表 6：中国各省份氢能产业发展目标**

省市	规划年份	产业规模	企业数量	推广/应用燃料电池车（辆）	加氢站（累计，座）
北京	2023 年	500 亿元（京津冀）	5-8 家龙头企业	3000	37
	2025 年	1000 亿元（京津冀）	10-15 家龙头企业	10000	74
山东	2022 年	200 亿元	100 家相关企业	3000	30
	2025 年	1000 亿元	10 家知名企业	10000	100
	2030 年	3000 亿元	一批知名企业	50000	200
河北	2022 年	150 亿元	-	2500	20
	2025 年	500 亿元	10-15 家领先企业	10000	50
	2030 年	2000 亿元	5-10 家龙头企业	50000	100
河南	2023 年	-	30 家相关企业	3000	50
	2025 年	1000 亿元（氢燃料电池汽车）	-	5000	80
重庆	2022 年	-	6 家相关企业	800	10
	2025 年	-	15 家相关企业	1500	15
天津	2022 年	150 亿元	2-3 家龙头企业	1000	10
四川	2025 年	初具规模	25 家领先企业	6000	60
浙江	2022 年	100 亿元	-	1000	30
上海	2025 年	-	-	50000	300
江苏	2021 年	500 亿元	1-2 家龙头企业	-	20
	2025 年	-	-	10000	50
广东	2022 年	-	-	首批氢燃料电池乘用车示范运行	300
内蒙古	2023 年	400 亿元	3-5 家龙头企业	3830	60
	2025 年	1000 亿元（氢燃料电池汽车）	10-15 家龙头企业	10000	90

来源：各政府官网，国联证券研究所

### 2.3 应用路径上优先发展商用车，与纯电实现差异化场景布局

2020年10月，工信部及汽车工程学会发布了《节能与新能源汽车技术路线图2.0》，路线图中明确了燃料电池汽车的推广应用路径，提出燃料电池汽车以客车和城市物流车为切入领域，重点在可再生能源制氢和工业副产氢丰富的区域推广中大型客车、物流车，逐步推广至载重量大、长距离的中重卡、牵引车、港口拖车及乘用车等，实现氢燃料电池车更大范围的应用。

“以奖代补”新政鼓励车型朝大功率与重载方向发展。在2020年9月发布的“以奖代补”新政中，大功率、高载重的重卡同样成为补贴最多的车型，以2021年积分标准测算，其中功率 $\geq 110\text{kW}$ ，载重31吨以上的重卡最多可享受国补50.4万元，假设地补按照1:1比例实施，则该型号重卡最多可享受补贴100万元，而当前配备110kW功率的燃料电池重卡售价仍普遍在130~150万元左右，对比同规格的柴油重卡销售价格，实施完补贴后的氢燃料重卡将在初次购买成本上获得优势。

图表7：“以奖代补”新政中各燃料电池车型奖励金额（万元）

车型	功率	总质量	奖励金额			
			2020年	2021年	2022年	2023年
重卡	$\geq 110\text{KW}$	31吨以上	54.6	50.4	46.2	37.8
		25-31吨	47.3	43.7	40.0	32.8
		12-25吨	40.0	37.0	33.9	27.7
	$\geq 80\text{KW}$	31吨以上	37.1	34.2	34.2	25.7
		25-31吨	32.1	28.1	28.1	22.2
		12-25吨	27.2	25.1	23.0	18.8
轻型货车、中型货车、	$\geq 80\text{KW}$	20.8	19.2	17.6	14.4	
中小型客车	$\geq 50\text{KW}$	13.0	12.0	11.0	9.0	
乘用车	$\geq 80\text{KW}$	24.7	22.8	20.9	17.1	
	$\geq 50\text{KW}$	13.0	12.0	11.0	9.0	

来源：《关于开展燃料电池汽车示范应用的通知》，国联证券研究所

技术特性上氢燃料电池汽车也更适合向重卡方向优先突破。当前交通领域电动化技术解决方案主要为纯电动及燃料电池，两者对比各有明显优劣势。其中，氢燃料电池优势在更高的功率和能量密度，在载重和续航方面有优势，而在加氢站等配套设施方面相较纯电存在劣势；而对于纯电车，虽然续航能力有弱势，但是满足城市内的公交、物流车、环卫等短途行驶的续期，也由于当前的成本优势，短期内城市内交通工具的纯电化会更加迅速。因此，从技术特性上，氢燃料电池汽车适用的应用场景主要包括固定路线、中长途干线、高载重：

1) 固定路线：便于配套加氢站等基础设施，如矿山短倒、港口、物流园区内等相对封闭和固定路线的场景，方便氢燃料汽车布局加氢站等配套能源加注设施；

2) 中长途干线：里程在400-800公里左右，超过纯电的续航上限将成为氢燃料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, 重卡匹配一定续航里程的电池必然导致自重较大, 因此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场景上将更有优势。

图表 8: 氢燃料电池汽车与纯电动汽车对比 (以重卡为例)

	纯电动汽车 (BEV)	燃料电池汽车 (FCEV)		
性能	功率密度表现	1-1.5KW/L	3-4KW/L (电堆)	氢燃料更能适应大载重, 锂电池自重大, 影响重卡载重量
	能量密度表现	~170 Wh/kg (磷酸铁锂电芯)	>500 Wh/kg	氢燃料当前在中途更具有差异化优势, 且氢燃料为开放系统, 续航还能进一步增长
	续航能力	200-300公里 (配备: 300-400KWH电量)	~400 公里(配备: 110KW氢燃料系统+100KWH锂电) > 35兆帕*8标准气罐: ~400公里 > 70兆帕*8标准气罐: 600-700公里 > 液氢储罐: ~1000公里	纯电由于当前单位成本更低, 虽然续航较短, 但对于城市内公交、物流车、环卫车等适用性好
可靠性	使用寿命 ~3万小时	1.5-2万小时	氢燃料当前使用寿命无法满足商用车要求的~3万小时需求	

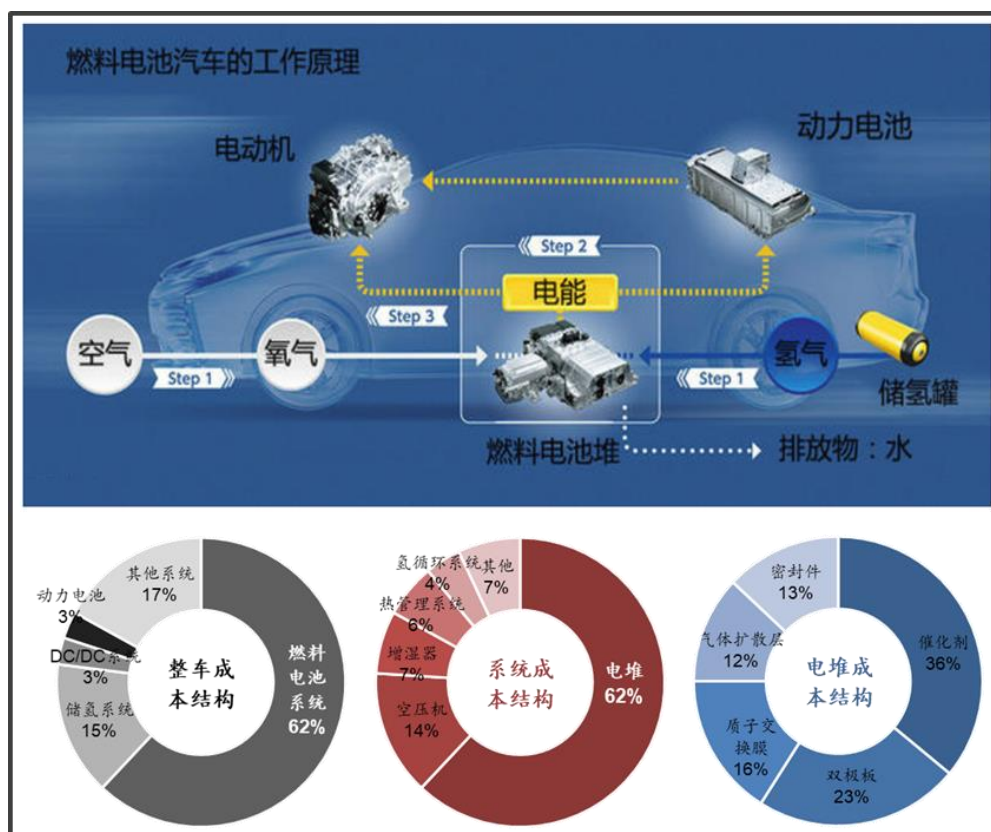
来源: 罗兰贝格

### 3 燃料电池系统国产化率持续提升，有望打通全产业链

#### 3.1 燃料电池系统是氢燃料电池汽车的核心环节

在氢燃料电池车中，燃料电池系统是氢能车的核心构成，按结构来拆分主要包括燃料电池堆及辅助系统（简称 BOP，包含氢循环系统、空压机、水热管理系统等）。从成本端来看，燃料电池系统在氢能车购置成本中占比超过 60%，而电堆成本在系统中占比同样超过 60%，是氢燃料电池汽车占比最高的成本项。

图表 9：氢燃料电池汽车工作原理及成本构成



来源：网络搜集，DOE，国联证券研究所

技术路线方面，质子交换膜燃料电池是车用主流技术。燃料电池按导电离子类别可分为酸性燃料电池、碱性燃料电池（AFC）、固体氧化物燃料电池（SOFC）和熔融碳酸盐燃料电池（MCFC），其中酸性燃料电池可分为 PEMFC（质子交换膜）、直接醇类燃料电池（DMFC）和磷酸燃料电池（PAFC）。PEMFC 具有功率密度大、重量轻、体积小、寿命长、工艺成熟、可低温下快速启动和工作等突出优点，被认为是将来车用燃料电池最理想技术方案。此外，在各技术路径中，固体氧化物燃料电池有望在储能等领域具有发展空间。

图表 10: 当前车用燃料电池以质子交换膜燃料电池 (PEMFC) 为主流路线

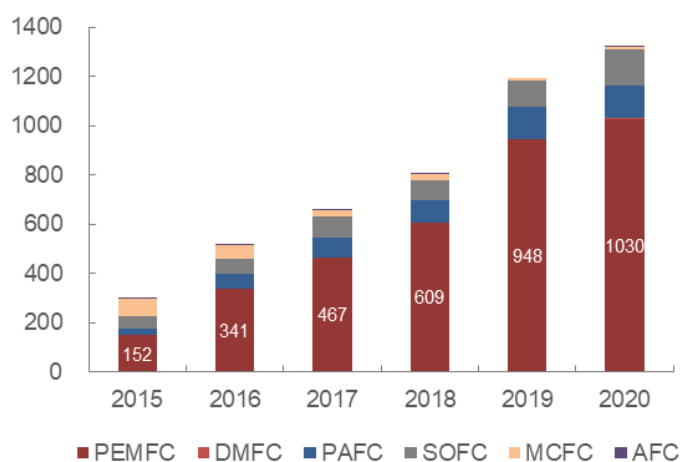
	PEMFC (当前主流)	DMFC	PAFC	SOFC (潜力细分)	AFC	MCFC
燃料电池类型	质子交换膜燃料电池	直接甲醇燃料电池	磷酸燃料电池	固体氧化物燃料电池	碱性燃料电池	熔融碳酸盐燃料电池
电解质与燃料	·聚合物膜 ·氢气	·聚合物膜 ·甲醇	·磷酸 ·氢气	·陶瓷氧化物 ·氢气/天然气/甲醇	·钾碱 ·氢气	·碱碳酸盐 ·氢气/天然气/ 石油气
催化剂	铂	铂	铂	钙钛矿	铂	镍
工作温度	50-90℃	50-120℃	190-210℃	600-1000℃	60-220℃	600-700℃
优势	·功率密度大 ·重量轻、体积小 ·寿命长、成熟 ·温度低、启动快	·特定功率密度大 ·燃料易于存储	·非常成熟的电池类型, 最早商用 ·允许燃料存在一定杂质	·能量转换效率高 ·燃料相容性好 ·非贵金属催化剂	·效率高 ·制造成本低 ·简易且技术成熟	·效率高 ·燃料相容性好
劣势	·工艺复杂 ·需要使用专用燃料	·效率低 ·阴极一氧化碳易中毒	·体积大 ·效率低、寿命短 ·需要贵金属催化剂	·温度高 ·易受腐蚀 ·启动慢、寿命短	·体积大 ·需要纯氢和纯氧, 易受一氧化碳中毒	·高温+电解质双重腐蚀性 ·启动慢, 寿命短
应用场景	乘用车	☆	△	○	○	○
	商用车	☆	○	△	○	○
	储能	△	☆	☆	☆	☆

来源: 国联证券研究所

注: ☆: 核心应用场景; △: 次要应用场景或潜在应用场景; ○: 无应用场景

从全球各技术路线的燃料电池实际装机量情况看, 质子交换膜燃料电池 (PEMFC) 装机量占比近几年保持在 75% 左右水平, 是当前技术成熟度最高, 装机量占比最高的燃料电池技术路线。

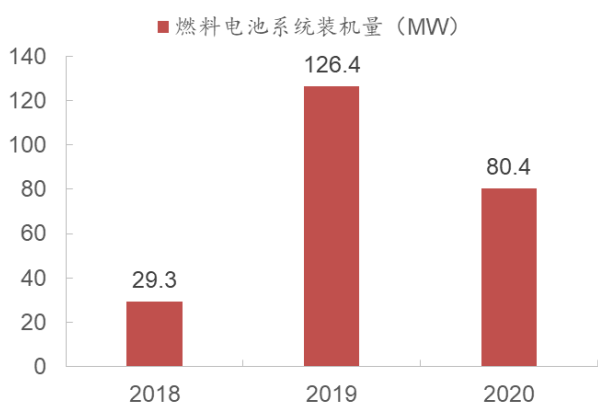
图表 11: 全球燃料电池装机量 (MW, 按技术路线分类)



来源: E4Tech, 国联证券研究所

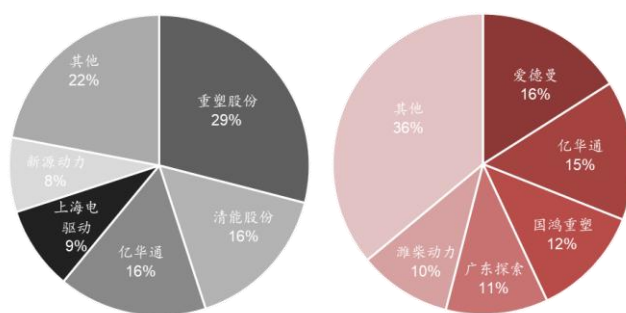
国内燃料电池产业仍处于导入期，竞争格局尚未明朗。2020 年中国氢燃料电池系统装机量为 80.4MW，同比下降 36%，相较于锂电池近几年百吉瓦时规模的装机量，燃料电池系统装机量显示该产业仍处于导入期阶段。从竞争格局来看，GGII 数据显示，2020 年中国氢燃料电池系统装机量 TOP5 企业为爱德曼、亿华通、重塑、广东探索、潍柴动力，相较于 2019 年，除亿华通及重塑仍在 TOP5 之内，剩余企业份额及排名均发生较大变化，说明当前产业竞争格局尚未明朗，龙头企业尚未体现出足够的议价力，我们认为未来随着氢燃料电池市场规模的扩大，一批优质龙头企业将在快速成长并形成竞争壁垒，产业竞争格局将形成金字塔结构。

图表 12：国内燃料电池系统装机量情况 (MW)



来源：GGII，国联证券研究所

图表 13：2019 年 (左) 及 2020 年 (右) 国内燃料电池系统市场份额情况

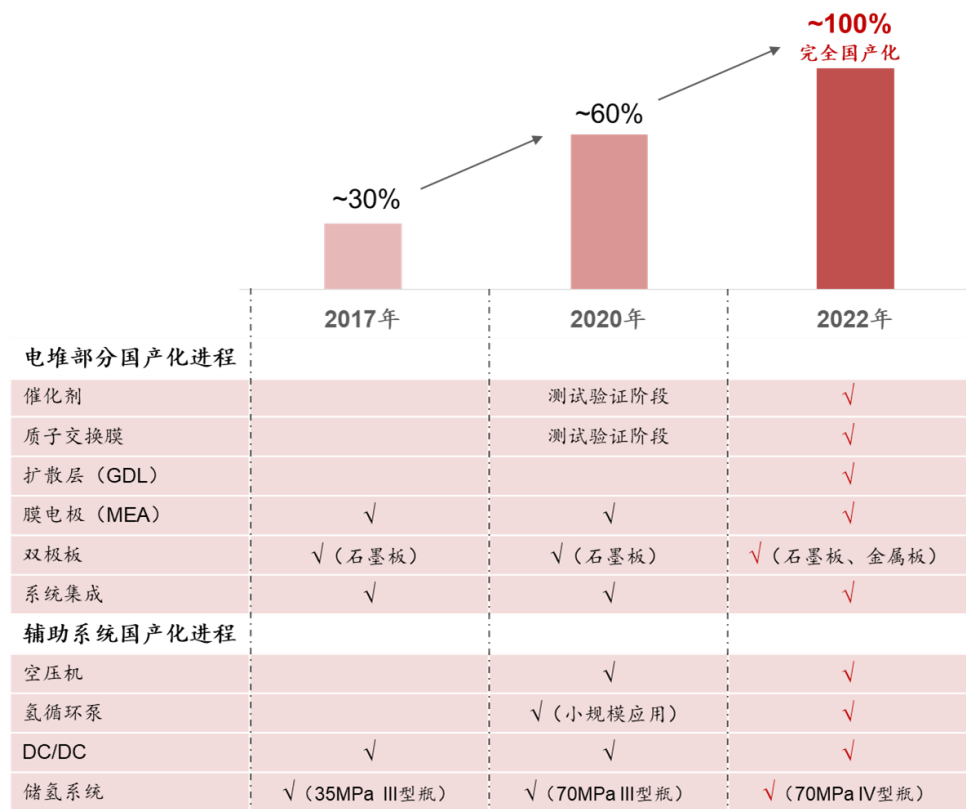


来源：GGII，国联证券研究所

### 3.2 关键材料及部件国产化率持续提升，近年有望实现完全国产化

燃料电池系统国产化率持续提升，预计未来 2~3 年有望实现完全国产化。2017 年燃料电池系统国产化率约 30%，仅掌握系统集成、双极板和 DC-DC，其余主要依赖进口，2020 年国产化程度 60-70%，电堆、膜电极、空压机、氢气循环泵等核心部件均可自主控制，而气体扩散层、催化层和质子交换膜等核心材料也在加速研发中，普遍处于送样测试验证阶段。由于产品从送样测试到批量化生产预计需要 2~3 年时间，因此我们预计未来 2~3 年氢燃料电池产业链有望完全实现国产化供应。

图表 14：燃料电池汽车核心部件国产化进程



来源：GGII，国联证券研究所

## ➤ 系统关键材料

### (1) 催化剂：降低铂载量，提升国产化比是突破方向

在氢燃料电池中，催化剂层是氢气和氧气发生电化学反应产生电流的场所，扮演着电化学反应“工厂”的作用。对催化剂要求为活性高、稳定性强、耐久性等。当前催化剂多为掺杂铂贵金属 (Pt) 的 Pt/C 催化剂，国际领先水平 Pt/C 催化剂铂载量已降低至  $0.2\text{mg}/\text{cm}^2$ ，国内目前仍处于  $0.4\text{mg}/\text{cm}^2$  水平。因此，在保证催化活性前提下，降低铂载量或寻找非铂催化剂代替是未来国内燃料电池催化剂突破方向。

从催化剂格局来看，根据 GGII 数据，国内燃料电池催化剂主要使用日本田中贵金属和英国庄信万丰的催化剂，约占市场约 80% 份额，而国内主要企业仍处于小批量生产或研发阶段。2019~2020 年国内氢燃料电池用催化剂均处于送样测试、合作开发阶段。2020 年济平新能源年产能 2 吨的催化剂批量化产线落户广东佛山，2020 年底济平新能源的氢燃料电池催化剂用于重卡用氢燃料电池电堆中，加快国产催化剂产业化进程。

### (2) 质子交换膜：外资产品占比高，国内已有企业实现突破

质子交换膜作为燃料电池膜电极的核心材料，其主要功能是传导质子、阻隔阴阳极气体互串，作为催化剂或膜电极支撑材料的作用。质子交换膜性能好坏直接决定氢燃料电池的性能和使用寿命。对质子交换膜性能要求主要为低气体渗透性、高质子传导率、热稳定性好、干湿转换性能好、机械性能强等。

从质子交换膜供给格局来看，国内生产的膜电极中多数使用戈尔（Gore）的增强复合膜，市占比达 90% 以上。2019~2020 年，国产的质子交换膜均处于客户送样、测试验证阶段。2020 年 7 月，东岳 150 万平米/年燃料电池膜及配套化学品产业化项目竣工。目前东岳 DMR100 燃料电池膜已满足量产车型需求，并获得 IATF 16949 验证。2020 年 9 月，科润的质子交换膜 NEPEM-3015 系列配套的氢燃料电池发动机通过国家机动车产品质量监督检验中心强检，预计 2021 年国产质子交换膜将实现一定量的商业化上车运行。

### **(3) 气体扩散层：海外垄断，国内产业布局速度缓慢**

气体扩散层（GDL）在氢燃料电池中起到支撑催化层、收集电流、传导气体和排出反应产物水的重要作用。对气体扩散层的性能要求有：透气性能好、电阻率低、电极结构稳定、适当的亲水/憎水平衡、具有化学稳定性和热稳定性等等。

从气体扩散层供给格局来看，气体扩散层核心材料碳纸被海外垄断，龙头主要是日本东丽、加拿大巴拉德动力系统及德国 SGL 三家企业，而国内碳纸/碳布产业化速度较慢。2020 年 4 月，上海华谊与 VIBRANT EPOCH LTD. 正式签署合作框架协议，在中国建立“气体扩散层用碳纸/碳布”生产基地。通用氢能、江苏天鸟等的气体扩散层进行客户产品送样测试。

### **(4) 双极板：石墨板为当前主流，金属板为突破方向**

双极板，又叫流场板或集流板，是电堆中的“骨架”，与膜电极层叠装配成电堆，在燃料电池中起到支撑、收集电流、分配气体的重要作用。双极板根据材料种类的不同可以分为：石墨双极板、复合双极板和金属双极板。其中石墨双极板是目前国内主流双极板，导电性、导热性、稳定性和耐腐蚀性等性能较好；金属双极板相对于石墨双极板而言可以减小重量和体积，对于汽车应用而言，轻质薄金属板可提高功率密度，但是其耐久性有待进一步验证。据 GGII 统计，2020 年国内氢燃料电池双极板市场规模约为 3.1 亿元，其中石墨双极板占 65%，金属双极板占 35%。

## **➤ BOP 系统核心部件**

### **(1) 空压机：目前国产化率接近 100%，离心式成主流技术路线**

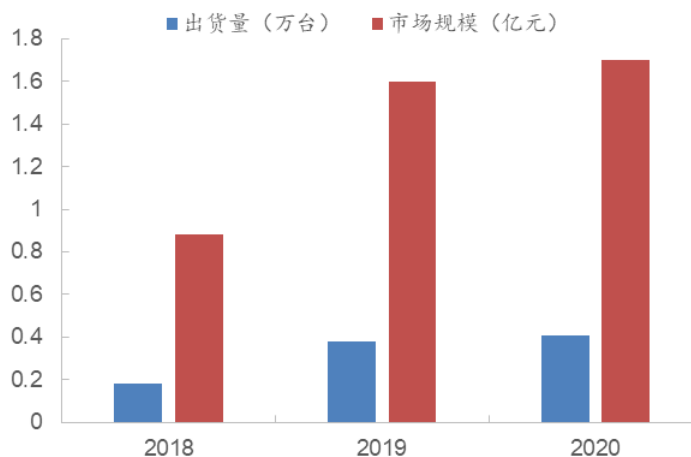
空压机被誉为燃料电池之“肺”，是车用燃料电池阴极供气系统的重要部件，通过对进堆空气进行增压，可以提高燃料电池的功率密度和效率，减小燃料电池系统的尺寸。但空压机的寄生功耗很大，约占燃料电池辅助功耗的 80%，其性能直接影响燃料电池系统的效率、紧凑性和水平衡特性。因此，对空压机的基本要求为：无油、高效率、小型化、低成本、低噪音、特性范围宽、动态响应快。

从国产化率方面来说，空压机是燃料电池关键部件中国产化程度较高的一款。据势银（TrendBank）统计，相对于其它 BOP 产品而言，空压机已经较早的实现了全功率段国产化，目前国产化率接近 100%。近两年国内市场空压机供应商主要有势加透博、金士顿科技、烟台东德实业、德燃动力、福建雪人股份等企业。

根据高工产研氢电研究所（GGII）调研数据，2018-2020 年氢燃料电池空压机

出货量分别为 1800 台、3790 台、4068 台。

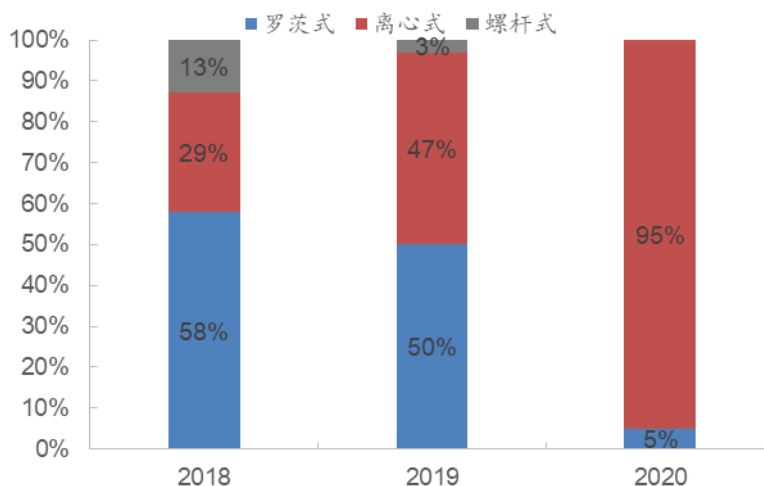
图表 15：国内氢燃料电池空压机出货量（万台）及市场规模（亿元）



来源：GGII，国联证券研究所

**离心式空压机成市场主流技术路线。**从技术路线来看，氢燃料电池用空压机类型主要有容积型空压机和速度型空压机，国内常用的氢燃料电池空压机主要有容积型罗茨式空压机和双螺杆式空压机、速度型离心式空压机三种。近三年来，离心式空压机成氢燃料电池空压机主流产品，国内离心式空压机份额由 29% 增长到 95%，市场占比增长超 3 倍。

图表 16：2018-2020 年国内氢燃料电池空压机市场规模分布（按技术路线分类）



来源：GGII，国联证券研究所

## （2）氢循环系统：氢循环泵为主流，国产化渗透逐步展开

对于燃料电池发动机这个心脏来说，作为“血液”的氢气是否能高效循环反应，是动力能否顺畅输出的关键，而氢循环模块就像是一个“起搏器”，是氢燃料电池发动机的关键技术之一。对氢循环模块的基本要求为：密封设计好（防止氢气泄露）、耐水

性强（电堆反应过程中的水蒸气会伴随气路流动）、流量大、压力输出稳定、无油。

目前国内氢循环系统有氢循环泵和引射器两种产品，氢循环泵在主动可调节、响应速度和宽工作区间等方面占有一定优势，引射器优势在于节省能耗、体积能做到氢循环泵的三分之一、成本为氢循环泵一半。从当前市场应用情况来看，氢循环泵是使用主流，引射器使用量逐渐增长，据 GGII 数据，2020 年国内引射器的使用量约占氢循环系统出货量的 11% 左右。

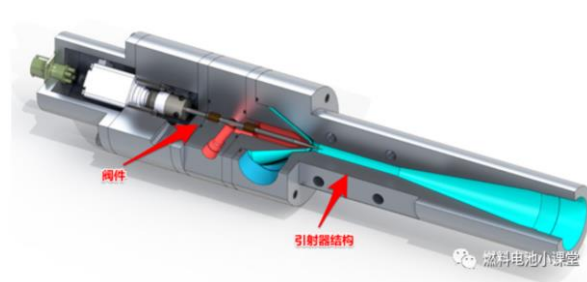
涉足氢气循环泵的本土企业有未势能源、东德实业、苏州瑞驱、浙江宏昇等，但是受制于氢气密封和水汽腐蚀和冲击等，适配大功率电堆的氢循环泵都不成熟。

图表 17：氢气循环泵示意图



来源：网络搜集，国联证券研究所

图表 18：氢气引射器示意图

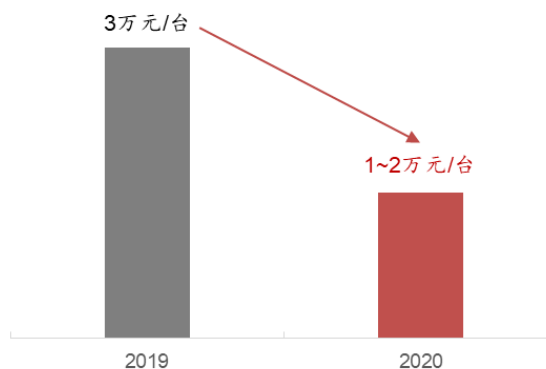


来源：网络搜集，国联证券研究所

从市场规模来看，GGII 预测 2020 年国内氢循环系统的市场规模预计为 0.41 亿元，同比 2019 年下降了 63%，下降原因主要是出货量减少和氢循环泵价格的下降。

国产化水平提升带来氢循环泵成本下降。2019 年国内氢循环泵主要由德国普旭供应，价格为 3 万元/台。2020 年，随着国内氢循环部件供应商东德实业、苏州瑞驱、浙江宏昇的市场放量增加，氢循环部件的国产市场占有率大增的同时，也推动价格的大幅下滑，2020 年氢循环泵的价格已经降到 1-2 万元/台之间。

图表 19：2019-2020 年氢气循环泵价格（万元/台）



来源：GGII，国联证券研究所



### (3) 车载储氢系统：由高压气态向低温液态储氢进阶

储氢系统是氢燃料电池汽车能量存储单元，目前主要有高压气态储氢及液态储氢两种车载储氢解决方案。技术成熟度方面，高压气态储氢最成熟、成本最低，是现阶段主要应用的储氢技术，国内氢燃料电池车储氢系统主要使用 III 型铝内胆 35MPa 储氢瓶，2020 年 7 月，涉及车载储氢系统的两项国标修改后正式实施，均将原范围中的工作压力不超过 35MPa 修改为 70MPa，制约 70MPa 储氢罐发展的政策条件已经消除，IV 型 70MPa 的气氢储罐发展已经具备政策基础，我们预计未来 3~5 年内车用储氢系统仍然以高压气氢储罐为主，但将由 III 型 35MPa 向 IV 型 70MPa 气氢储罐过渡。

目前国内车载储氢瓶生产供应商主要是国富氢能、天海工业、斯林达安科、科泰克、中集安瑞科、中材科技、辽宁美托等企业，产品以 35MPa III 型瓶为主。2020 年，亚普股份、中集安瑞科、京城股份等开始进行 IV 型瓶的技术布局，未来 3~5 年里随着国内氢燃料电池汽车市场发展，IV 型瓶有望对现有 III 型瓶进行部分替换。

从当前国内高压气态储氢国产化水平来看，在储氢容器基础材料方面，罐体材料实现了国产化，但是高性能碳纤维材料被日本及美国垄断；在储氢容器生产工艺方面，碳纤维缠绕设备与高压罐体加工设备仍需进口，整体国产化率约 50% 左右。

**图表 20：高压气态储氢瓶类型**

气瓶型号	气瓶材料	质量储氢密度 (wt%)	气瓶特点
I 型气瓶	纯钢制金属气瓶	≈1%	笨重，储氢密度低，有氢脆问题，车载储氢无法采用
II 型气瓶	钢制内胆环向缠绕气瓶	≈1.5%	
III 型气瓶	铝内胆全缠绕气瓶	≈2.4% (50L 瓶)	III、IV 型瓶具有提高安全性、减轻重量、提高储氢密度等优点。国外多为 IV 型瓶，国内逐步由 III 型向 IV 型瓶过渡。
IV 型气瓶	塑料内胆全缠绕气瓶	≈4.1% (50L 瓶)	

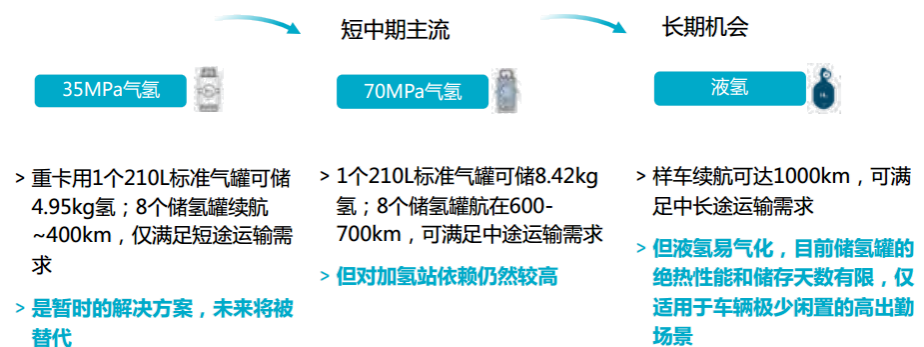
来源：CNKI，国联证券研究所

从车载储氢系统长期发展趋势来看，我们认为低温液态储氢将会成为未来满足中重卡长续航使用需求的最佳解决方案。与高压气态储氢相比，低温液态储氢的质量和体积的储氢密度都有大幅度提高，通常低温液态储氢密度可以达到 5.7%。仅从质量和体积储氢密度分析，运输能力是高压气态氢气运输的十倍以上，液氢适合长距离、大容量储运。此外，对比金属吸附储氢、有机液体储氢等其他储氢方案，低温液态储氢对空间要求低，更适用于车载应用。

从当前技术水平及实际应用来看，相较于国外 70% 左右的液氢运输，国内液氢还仅限于航天领域，民用还未涉及，仅国富氢能、中科富海等部分企业在尝试低温液氢民用领域推广，过高的使用成本及安全法规问题限制了低温液化储氢技术的规模化应用，主要体现在：1) 绝热性能要求高。液氢的沸点极低 (-253 摄氏度)，与环境温差极大，对容器的绝热要求很高；2) 液化过程耗能极大。液化 1 千克氢气需消耗 10-13 千瓦时的电量，液化所消耗的能量约占氢能的 30%；3) 核心设备及材料国产化程度低，包括压缩机、膨胀机、正仲氢转换装置、高性能低温绝热材料、液氢储罐

制造技术与装备等。因此，缩小与国外先进液氢技术水平间的差距，实现核心设备及材料的国产化，是实现低温液氢参与绿氢脱碳供应链亟待解决的问题。

图表 21：车载储氢系统长期趋势演变



来源：罗兰贝格

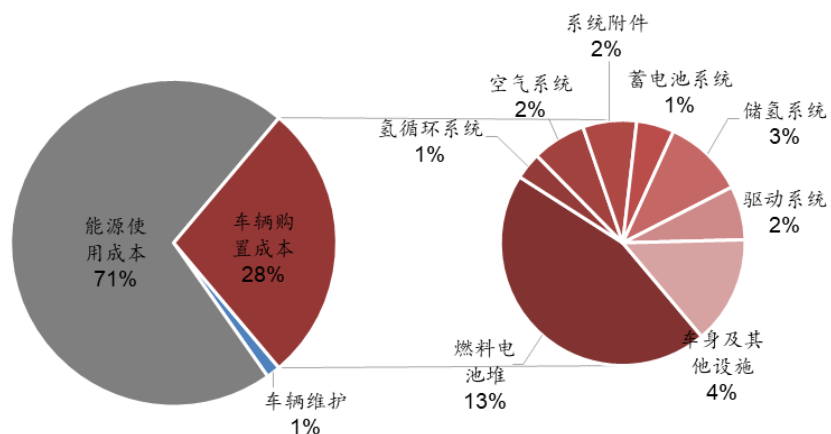
## 4 氢能重卡平价在望，10年千亿赛道可期

### 4.1 到2030年氢燃料电池重卡TCO可实现与柴油重卡平价

当前阶段，由于燃料电池部分关键零部件仍依赖进口、规模也较小，此外上游氢能供应以及规模化不足，导致氢燃料电池汽车的车辆购置成本和能源使用成本较高，经济性优势尚未显现。从消费者角度看，在购买和使用氢燃料电池汽车时，其全生命周期成本（TCO，Total Cost of Ownership）与竞品的成本平衡点，是成为氢燃料电池汽车在各细分领域市场渗透率提升的重要转折点。

氢燃料电池重卡全生命周期成本主要由车辆购置成本、能源使用成本、维修保养成本构成，通过拆解某35吨级氢燃料电池重卡全生命周期成本，车辆购置成本及能源使用成本合计占据重卡TCO成本的99%。因此，对于氢燃料电池重卡未来全生命周期成本的预测，将主要以分析车辆购置成本及能源使用成本下降路径来展开。

图表 22：氢燃料电池重卡全生命周期成本构成



来源：国联证券研究所

注：具体参数见《氢燃料电池重卡全生命周期成本预测》(图)。

氢燃料电池重卡车辆购置成本、能源使用成本关键影响因素核心假设如下：

### (1) 车辆购置成本（不考虑补贴）

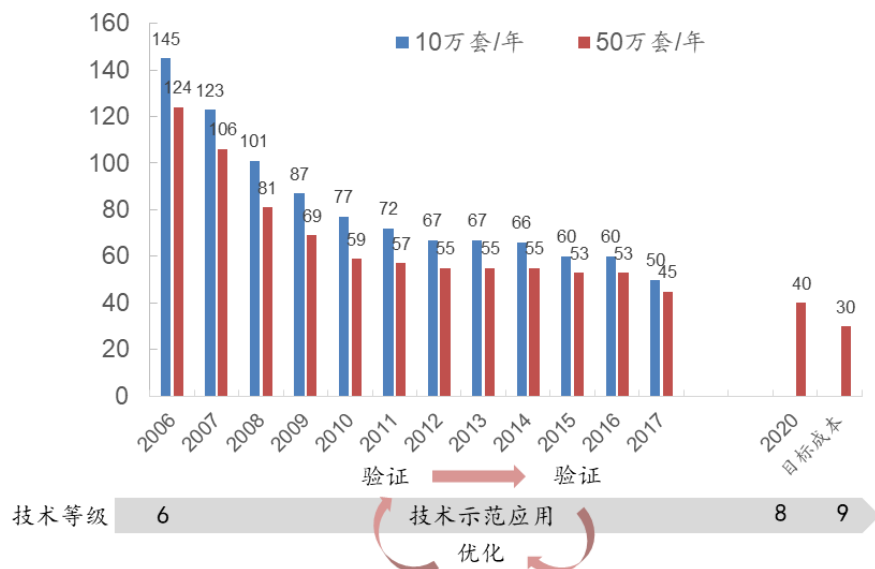
在车辆购置成本结构中，主要由燃料电池堆、供气系统、储氢系统、蓄电池系统、驱动系统、车身及附件构成，其中车身与电驱动系统技术相对成熟，其成本因而相对刚性，而燃料电池堆、供气系统、蓄电池系统、储氢系统的成本属于非刚性成本，占据车辆购置成本的 70%，其成本高低直接影响氢燃料电池重卡购买经济性，因此分析氢燃料电池汽车购置成本主要针对非刚性成本来进行。

#### ➤ 燃料电池堆

长期来看，技术进步及规模化是燃料电池降本的主要驱动力：

从技术进步角度看，美国能源部的研究结果显示，车用燃料电池技术成熟度由 6 到 8 发展需要经过很长一段时间的示范应用，在此期间不断的进行技术验证、评估及优化。燃料电池系统技术升级上，通过开发低铂含量催化剂，非铂催化剂；开发高质子导电性、低气体渗透性和高耐久性的质子交换膜；开发低电阻率、高孔隙率的气体扩散层；开发能够在极端环境下运行的燃料电池及组件；优化电堆散热与进气设计、优化氢循环泵的流量控制技术等方面，系统成本能够降低一定幅度。由于技术进步带来的降本效应，会随着技术成本度提高而减弱。

图表 23：技术进步条件下燃料电池成本下降情况（美元/kw）

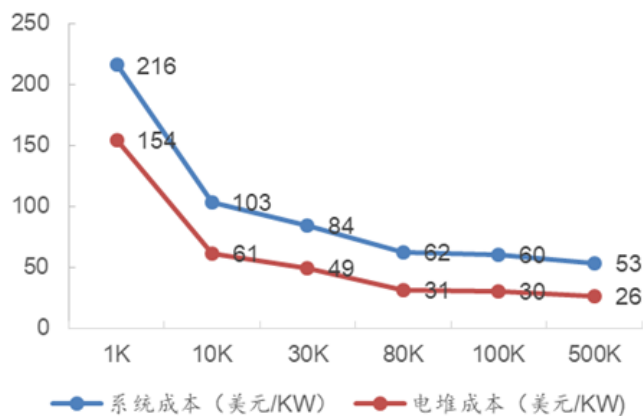


来源：DOE，国联证券研究所

从规模效应来看，按照美国能源部 2017 年最先进技术水平：1) 车用燃料电池系统在年产规模为 1000 套时，系统预测成本为 216 美元/kw，其中电堆成本 154 美元/kw，占比 71%；2) 当年产规模扩大至 1 万套时，系统及电堆成本出现快速下行，其中电堆成本将减少 60%至 61 美元/kw，占系统比例 59%；3) 当年产规模扩大至

50 万套时，系统预测成本约为 53 美元/kw，其中电堆成本 26 美元/kw，占比 49%。进一步拆分电堆成本可以发现，随着产量规模扩大，催化剂与双极板的成本占比增大，这主要是因为两者成本以材料成本(分别为铂和金属)为主，对产量相对不敏感。

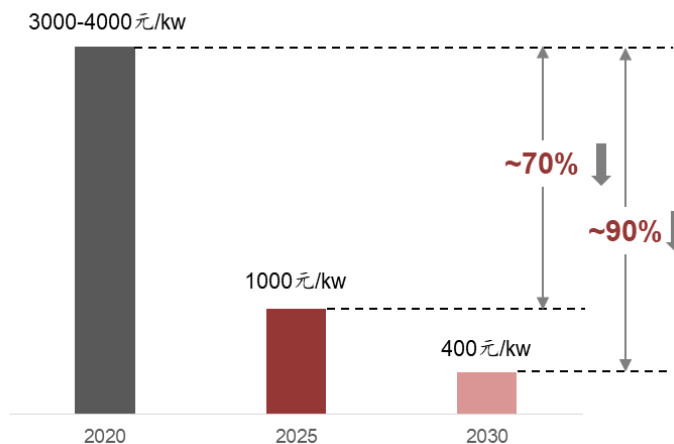
图表 24：规模化条件下燃料电池成本下降情况 (美元/kw)



来源：DOE，国联证券研究所

当前我国商用车燃料电池电堆成本处于 3000-4000 元/kw 左右水平，产业生产规模处于 1K 套水平，我们预计到 2025 年，在为期 4 年的“以奖代补”补贴新政驱动下，国内燃料电池电堆生产规模将突破 10K 套水平，届时电堆生产成本在规模化生产、技术进步共同推动下，将迎来快速下降，且核心部件的国产化推进也将贡献成本端下降；到 2030 年，预计国内燃料电池电堆生产规模将达到 10 万套水平，此时规模化生产带来成本下降的难度加大，因此下降斜率将有所减缓。综上，结合 DOE 给出的氢燃料电池电堆降本路径，以及我国节能与新能源汽车技术路线图给出的降本路径，预计商用车燃料电池电堆在 2025 年、2030 年的目标成本分别为 1000 元/kw、400 元/kw。

图表 25：我国车用燃料电池系统成本及电堆材料成本下降目标 (元/kw)



来源：《节能与新能源汽车技术路线图》，国联证券研究所

➤ 车载储氢系统

储氢系统由储氢瓶、阀体、氢循环泵、管路及附件构成，目前国际市场均以 70MPa 气态储氢技术为主，国内已实现商业化应用的客车、物流车应用的储氢瓶已 35MPa 的 III 型瓶为主，并有相当数量的国内企业正在布局 IV 型瓶的技术研发与制造，未来储氢瓶技术将向着轻量化、高压力、大容量、低成本的方向发展。

根据我国节能与新能源汽车技术路线图，在产业化技术路线上，我国以边产业化边技术攻关的方式，逐步提升相关技术参数如质量储氢率、体积储氢密度并降低系统成本达到产业化要求，解决关键阀门组件的生产能力，满足行业发展需求。在关键的时间节点上：1) 2025 年实现质量储氢率到 5.5%，体积储氢率到 40g/L，单瓶 6.0kg 级车载储氢能力，突破 70MPa 储氢瓶批量化生产技术，并可开发出一体式高压瓶阀；2) 2030 年实现质量储氢率达到 7.5%，体积储氢率达到 70g/L。

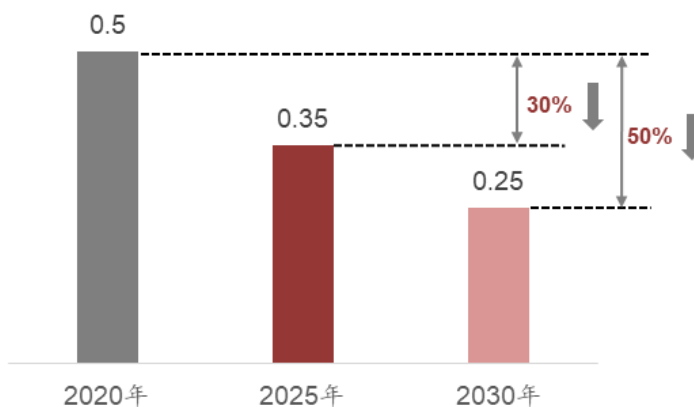
图表 26：我国储氢系统关键性能指标发展目标

	质量储氢率	体积储氢率	单瓶储氢能力
2025 年	5.50%	40g/L	6.0kg
2030 年	7.50%	70g/L	6.0kg

来源：《节能与新能源汽车技术路线图》，国联证券研究所

我国目前储氢系统的成本普遍在 0.5 万元/kg 左右，参照国内外技术目标仍有较大下降空间，按照我国节能与新能源技术路线图，预计到 2025 年、2030 年车载储氢系统的成本将逐步下降至 0.35 万元/kg、0.25 万元/kg。

图表 27：中国储氢系统成本下降目标 (万元/kg)



来源：DOE，《节能与新能源汽车技术路线图》，车百智库，国联证券研究所

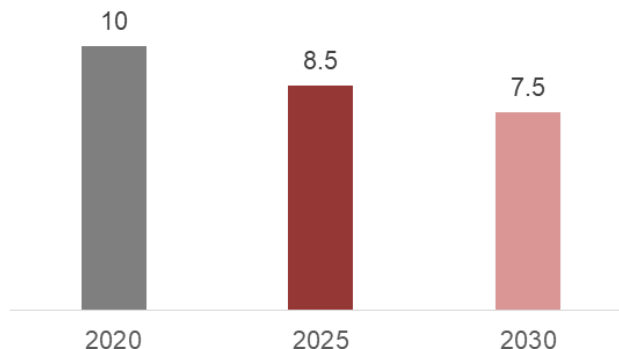
## (2) 能源使用成本

从能源使用成本影响因素来看，主要取决于氢耗水平以及终端氢气销售价格：

### ➤ 氢耗水平

通过氢燃料电池汽车的技术进步，车辆的综合氢耗水平有望逐步下降。根据我国节能与新能源汽车技术路线图，重卡的百公里氢耗将从目前的 10kg/100km 分别降至 2025 年的 8kg/100km，2030 年的 7.5kg/100km 水平。

图表 28：重卡百公里氢耗水平下降目标 (kg/100km)



来源：《节能与新能源汽车技术路线图》，国联证券研究所

### ➤ 氢气终端销售价格

氢气在终端加注至氢燃料电池汽车时，需先后经历制取、存储运输以及加注三大供应链环节，其终端销售价格直接取决于这三大环节的成本。由于当前氢能上游基础设施与下游市场相互制约，市场规模小导致企业成本分担不足，且国内整个供应产业链的制储运加各环节尚未打通，各种技术路线尚处于发展阶段，造成我国当前氢气终端销售普遍偏高的现象，据不完全统计，当前我国氢气终端销售价格为 50-80 元/kg，远无法满足氢能下游商业化运营。

未来氢能的终端价格降低需依靠上游产业链各环节的整合，寻找更绿色、经济的氢气来源、采用更高效的氢气运输渠道和更安全的氢气供应网络。从长远看，随着用氢需求的扩大，结合可再生能源的分布式制氢加氢一体站，结合集中式制氢与液氢储运的方案将会是主要的发展方向。结合节能路线图发展规划，预计到 2025 年及 2030 年，我国氢气终端销售价格将分别降低至 40 元/kg、25 元/kg（对于氢能供应链分析及氢气终端销售价格预测，我们将在氢能深度系列四中给予分析）。

### 核心结论 1：

基于以上核心因素假设，我们对载重大于 31 吨氢燃料电池重卡全生命周期成本拆解及预测，发现燃料电池系统及储氢系统成本的降低，可以有效降低氢燃料电池重卡的初次车辆购置成本，在不考虑政府补贴情况下，氢燃料电池重卡车辆购置成本将从 2020 年的 141 万/辆分别降至 2025 年的 98 万元/辆及 2030 年 76 万元/辆；而在能源使用成本端，终端氢气销售价格以及氢耗水平的降低，将大幅提升氢燃料电池重卡的燃油经济性。

综合车辆购置成本及能源使用成本的预测，我们预测了未来 10 年氢燃料电池重卡全生命周期成本以及百公里成本，其全生命周期成本将从 2020 年的 508 万元/辆分别降至 2025 年 440 万元/辆及 2030 年的 417 万元/辆，贡献成本下降的主要驱动力在于车辆购置成本的降低；相对于全生命周期综合成本，百公里 TCO 成本降幅更为明显，到 2030 年，氢燃料电池重卡百公里 TCO 成本将从 2020 年的 846 元下降

至 232 元，年均降幅达 12.1%，该成本水平已经能够实现与当前柴油重卡平价。

图表 29：氢燃料电池重卡全生命周期成本预测（不考虑政府补贴）

重卡 TCO 测算（载重>31 吨）	2020	2025	2030
车辆购置（万元）	141	98	76
燃料电池堆（万元）	64	31	17
单位电堆成本（元/kw）	3500	1200	400
额定功率（kw）	110	150	220
燃料电池寿命（h）	10000	16500	30000
续航里程（km）	300	550	800
氢循环系统（万元）	5	3	2
空气系统（万元）	10	5	3
附件（DC/DC、冷却装置等；万元）	10	5	3
蓄电池系统（万元）	7.0	7.4	6.4
储氢系统（万元）	15	23	27
单位储氢系统成本（万元/kg）	0.5	0.35	0.25
储氢量（kg）	30	65	107
驱动系统（万元）	10	8	6
车身及其他设施（万元）	20	16	12
车辆维护（万元）	7.0	4.9	3.8
能源使用（万元）	360	337	338
氢耗（kg/100km）	10	8.5	7.5
终端氢气价格（元/kg）	60	40	25
平均时速（km/h）	60	60	60
行驶里程（km）	600000	990000	1800000
<b>全生命周期 TCO（万元）</b>	<b>508</b>	<b>440</b>	<b>417</b>
<b>百公里 TCO（元/100km）</b>	<b>846</b>	<b>444</b>	<b>232</b>

来源：国联证券研究所

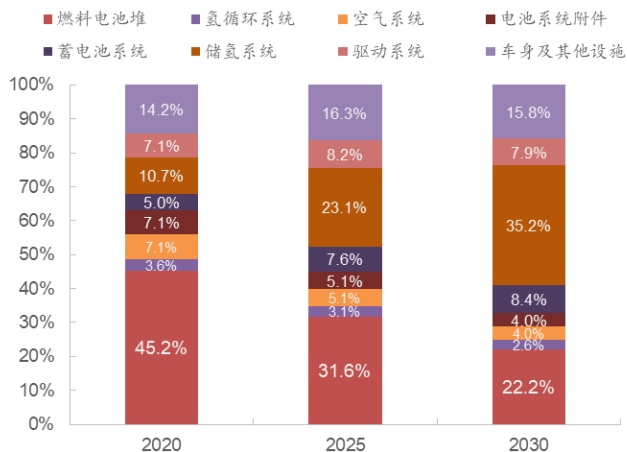
在以上氢燃料电池重卡全生命周期 TCO 成本预测基础上，我们进一步分析了氢能重卡购置成本趋势以及百公里 TCO 成本趋势：

**购置成本趋势——前期购置成本降低主要依靠优化电堆成本来实现，中后期降本重心或将转移至低成本、高密度的新型车载储氢方案：**1) 燃料电池堆成本在规模化及技术升级双重因素推动下，其在整车购置成本中的比例快速下降，其成本占比从 2020 年的 45.2% 下降至 2030 年的 22.2%；2) 储氢系统成本占比则快速上升，其主要由于氢能重卡续航里程要求的提升过程中，氢耗下降带来的成本下降远无法覆盖氢气储存量提升带来的成本上升，因此展望 2030 年以后，氢能重卡购置成本降低的重心或将转移至低成本、高密度的新型车载储氢方案；3) 刚性成本部分，如车身、驱动系统等则因技术成熟，伴随整车成本下降而下降。

**百公里 TCO 成本趋势——伴随车辆购置成本绝对值及占比的双降，提升氢燃料使用经济性将是未来降低百公里 TCO 成本的重心，同样是未来氢能重卡超越柴油重卡经济性的关键一环：**伴随电堆成本的下降，氢能重卡购置成本及占比持续降低，从 2020 年的 28% 下降至 2030 年的 18%；而能源使用成本占比则由 2020 年 71% 上升

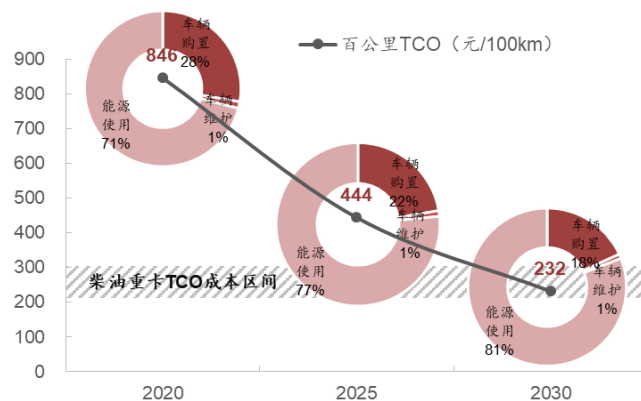
至 2030 年的 81%，其主要由于燃料电池堆寿命提升带来了续航里程及总行驶里程大幅改善，使得全生命周期内能源使用成本的逐步上升。

图表 30：氢燃料电池重卡购置成本趋势



来源：国联证券研究所

图表 31：氢燃料电池重卡百公里 TCO 成本趋势



来源：国联证券研究所

## 4.2 氢燃料电池汽车发展展望

### 核心结论 2：

结合以上氢燃料电池重卡全生命周期成本的预测，以及节能路线图 2.0、氢能发展白皮书等对氢燃料电池汽车的发展规划，我们对未来 10 年国内氢燃料电池汽车，尤其是氢能重卡做出了发展展望：1) 2020-2025 年为发展起步期，氢能车市场以政策驱动为主，方向上侧重发展中重卡，预计到 2025 年氢燃料商用车年销规模有望达到 1 万辆水平，市场空间处于百亿规模；2) 2025~2030 年随着基础设施加大普及、技术革新和成本下降推动产业进入发展加速期，到 2030 年年销规模有望达到 10 万辆水平，市场空间有望达到近千亿规模。

图表 32：国内氢燃料电池汽车市场规模预测

市场规模测算	2020E	2025E	2030E
氢燃料电池商用车销量 (辆)	1182	10000	100000
单车价值量 (万元)	156	109	84
<b>整车市场规模 (亿元)</b>	<b>18</b>	<b>109</b>	<b>843</b>
系统市场规模 (亿元)	8.3	34.4	186.7
氢循环系统市场规模 (亿元)	0.7	3.3	22.2
空气系统市场规模 (亿元)	1.3	5.6	33.3
储氢系统市场规模 (亿元)	2.0	25.2	296.3

来源：国联证券研究所

注：考虑到燃料电池乘用车未来 10 年与传统燃油车以及纯电动汽车相比，其经济性尚无法满足规模化应用，因此对于市场规模测算主要以商用车为主；此外考虑到客车与重卡在成本结构上较为接近，我们以重卡 TCO 预测情况来模拟国内氢燃料电池汽车市场规模。

➤ 起步期 (2020-2025 年)：氢能车市场以政策驱动为主，方向上侧重中重卡



由于当前加氢基础设施和氢燃料电池汽车的技术尚不成熟，整车购置和加氢成本仍然较高，因此预计未来五年内，政策扶持成为氢能重卡发展主要驱动力：

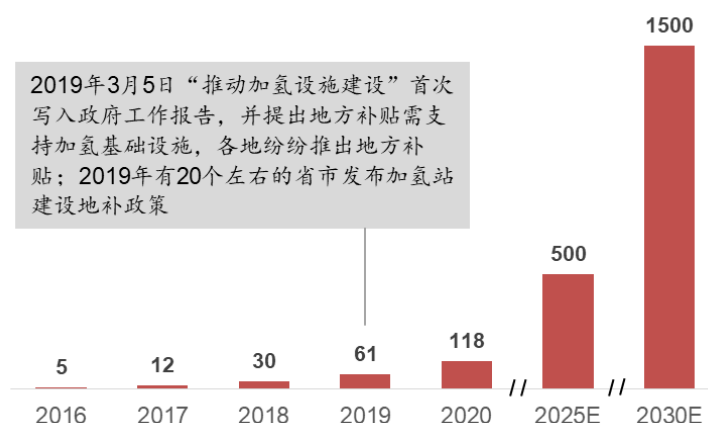
1) 成本方面：不考虑补贴的情况下，该阶段大功率氢能重卡的购置成本仍然较高，而较高的加氢成本（50-80 元/kg）使得氢能重卡的成本优势难以凸显，系统功率及成本相对较低的客车和中轻型物流车是该阶段氢能车的主要车型；

2) 从政策端来看：2020 年 9 月推出的“以奖代补”政策或将成为该阶段氢能车发展转折点，其针对性更强，旨在推动关键技术自主可控，且车型上侧重于发展氢燃料电池中重卡等商用车；此外，类比纯电市场的发展，纯电市场早期亦为政策驱动，历经约 10 年才逐步走向市场化，而氢燃料商用车在中国于 2015 年起步，仍需时间逐步成熟，因此该阶段的发展将主要围绕政策扶持来展开。政府补贴能够有效弥补氢燃料电池 TCO 的成本劣势，促进消费者的购买意愿，扩大下游应用需求并提高上游生产规模。

➤ **加速期（2025-2030 年）：基础设施加大普及、技术革新及成本下降提升氢燃经济性**

1) **基础设施建设达到配套要求**：当前加氢站覆盖不足仍然是制约氢燃料电池车发展的限制性因素之一。2019 年 3 月‘推动加氢设施建设’首次写入政府工作报告，并提出地方补贴政策支持加基础设施建设，而从中国加氢站建设运营的情况来看，EVTank 发布的《中国加氢站建设与运营行业发展白皮书（2021 年）》显示，截至 2020 年底，中国累计建成 118 座加氢站，在建/拟建为 167 座。超额完成《中国氢能产业基础设施发展蓝皮书（2016）》和《节能与新能源汽车技术路线图 2.0》中的“到 2020 年，加氢站数量达到 100 座”的目标。其中建成的加氢站已投入运营 101 座，待运营 17 座，投用比例超过 85%。随着未来氢能车保有量的上升，以及加氢站建设成本的下降，加氢站数量增长将进入加速期，预计到 2025 年达到 500 座，2030 年到 1500 座。类比当前约 4800 座左右天然气（LNG）加气站规模所支撑起的天然气重卡 14 万年销量以及 50 万保有量，如若顺利建成 1500 座加氢站，在加氢站加注能力和规模与加气站类似的前提下，同样有望支撑 4-5 万年销量以及 15 万保有量的氢燃料重卡的应用。

图表 33：国内加氢站保有量（座）



来源：EVTank，国联证券研究所

**2) 技术革新推动氢燃料汽车产品线布局完善：**未来氢燃料电池汽车的技术革新将成为系统性的工程，除系统环节的集成外，还需依赖上游电堆和下游整车环节的优化，氢燃料汽车也将从技术上实现从中轻卡、客车向更高功率的氢燃料重卡产品拓展。

I、上游电堆环节：通过优化膜电极各子组件的抗机械及化学降解能力，以及提升双极板耐腐蚀性以延长电堆寿命。优化电堆组装及设计工艺，提升电堆一致性，并优化双极板流场设计，强化膜电极子组件的导电率、比活性等性能来提升电堆性能。通过降低双极板等硬件厚度，并同时优化电堆集成度来提升整体功率密度；到 2030 年，电堆体积功率密度有望从当前的 2-3kw/L 提升至 7-8kw/L，电堆的寿命从当前的 1.2-1.5 万小时，提升到 3-4 万小时。

II、下游整车环节：当前氢燃料重卡多使用柴油底盘进行改装生产，在当前电堆功率不大、对载重要求不敏感以及重卡天然的布置空间优势下，尚能满足需求。而未来必将朝着高度集成化的底盘发展，通过适用于氢燃料和三电系统布置的新一代重卡底盘来满足重卡客户对总使用成本优化、系统集成性能提升的要求，电堆、储氢罐和锂电池将与底盘更好的匹配，驱动行驶也将从中央驱动到电驱动桥发展。

**3) 成本进一步下降提升氢燃料汽车全生命周期成本 TCO 竞争力。**

I、车辆购置成本：在经历为期 4 年的“以奖代补”新政后，氢燃料电池汽车产业规模已出具效果，在 2025-2030 年阶段，氢燃料电池规模化进一步提升，叠加上游零部件国产化、制造工艺进步提升，预计到 2030 年燃料电池系统的成本将节降 85% 以上，竞争力相较纯电等其他能源类型车辆将逐步提升。

II、氢气成本：目前由于市场用氢量不足，各地规模、氢源供应、加氢站类型不一，不同区域的加氢站氢气销售价格差异大，目前法规允许的外供加氢站价格主流区间在 50-80 元/KG，部分地区最低也需要 40 元/KG 左右，补贴平均在 10-12 元/KG。

按照我们上一部分对氢能重卡全生命周期成本测算，其百公里 TCO 到 2030 年将降至 232 元，而同类型柴油车百公里能耗成本在 200-300 元区间。未来随着规模化程度提升，氢气到站的平均成本有望降低到 2030 年的 25 元/KG，若重卡百公里氢耗降到 7KG，则在氢燃料电池重卡在能耗方面的竞争力开始逐步显现。

## 5 投资建议

氢燃料电池凭借能效高、零排放等能源优势，将成为氢能在交通领域的最主要应用形式。在“2060 碳中和”背景下，将助力交通运输实现深度脱碳，且将率先在商用车尤其是重卡领域中得到应用，与纯电动实现差异化场景布局。

经过多年发展，当前燃料电池汽车产业已逐步由基础布局向市场化、规模化方向发展，但高企的成本依然是氢能车最大的限制性因素，我们对未来 10 年氢燃料电池重卡全生命周期成本做出预测，在政策鼓励、核心技术不断突破、国产化水平提升、规模化生产等多因素加码下，到 2030 年氢能重卡 TCO 有望实现与柴油重卡平价。

从投资角度考虑，我们区分不同发展阶段：

**1) 2020-2025 年（起步期）。**由于当前加氢基础设施和氢燃料电池汽车的技术尚不成熟，整车购置和加氢成本仍然较高，政策扶持成为该阶段氢能车发展主要驱动力，且方向上侧重发展中重卡，氢能车年销规模有望达到 1 万辆水平，市场空间处于百亿规模，该阶段贴近终端氢能重卡需求的燃料电池堆及系统供应商将率先受益，因此重点关注具备燃料电池系统集成能力及整车客户群体基础的供应商，如亿华通、潍柴动力、重塑股份等。

**2) 2025-2030 年（加速期）。**随着基础设施加大普及、技术革新和成本下降推动产业进入发展加速期，到 2030 年年销规模有望达到 10 万辆水平，市场空间有望达到千亿规模，该阶段产业链上下游将迎来首次规模化放量，电堆、核心零部件及材料等都将受益此阶段规模增长，单位价值量角度建议首先关注空压机&氢循环（雪人股份、汉钟精机、金士顿、势加透博等）及储氢瓶（中材科技、中集安瑞科、国富氢能等），其次关注上游核心材料催化剂（贵研铂业、济平新能源等）及质子交换膜（东岳集团）。

**图表 34：氢燃料电池产业链核心标的**

产业链环节	状态	公司	燃料电池相关业务概要
系统&电堆	已上市	亿华通	公司是国内首家氢燃料电池上市公司，已形成以自主氢燃料电池发动机为核心，包括双极板、电堆、整车控制器、智能 DC/DC、氢系统、测试设备、燃料电池实验室全套解决方案等在内的纵向一体化产品与服务体系。先后参与或承担了国家“863 计划”“973 计划”“国家重点研发计划”中众多燃料电池重大专项课题。
		潍柴动力	2018 年潍柴动力通过收购巴拉德 19.9% 的股份进入氢燃料电池领域，同时公司通过参股富尔赛能源科技公司强化氢燃料电池布局。2020 年潍柴动力年产 2 万台燃料电池电堆生产线建成投产。
		雄韬股份	公司是国内较早布局氢燃料电池产业链的上市公司，公司通过股权投资与合资办厂等多种方式，实现了在氢能产业链上膜电极、燃料电池电堆、燃料电池发动机系统、加氢站等关键环节的卡位布局。
		腾龙股份	公司通过收购股份及增持方式成为新源动力第一大股东，切入氢燃料电池领域。新源动力是国内首家致力于燃料电池产业化的股份制企业，承担过国家科技部“863”计划重大专项，技术实力雄厚，目前电堆产能已具备 1000 台级别的产能水平。
	未上市	美景能源	子公司飞驰科技是国内最大的氢燃料电池客车企业，具备生产 5000 台/年新新能源汽车产能；参股的广东国鸿氢能科技有限公司生产燃料电池电堆及燃料电池动力系统总成。
		重塑股份	公司是一家氢燃料电池系统提供商，在云浮、常熟先后建成燃料电池系统生产线。目前公司产品覆盖 60KW 至 110KW 中、高功率，适用于轻、中和重型的商用车应用场景。
		国鸿氢能	公司成立于 2015 年 6 月，从加拿大巴拉德等公司引进了多项燃料电池及相关技术。2017 年便已形成规模化生产能力，在广东云浮建成投产年产 2 万台燃料电池电堆生产线以及年产 5000 套集成系统生产线。
		明天氢能	公司成立于 2017 年 8 月，主要从事燃料电池金属双极板、电堆和系统的研发和生产。目前已经在六安、重庆建成了（部分在建）燃料电池系统的研发和制造基地，拥有多项燃料电池关键核心技术。
		未势能源	公司由长城控股集团出资 4.5 亿元注册成立，从事氢燃料电池产品研发、生产及销

			售，目前主要产品涵盖燃料电池发动机、电堆、35MPa/70MPa 车载氢系统、瓶阀及减压阀等。
		捷氢科技	公司成立于 2018 年 6 月，从事氢燃料电池研发生产，掌握从电堆核心零部件开发、电堆集成、系统集成的正向开发能力，已完成多款涵盖 30kW~140kW 功率燃料电池电堆和系统的产品开发。
		爱德曼	公司成立于 2016 年 6 月，从事氢能源燃料电池生产、核心零部件工艺制造、先进装备制造，目前正在浙江嘉善、上海青浦、广东佛山各建成一条燃料电池金属电极板、膜电极、电堆和系统生产线并投产。
膜电极	未上市	鸿基创能	公司成立于 2017 年 12 月，主要进行燃料电池膜电极的研发和生产。产品有催化剂涂层质子交换膜（CCM）和膜电极（MEA），目前膜电极功率密度>1W/cm <sup>2</sup> ，产线设计产能 30 万平米/年。
		武汉理工氢电	公司成立于 2018 年 3 月，由武汉理工大学和雄韬股份联合发起，主要从事膜电极产品的研发、生产和销售，膜电极生产线设计产能为 10 万平米/年，目前产能为 2 万平米/年。
催化剂	已上市	贵研铂业	公司 2014 年与上汽集团签署燃料电池催化剂合作协议，共同推进燃料电池催化剂的研发工作，但目前氢燃料电池铂极催化剂尚在实验室阶段。
		龙蟠科技	投资安徽燃料电池企业明天氢能，设立子公司江苏铂炭氢能，重点布局氢燃料电池催化剂的研发。
	未上市	济平新能源	公司成立于 2018 年 8 月，主要从事燃料电池催化剂、气体扩散层的生产。2020 年 7 月济平新能源 2 吨/年燃料电池催化剂产线落户广东佛山南海。
		中科科创	公司成立于 2015 年 08 月，主要从事纳米贵金属及其合金催化剂的研发、规模生产与推广应用。中科科创目前主要同中国科学院上海高等研究院进行催化剂技术的联合开发。
质子交换膜	已上市	东岳集团	控股子公司东岳未来氢能拥有燃料电池膜等含氟功能膜材料及配套化学品完整产业链。2020 年 11 月，东岳未来氢能 150 万平米燃料电池膜及配套项目生产线一期工程投产。
扩散层	未上市	深圳通用氢能	通用氢能成立于 2018 年 3 月，主要从事燃料电池关键材料的研发与制造。目前通用氢能已经建成年产能 10 万平米的连续化卷对卷气体扩散层生产线，年产能 10 万平米的质子交换膜中试生产线正在调试中。
		威孚	公司通过收购 IRD、Borit 的 100% 股权，构建了电堆核心零部件（膜电极、石墨双极板、金属双极板）关键技术能力，2020 年，公司氢燃料电池核心零部件已实现销售收入 7739.7 万元。
双极板	已上市	安泰科技	金属双极板已实现巴拉德供货，另外拥有气体扩散层等业务，在质子交换膜和催化剂布局
		浙江华熔科技	公司成立于 2019 年 4 月，主要从事石墨类产品加工业务，设有碳材料研发中心、燃料电池石墨双极板部门。
	未上市	上海治臻	公司成立于 2016 年 3 月，由上海交通大学发起，上汽投资等参与设立，主要从事燃料电池金属双极板研发与制造。2017 年上海治臻建设了设计产能 50 万片/年，具有自主知识产权的金属双极板生产线。2020 年 6 月，上海治臻全资子公司苏州治臻正式开工建设，预计 2021 年建成投产，该项目全部达产后将具备 1000 万片的产能。
空压机&氢循环	已上市	雪人股份	公司通过并购参股瑞典 SRM 公司，拥有了全球领先的燃料电池空压机及氢循环泵技术和品牌，已向国内 21 家整车和发动机企业供货。
		汉钟精机	公司氢燃料电池空气压缩机产品已完成开发，并已交付样机给下游客户进行测试。
		鲍斯股份	公司是国内老牌的压缩机制造商，2019 年底公司与雄韬股份、华焯能源签订合作协议，在氢燃料电池汽车空压机等关键零配件的研发与生产等方面开展深度合作。目前氢燃料电池用压缩机和氢循环泵处于研发测试阶段。

	冰轮环境	公司氢燃料电池空气压缩机和氢气循环泵已实现批量供货，氢气压缩机正在试制过程中。	
	金士顿	公司成立于2010年2月，于2017年进入燃料电池领域，2019年实现氢燃料电池空压机批量化上车。2020年金士顿科技氢燃料电池空压机出货量实现翻倍增长。	
未上市	势加透博	势加透博洁净动力如皋有限公司成立于2018年11月，从事高速无油叶轮机械的研发生产，2020年公司氢燃料电池空压机出货超2000台。	
	东德实业	公司成立于2017年5月，从事氢能装备氢燃料电池关键零部件空气压缩机、氢气循环泵、加氢站高压氢气压缩机的研制和生产。目前拥有空压机产线和氢循环泵产线各1条，其中空压机单班产能70台，氢气循环泵单班产能30台。	
储氢	中材科技	中材科技（成都）有限公司目前具备2万只车用燃料电池氢气瓶生产能力和2万只无人机用氢气瓶生产能力。	
	安泰科技	公司参股企业安泰创明在氢能材料领域从事以固态储氢作为氢源的燃料电池动力系统开发及其相关应用推广。	
	京城股份	公司70MPa四型瓶已完成试制，正在进行试验测试。	
	已上市	亚普股份	公司战略性布局并加快氢燃料电池汽车70MPa IV型车载储氢瓶的研制，产品尚处于试制样件基本性能测试阶段，且针对高压储氢瓶开展核心原材料碳纤维低成本制备。
		中集安瑞科	中集安瑞科从2006年开始聚焦氢储运加业务，主要有液氢和高压氢两条业务线。目前中集安瑞科的主要产品有氢气长管拖车、加氢站用氢气瓶组、车载储氢瓶、氢气压缩机等。
	未上市	国富氢能	公司成立于2016年6月，主要从事氢气增压及加氢站装置、储氢瓶及车载供氢系统等产品，2017年已建成一期年产10000只高压储氢瓶（3000套车载供氢系统）、以及50套加氢站生产线。二期2018年底建成50000只高压储氢瓶（15000套车载供氢系统）、300套加氢站、液氢系列新产品生产线。截至2020年底，国富氢能累计承接、安装了国内52座加氢站的设备供应，市场占有率超40%。
	沈阳斯林达	公司成立于2002年7月，主要从事气瓶的研发、生产和销售。目前公司70MPa III型储氢瓶已经通过全部型式试验并应用于国内部分氢燃料电池乘用车中。	
测试	已上市	科威尔	公司在氢燃料电池领域的产品主要有燃料电池电堆和系统测试系统、燃料电池DC/DC测试系统、燃料电池专用电子负载等。
	非上市	群盟能源	公司在氢燃料电池领域可以提供电化学分析到系统活化、耐久测试、安全测试、失效分析等一系列测试设备产品。

来源：各公司官网及公告，GGII，国联证券研究所

## 6 风险提示

**1) 核心技术突破不及预期。**氢燃料电池产业是典型的高技术产业，目前尚未达到完全国产化水平，部分核心材料及部件仍有待技术突破，包括燃料电池催化剂、质子交换膜、金属双极板、氢循环系统等。

**2) 成本下降不及预期。**当前燃料电池系统成本仍处于较高水平，如若成本下降无法达到预期水平，将会延缓氢燃料电池汽车商业化节奏。

**3) 基础设施配套不及预期。**基础设施配套不足是当前氢燃料电池汽车发展滞后的核心因素之一，包括加氢站、氢能配套供应链等，如果基础设施配套建设低于预期，同样对氢燃料电池汽车商业化形成负面影响。

### 分析师声明

本报告署名分析师在此声明：我们具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，本报告所表述的所有观点均准确地反映了我们对标的证券和发行人的个人看法。我们所得报酬的任何部分不曾与，不与，也将不会与本报告中的具体投资建议或观点有直接或间接联系。

### 评级说明

投资建议的评级标准		评级	说明
报告中投资建议所涉及的评级分为股票评级和行业评级（另有说明的除外）。评级标准为报告发布日后6到12个月内的相对市场表现，也即：以报告发布日后的6到12个月内的公司股价（或行业指数）相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准。其中：A股市场以沪深300指数为基准，新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为基准；香港市场以摩根士丹利中国指数为基准；美国市场以纳斯达克综合指数或标普500指数为基准；韩国市场以柯斯达克指数或韩国综合股价指数为基准。	股票评级	买入	相对同期相关证券市场代表指数涨幅20%以上
		增持	相对同期相关证券市场代表指数涨幅介于5%~20%之间
		持有	相对同期相关证券市场代表指数涨幅介于-10%~5%之间
		卖出	相对同期相关证券市场代表指数跌幅10%以上
	行业评级	强于大市	相对同期相关证券市场代表指数涨幅10%以上
		中性	相对同期相关证券市场代表指数涨幅介于-10%~10%之间
		弱于大市	相对同期相关证券市场代表指数跌幅10%以上

### 一般声明

除非另有规定，本报告中的所有材料版权均属国联证券股份有限公司（已获中国证监会许可的证券投资咨询业务资格）及其附属机构（以下统称“国联证券”）。未经国联证券事先书面授权，不得以任何方式修改、发送或者复制本报告及其所包含的材料、内容。所有本报告中使用的商标、服务标识及标记均为国联证券的商标、服务标识及标记。

本报告是机密的，仅供我们的客户使用，国联证券不因收件人收到本报告而视其为国联证券的客户。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但国联证券对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告中的信息、意见等均仅供客户参考，不构成所述证券买卖的出价或征价邀请或要约。该等信息、意见并未考虑到获取本报告人员的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。客户应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专家的意见。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，国联证券及/或其关联人员均不承担任何法律责任。

本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告出具日的观点和判断。该等意见、评估及预测无需通知即可随时更改。过往的表现亦不应作为日后表现的预示和担保。在不同时期，国联证券可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。

国联证券的销售人员、交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。国联证券没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。国联证券的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

### 特别声明

在法律许可的情况下，国联证券可能会持有本报告中提及公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。因此，投资者应当考虑到国联证券及/或其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突，投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一参考依据。

#### 无锡

国联证券股份有限公司 研究所

江苏省无锡市太湖新城金融一街8号国联金融大厦9层

电话：0510-82833337

传真：0510-82833217

#### 上海

国联证券股份有限公司 研究所

上海市浦东新区世纪大道1198号世纪汇广场1座37层

电话：021-38991500

传真：021-38571373