

氢能全产业链成本测算：制氢、储运、加注、应用...（附 2 份报告原文分享） 李晗玥东吴证券

证券研究报告·行业研究·环保

环保行业深度



## 氢能系列研究二：产业链经济性测算与降本展望

2022年06月08日

增持（维持）

证券分析师  
李晗玥

(852) 3983 0823

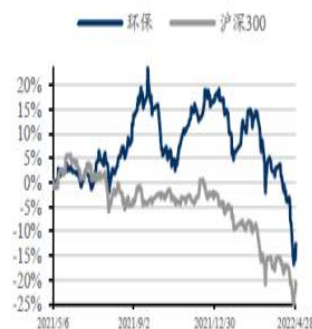
kellyli@dwzq.com.hk

### 投资要点

■ 氢能能源战略地位清晰，把握全产业链降本节奏与平价环节。1) 战略地位：氢能的能源属性及战略地位已明确，氢能作为来源广泛、清洁低碳、应用广泛、安全高效的二次能源将助力高耗能/高排放行业的低碳转型。2) 发展现状：2020年我国氢气年产量约3300万吨，占终端能源总量仅2.7%，为全球最大制氢国，产业发展处于初期。3) 规划目标：重点突破“卡脖子”技术，扩大可再生能源制氢规模和应用比重，到2025年燃料电池车保有量约5万辆，可再生能源制氢量达10-20万吨/年。氢能产业有望加速发展，我们对全产业链关键环节进行经济性分析，以期把握当前产业链各环节成本现状，降本节奏及最具平价潜力的方向。

■ 制氢：副产氢兼具减碳&成本优势，绿氢长期降本空间大。三种主流制氢路径，制氢纯度制约应用，燃料电池用氢要求高纯度低硫低碳氢气，主流氢气纯度大于99.99%，电解水制氢&丙烷脱氢可达99.999%氢气纯度。1) 化石能源制氢技术成熟&价格低：a) 煤制氢：当煤炭价格为450元/吨时，煤制氢成本约10元/kg，考虑碳捕集后成本约16元/kg；b) 天

行业走势



3060

相关研究

东吴证券近日发布了《氢能产业链经济性测算与降本展望》，对氢能全产业链的经济性都进行了测算。在制氢领域，煤制氢在考虑碳捕集后成本约16元/kg；天然气制氢成本约18元/kg；绿氢制氢成本最低可达16元/kg，可与灰氢、与蓝氢平价。在储运及加注领域，长管拖车气态储运成本约7.79元/kg；35Mpa日加氢量500kg的加氢站满负荷运行，

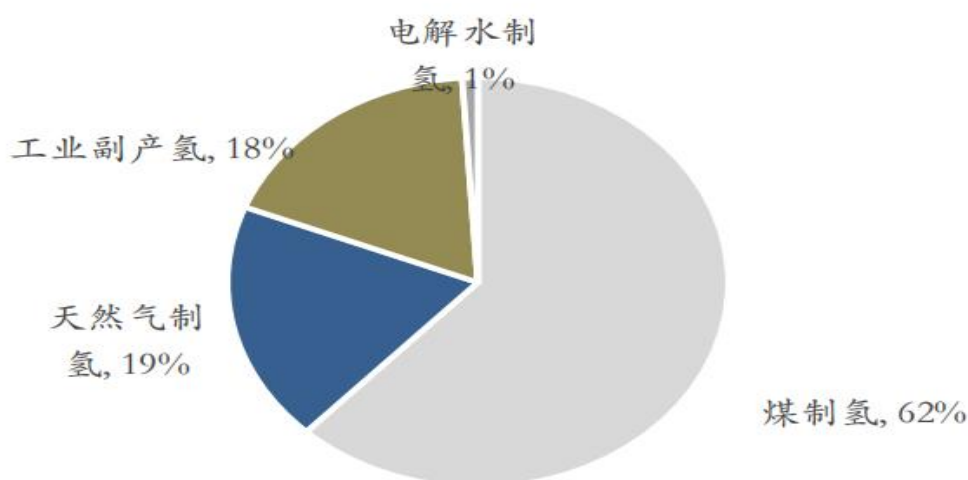
加注成本约 11.33 元/kg。假设加氢站承担储运环节，则中游储运+加注环节毛利率约 29%。在应用领域，预计 2026 年氢燃料重卡与电动重卡平价。

### 我国目前氢能源现状

我国氢气年产量超 3300 万吨，已初步掌握氢能产业链主要技术和工艺。

**产能：**我国是世界上最大的制氢国，据中国氢能产业联盟与石油和化学规划院的统计，2019 年我国氢气产能约 4100 万吨/年，产量约 3342 万吨，按照能源管理，换算热值占终端能源总量份额仅 2.7%。目前国内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，在部分区域实现燃料电池汽车小规模示范应用。

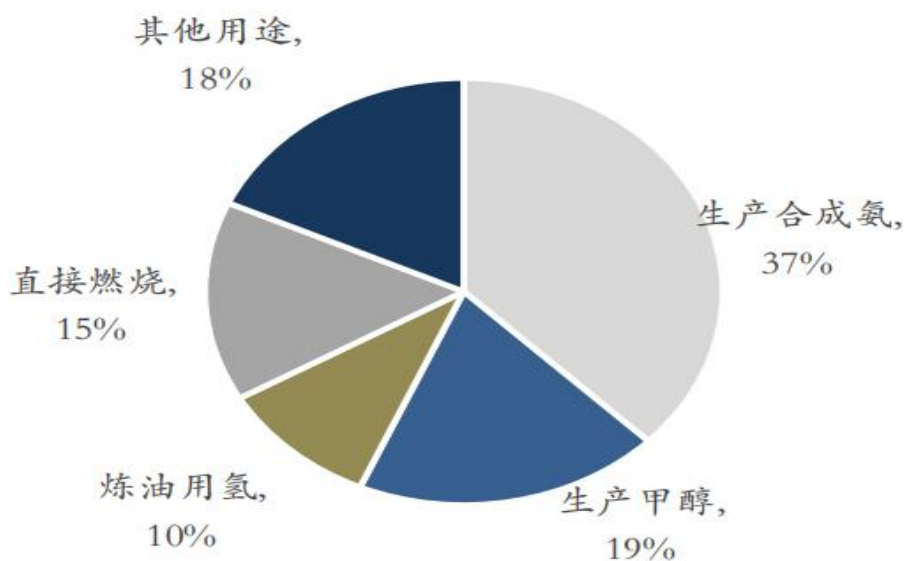
图1：2020 年我国氢气来源占比



数据来源：中国煤炭加工利用协会，东吴证券研究所

**企业：**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。总体来看，我国氢能产业仍处于发展初期，但制氢基础良好，政策目标清晰，未来成长空间大。

图2：2020年我国氢气主要消费途径占比情况



数据来源：中国煤炭加工利用协会，东吴证券研究所

**规划目标：**

1) 到 2025 年：初步建立以工业副产氢和可再生能源制氢就近利用为主的氢能供应体系。燃料电池车辆保有量约 5 万辆，部署建设一批加氢站。可再生能源制氢量达到 10-20 万吨/年，成为新增氢能消费的重要组成部分，实现二氧化碳减排 100-200 万吨/年。2) 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，可再生能源制氢广泛应用。3) 到 2035 年：形成氢能产业体系，构建涵盖交通、储能、工业等领域的多元氢能应用生态。可再生能源制氢在终端能源消费中的比重明显提升。**降本重点：**重点突破“卡脖子”技术，扩大可再生能源制氢规模和应用比重。氢能技术链条长、难点多，现有技术经济性还不能完全满足实用需求，亟需从氢能制备、储运、加注、燃料电池、氢储能系统等主要环节创新突破，重点突破“卡脖子”技术，降低氢能应用成本。

**全产业链成本测算制氢：**副产氢兼具减碳&成本优势，绿氢长期降本空间大。三种主流制氢路径，制氢纯度制约应用，燃料电池用氢要求高纯度低硫低碳氢气，**主流氢气纯度大于**

99.99%，电解水制氢&丙烷脱氢可达 99.999%氢气纯度。1) 化石能源制氢技术成熟&价格低：a) 煤制氢：当煤炭价格为 450 元/吨时，煤制氢成本约 10 元/kg，考虑碳捕集后成本约 16 元/kg;b) 天然气制氢：当天然气成本 2.5 元/m<sup>3</sup>时，天然气制氢成本约 18 元/kg。

表5: 煤制氢成本测算

成本	按体积 (元/m <sup>3</sup> )	按质量 (元/kg)
煤炭	0.340	3.808
氧气	0.210	2.352
辅助材料	0.043	0.482
燃料动力能耗	0.069	0.773
电	0.024	0.269
循环水	0.008	0.090
新鲜水	0.001	0.011
脱盐水	0.036	0.403
直接工资	0.012	0.134
制造费用	0.135	1.512
财务及管理费	0.060	0.672
<b>成本 (标准状态)</b>	<b>0.869</b>	<b>9.733</b>

数据来源：《煤制氢与天然气制氢成本分析及发展建议》，东吴证券研究所



**表6: 天然气制氢成本测算**

成本	按体积 (元/m <sup>3</sup> )	按质量 (元/kg)
天然气	1.000	11.200
辅助材料	0.014	0.157
燃料动力能耗	0.184	2.061
电	0.020	0.224
循环水	0.002	0.022
新鲜水	0.001	0.011
脱盐水	0.022	0.246
3.5MP 蒸汽	-0.018	-0.202
1.0MP 蒸汽	0.000	0.000
燃料气	0.157	1.758
直接工资	0.012	0.134
制造费用	0.065	0.728
财务及管理费	0.029	0.325
<b>成本 (标准状态)</b>	<b>1.304</b>	<b>14.605</b>

数据来源:《煤制氢与天然气制氢成本分析及发展建议》, 东吴证券研究所

2) 工业副产氢兼具减排&经济性优势: 焦炉煤气副产氢成本介于 9~15 元/kg, 氯碱化工、轻烃利用、合成氨醇等工艺综合成本介于 13~22 元/kg。

**表8: 各类工业副产氢成本**

工艺	原料气中氢气体积分数 (%)	提纯后产氢纯度	生产成本 (元/Nm <sup>3</sup> )	提纯成本 (元/Nm <sup>3</sup> )	综合成本 (元/kg)
焦炉煤气	约 44	>99.99	/	0.4-0.7	9.30-14.90
氯碱化工	98.50	>99.99	1.1-1.4	0.1-0.4	13.44-20.16
丙烷脱氢 (PDH)	99.80	99.999	1-1.3	0.25-0.5	14.00-20.16
乙烷裂解	95.00	>99.99	1.1-1.3	0.25-0.5	15.12-20.16
合成氨和合成甲醇	18~55	>99.99	0.8-1.5	0.5	14.56-22.40

数据来源:《中国氢能产业发展报告 2020》, 东吴证券研究所

3) 电解水成本尚高, 有待风光电价下行: 碱性电解水已产业化应用, 当电价为 0.4 元/度时制氢成本约 30 元/kg, 其中电费成本占比超 70%, 当可再生能源电价降至 0.15 元/度时,

绿氢 16 元/kg 与蓝氢平价。

表10: 电解水制氢成本测算

成本	按体积 (元/m <sup>3</sup> )	按质量 (元/kg)
电	2.000	22.400
设备折旧	0.035	0.392
纯水	0.004	0.045
KOH	0.000	0.002
冷却	0.160	1.792
人工	0.050	0.560
运营维护	0.439	4.921
<b>成本</b>	<b>2.689</b>	<b>30.112</b>

数据来源：中国氢能产业发展报告，《电解水制氢成本分析》，东吴证券研究所

**三大因素驱动绿氢降本：电价下降、电解槽降本、技术进步。** 1) 可再生能源度电成本下降：

2021 年 9 月，财政部经济建设司司长符金陵表示，近十年来陆上风电和光伏发电成本分别下降 30%和 75%左右。全国人大代表、通威集团董事局主席刘汉元近期也表示目前我国光伏发电成本已经降到 0.3 元/kWh 以内，在多数地区已经具备了与新建燃煤发电竞争的能力。

未来可再生能源电力成本将持续降低。2) 电解槽成本下降：由于电解槽供应链规模的加速发

展，过去四年电解槽成本下降了 40%，**根据彭博数据，2021 年，中国的碱性电解槽系统成本为 300 美元/千瓦，而欧美同类产品**和 PEM 电解槽则分别为 1200/1400 美元/千瓦。3)

技术进步带来能效提升&原料优化：最新研究显示，目前**大多数电解槽制氢效率约为 75%**

(52.5kWh/kg)，每年生产 100 万吨氢气需要 14GW 的可再生能源，而目前最新的

Hysata 电解槽能以 95% (41.5kWh/kg) 的效率电解制氢，每年生产 100 万吨氢气仅需

11GW 的可再生能源。由于材料及催化剂的优化，设备折旧、其他原材料成本也有望降低 50%

以上。

**储运：**气态储运成本约 8 元/kg 占主流，管道&液氢运输有望突破大规模运输关键瓶颈。1)

长管拖车气态储运：技术成熟，氢源距离为 100km 时 20Mpa 长管拖车储运成本约 **7.79 元**

**/kg，成本对距离敏感，短途运输经济性较高。**

表14: 20Mpa 长管拖车运氢成本测算

氢源距离 (km)	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
满载氢气质量 (kg)	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280
每天可往返加氢站次数	2	1	1	1	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
可运氢气量 (kg/天)	560	280	280	280	280	140	140	140	140	140
<b>可变成本</b>	<b>1.50</b>	<b>2.40</b>	<b>3.31</b>	<b>4.21</b>	<b>5.11</b>	<b>6.01</b>	<b>6.91</b>	<b>7.81</b>	<b>8.72</b>	<b>9.62</b>
油费 (元/kg)	0.58	1.16	1.74	2.32	2.90	3.48	4.06	4.64	5.22	5.80
车辆保养费 (元/kg)	0.11	0.21	0.32	0.43	0.54	0.64	0.75	0.86	0.96	1.07
过路费 (元/kg)	0.21	0.43	0.64	0.86	1.07	1.29	1.50	1.71	1.93	2.14
电费 (元/kg)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
<b>固定成本</b>	<b>2.69</b>	<b>5.38</b>	<b>5.38</b>	<b>5.38</b>	<b>5.38</b>	<b>10.76</b>	<b>10.76</b>	<b>10.76</b>	<b>10.76</b>	<b>10.76</b>
设备折旧 (元/kg)	0.68	1.37	1.37	1.37	1.37	2.74	2.74	2.74	2.74	2.74
人员费用 (元/kg)	1.96	3.91	3.91	3.91	3.91	7.83	7.83	7.83	7.83	7.83
保险费用 (元/kg)	0.05	0.10	0.10	0.10	0.10	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
<b>合计成本</b>	<b>4.19</b>	<b>7.79</b>	<b>8.69</b>	<b>9.59</b>	<b>10.49</b>	<b>16.77</b>	<b>17.68</b>	<b>18.58</b>	<b>19.48</b>	<b>20.38</b>

数据来源：张轩《氢能供应链成本分析及建议》，东吴证券研究所

2) 气态管道运输：成本主要集中在前期管道建设，天然气管道掺氢研究稳步推进中。3) 低温

液态储运：大规模运输潜力方向，技术不成熟，当前难点在于设备投资大&液化能耗较高。**加**

**注：**加氢站建设前景广阔。加氢站分为外供氢加氢站和站内制氢加氢站两种，我国现有加氢站

均为外供氢加氢站，即氢气储运至加氢站后在站内进行压缩、存储和加注。根据供氢压力等级

不同，加氢站有 35MPa 和 70MPa 两种压力。据中国氢能联盟数据显示，我国建设一座日

加氢能力 500kg、加注压力为 35MPa 的加氢站投资成本接近 1200 万元（不含土地费用），约相当于传统加油站的 3 倍，其中设备成本占投资成本（不含土地费用）的 80%以上，随着规模化建设或加油/加氢/加气站合建，单位加注成本有望下降。政策补贴驱动加氢站建设，多地推动加氢站快速布局。包括上海、重庆、广东、浙江在内的多省市都明确提出对加氢站建设和运营进行补贴，补贴期限一般到 2023 年或 2025 年，并逐步退坡。补贴金额从数百万到一千万不等，具有高压强的固定式加氢站、混合加氢站可以获得更高补贴。但政策往往对最高补贴比例有所限定，如 30%-50%。多地明确土地费用不计入补贴范围，有效避免跑马圈地行为。运营过程中一般对不超过限定售价的氢气进行补贴，同样具有补贴上限。加注成本约 11 元/kg，核心设备国产化推动降本。35Mpa 日加氢量 500kg 的加氢站满负荷运行，加注成本约 11.33 元/kg。假设加氢站承担储运环节，氢源价格 20 元/kg，储运成本 7.79 元/kg，外供氢气价格 55 元/kg，则**中游储运+加注环节毛利率约 29%。当使用率约为 40%时，中游储运和加注环节无毛利空间。**



表18: 加氢站运营成本及毛利率对利用率敏感性测算

产能利用率	20%	40%	60%	80%	100%
日加氢量 (kg/天)	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00
年运行天数 (天)	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00
年加氢量 (kg)	30000	60000	90000	120000	150000
折旧费用 (万元/年)	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00
人工成本 (万元/年)	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
运营管理费用 (万元/年)	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
单位折旧费用 (元/kg)	30.00	15.00	10.00	7.50	6.00
单位人工成本 (元/kg)	13.33	6.67	4.44	3.33	2.67
单位运营管理费用 (元/kg)	13.33	6.67	4.44	3.33	2.67
<b>加注成本 (元/kg)</b>	<b>56.67</b>	<b>28.33</b>	<b>18.89</b>	<b>14.17</b>	<b>11.33</b>
氢源价格 (元/kg)	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
储运成本 (元/kg)	7.79	7.79	7.79	7.79	7.79
加氢站终端价格 (元/kg)	55	55	55	55	55
<b>储运+加注环节毛利率</b>	<b>-53.56</b>	<b>-2.04</b>	<b>15.13</b>	<b>23.7</b>	<b>28.87</b>

数据来源:《氢能供应链成本分析及建议》,东吴证券研究所

**加氢站核心设备国产化有望推动加注成本下降。**目前加氢站核心设备依赖进口,包括压缩机、加氢枪及其软管、流量计、安全阀、氢气管道和阀件等。外供氢式加氢站的建设成本中,压缩机成本占比约 30%。国内加氢站主要采用美国 PDC 隔膜压缩机,PDC 占据着全球氢气隔膜压缩机约 70%-75%市场份额。但是近年,随着国内厂商的研发进展,氢气压缩机国产化进程加快,已有国产厂商推出符合要求的 90Mpa 压缩机和 70Mpa 压缩机。储氢装置加注设备、站控系统等设备也出现国产替代加速的趋势。伴随着规模化生产的推进,加氢站核心设备的成本有望进一步下降。根据氢云链的预测,未来几年国内加氢站建站成本每年至少按照 20-30% 的速度下降。我们假设 2022-2025 年加氢站建设成本年均降幅 20%,预计到 2025 年加注成本有望降至 8.73 元/kg。**应用:** 补贴支持下氢燃料重卡较燃油重卡具备经济性优势,随

燃料电池系统降本&加氢价格下行，预计 2026 年氢燃料重卡与电动重卡平价。1) 现状经济性分析：氢燃料电池客车和物流车由于初始购置成本较高，全生命周期难以实现与燃油车平价。当前“以奖代补”政策倾向于重卡，氢燃料重卡在最高 92.4 万元补贴下，购置成本与燃油重卡接近，运维成本为燃油车的 90%，在运营期第 2 年可与燃油重卡实现平价。

表21: 不同类型客车运行成本对比

	氢燃料客车	传统燃油客车	纯电动客车
<b>固定成本: 折旧 (万元/年)</b>	<b>23.25</b>	<b>5.94</b>	<b>8.73</b>
售价 (万元/辆)	220	50	80
国补 (万元/辆)	12.10	0	6.48
地补 (万元/辆)	12.10	0	0
折旧年限 (年)	8	8	8
残值率	5%	5%	5%
<b>初始购置费用 (万元)</b>	<b>195.8</b>	<b>50</b>	<b>73.52</b>
<b>可变成本: 运维 (万元/年)</b>	<b>20.34</b>	<b>14.02</b>	<b>5.88</b>
燃料费用 (万元/年)	17.64	11.52	3.38
日行使里程 (km)	200	200	200
百公里能耗 (kg、L、kwh)	7	20	70
能源价格 (元/kg、L、kwh)	35	8	0.67
年运营天数 (天)	360	360	360
日常保养费用 (万元/年)	1.7	1.5	1.5
其他费用 (万元/年)	1	1	1
<b>年运行成本 (万元/年)</b>	<b>43.59</b>	<b>19.96</b>	<b>14.61</b>

数据来源：车百智库，招标网，财政部，东吴证券研究所

表22: 不同类型物流车成本对比

	氢能源物流车	传统物流车	纯电动物流车
<b>固定成本: 折旧</b>	<b>10.45</b>	<b>2.38</b>	<b>4.28</b>
售价 (万元/辆)	110	20	40
国补 (万元/辆)	11	0	3.96
地补 (万元/辆)	11	0	0
折旧年限 (年)	8	8	8
残值率	5%	5%	5%
<b>初始购置费用 (万元)</b>	<b>88</b>	<b>20</b>	<b>36</b>
<b>可变成本: 运维</b>	<b>6.91</b>	<b>9.70</b>	<b>4.01</b>
燃料费用 (万元/年)	4.41	7.2	1.5075
日行使里程 (km)	150	150	150
百公里能耗 (kg、L、kwh/100km)	2.8	20	50
能源价格 (元/kg、元/L、元/kwh)	35	8	0.67
年运营天数 (天)	300	300	300
日常保养费用 (万元/年)	1.5	1.5	1.5
其他费用 (万元/年, 保险、过路费)	1	1	1
<b>年运行成本</b>	<b>17.36</b>	<b>12.08</b>	<b>8.29</b>

数据来源: 车百智库, 招标网, 财政部, 东吴证券研究所

表23: 不同类型重卡运行成本对比

	氢燃料重卡	传统燃油重卡	纯电动重卡
<b>固定成本: 折旧 (万元/年)</b>	<b>9.04</b>	<b>7.60</b>	<b>16.57</b>
售价 (万元/辆)	140	40	90
国补 (万元/辆)	46.2	0	2.8
地补 (万元/辆)	46.2	0	0
折旧年限 (年)	5	5	5
残值率	5%	5%	5%
<b>初始购置费用 (万元)</b>	<b>47.6</b>	<b>40</b>	<b>87.2</b>
<b>可变成本: 运维 (万元/年)</b>	<b>46.26</b>	<b>51.56</b>	<b>25.28</b>
燃料费用 (万元/年)	44.46	49.06	23.48
日行使里程 (km)	400	400	400
百公里能耗 (kg, L, kwh/100km)	8.7	42	240
能源价格 (元/kg, 元/L, 元/kwh)	35	8	0.67
年运营天数 (天)	365	365	365
日常保养费用 (万元/年)	1.3	2	1.3
其他费用 (万元/年, 保险、过路费)	0.5	0.5	0.5
<b>年运行成本</b>	<b>55.30</b>	<b>59.16</b>	<b>41.84</b>

数据来源: 车百智库, 招标网, 财政部, 东吴证券研究所

2) 降本预测: 氢燃料重卡中燃料电池系统成本占比 53%, 储氢系统占比 17%。随**质子交换**

**膜、气体扩散层等核心工艺国产化&规模化, 燃料电池车成本将快速下行。**我们假设

2022-2025 年燃料电池系统/储氢系统成本年均降幅 25%/7%, 2025-2030 年均降幅

20%/5%, 补贴逐步退坡, **预计 2026 年考虑初始补贴下的氢燃料重卡可与电动重卡平价。**

CCTC®3060



报告内容如下：

行业深度报告



## 内容目录

1. 氢能战略地位明确，政策支持加码.....	6
1.1. 明确氢能能源属性及战略地位，渗透率提升前景广阔.....	6
1.2. 政策支持不断加码，示范城市群加快氢能建设推广.....	7
1.3. 制氢-储运-加注-应用构成氢能全产业链.....	10
2. 上游制氢：副产氢兼具减碳&成本优势，绿氢长期降本空间大.....	10
2.1. 三条主流制氢路径，制氢纯度体现应用差异.....	10
2.2. 化石能源制氢技术成熟，性价比高.....	13
2.2.1. 煤制氢成本约 10 元/kg，考虑碳捕集后成本约 16 元/kg.....	13
2.2.2. 天然气制氢成本约 15 元/kg，考虑碳捕集后成本约 18 元/kg.....	15
2.3. 工业副产氢成本约 9~22 元/kg，兼具减碳&成本优势放量潜力大.....	17
2.4. 电解水制氢成本约 30 元/kg，电价降至 0.15 元/度与蓝氢平价.....	18
3. 中游储运：气态储运为主，大规模运输关键瓶颈环节.....	21
3.1. 长管拖车气态储运的成本约 7.79 元/kg，短途运输占优.....	22
3.2. 液态&管道储运为突破大规模远距离运输的重要方向.....	23
4. 中游加注：加氢站超前建设，加注成本尚高.....	25
4.1. 规模化降本&政策驱动加氢站建设，多地加速加氢站布局.....	25
4.2. 加注成本约 11 元/kg，核心设备国产化推动降本.....	27
5. 下游应用：氢燃料重卡经济性初现，燃料电池系统进入快速降本期.....	29
5.1. 经济性测算：补贴倾斜&能耗优势，氢燃料重卡优先实现平价.....	31
5.1.1. 氢燃料电池客车：初始购置成本高，全生命周期现金流出难以与燃油客车平价.....	31
5.1.2. 氢燃料物流车：年运维成本为燃油车的 71%，全生命周期成本尚未平价.....	33
5.1.3. 氢燃料电池重卡：初始购置补贴高，全生命周期内较燃油重卡具备经济性优势.....	35
5.2. 技术进步&规模化带动降本提效，预计 2026 年氢燃料重卡与纯电动平价.....	38
6. 投资建议.....	42
7. 风险提示.....	43



## 图表目录

图 1: 2020 年我国氢气来源占比.....	6
图 2: 2020 年我国氢气主要消费途径占比情况.....	6
图 3: 中国氢能发展重点任务.....	7
图 4: 国家层面氢能政策陆续出台.....	8
图 5: 氢能产业链.....	10
图 6: 制氢工艺类型.....	11
图 7: 煤制氢成本对煤炭价格的敏感性测算.....	15
图 8: 天然气制氢成本对天然气价格的敏感性测算.....	16
图 9: 电解水制氢成本对电价的敏感性测算 (单位: 元/kg) .....	20
图 10: 中国历年加氢站数量及增速.....	26
图 11: 中国加氢站建设成本占比.....	26
图 12: 外供加氢站建设成本拆分.....	29
图 13: 加注环节降本测算.....	29
图 14: 氢能源车产量销量增长迅速.....	30
图 15: 2019 年底国内氢燃料电池车结构.....	30
图 16: 10.5 米氢燃料电池客车成本结构.....	31
图 17: 不同类型客车全生命周期累计现金流出 (单位: 万元) .....	33
图 18: 9 吨及氢燃料电池物流车成本结构.....	33
图 19: 不同类型物流车全生命周期累计现金流出 (单位: 万元) .....	35
图 20: 110kw 氢燃料电池重卡成本结构.....	36
图 21: 不同类型重卡全生命周期累计现金流出 (单位: 万元) .....	38
图 22: 2016-2021 年燃料电池系统年均降幅 20%.....	39
图 23: 商用车用燃料电池系统与储氢系统价格预测.....	39
图 24: 2022-2030 年氢燃料电池客车降本预测.....	40
图 25: 2022-2030 年氢燃料电池物流车降本预测.....	40
图 26: 氢燃料电池重卡在 2026 年有望与纯电动重卡实现全生命周期现金流平价.....	41
表 1: 各省市氢能及燃料电池车产业链相关政策.....	9
表 2: 各类工艺制取氢气的纯度比较.....	11
表 3: 氢气应用标准.....	12
表 4: 主要制氢路径及其优缺点.....	13
表 5: 煤制氢成本测算.....	14
表 6: 天然气制氢成本测算.....	16
表 7: 工业副产氢工艺和理论产能.....	17
表 8: 各类工业副产氢成本.....	18
表 9: 三大电解水制氢工艺比较.....	18
表 10: 电解水制氢成本测算.....	19
表 11: 2020 年全国风光电度电成本.....	21
表 12: 四种储氢方式比较.....	22
表 13: 氢不同运输方式的技术比较.....	22
表 14: 20Mpa 长管拖车运氢成本测算.....	23

表 15: 氢气储运格局展望.....	24
表 16: 国内天然气掺氢管道项目.....	25
表 17: 各地加氢站相关补贴政策.....	26
表 18: 加氢站运营成本及毛利率对利用率敏感性测算.....	28
表 19: 燃料电池汽车与燃油汽车和纯电动汽车性能对比.....	29
表 20: 2022 年“以奖代补”政策对各类燃料电池车的奖励标准.....	31
表 21: 不同类型客车运行成本对比.....	32
表 22: 不同类型物流车成本对比.....	34
表 23: 不同类型重卡运行成本对比.....	37
表 24: 氢燃料重卡降本测算.....	40
表 25: 氢燃料重卡运营期平价节点.....	42
表 26: 关注氢能产业链相关标的.....	43

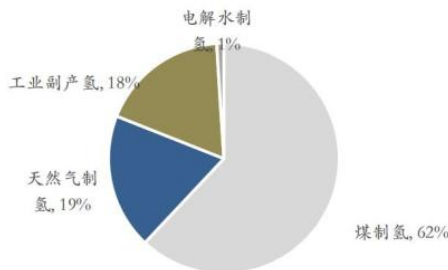
## 1. 氢能战略地位明确，政策支持加码

### 1.1. 明确氢能能源属性及战略地位，渗透率提升前景广阔

氢能来源清洁低碳应用场景丰富，在国家能源体系和产业发展中具有重要战略地位。氢能是一种来源广泛、能量密度高、可规模化存储、环保低碳、应用场景丰富的二次能源，发展氢能对保障国家能源安全、促进能源清洁转型、实现绿色双碳目标、推动相关新兴产业发展具有重要意义。2022年3月23日，国家发改委和能源局联合印发《氢能产业发展中长期规划(2021-2035年)》，明确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，是战略性新兴产业和未来产业重点发展方向。

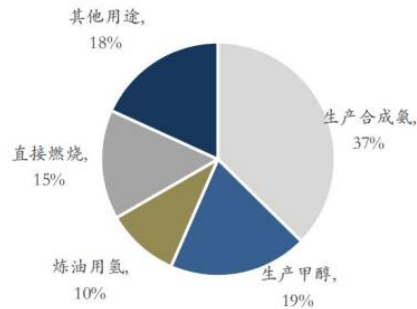
我国氢气年产量超3300万吨，已初步掌握氢能产业链主要技术和工艺。我国是世界上最大的制氢国，据中国氢能产业联盟与石油和化学规划院的统计，2019年我国氢气产能约4100万吨/年，产量约3342万吨，按照能源管理，换算热值占终端能源总量份额仅2.7%。目前国内已初步掌握氢能制备、储运、加氢、燃料电池和系统集成等主要技术和生产工艺，在部分区域实现燃料电池汽车小规模示范应用。全产业链规模以上工业企业超过300家，集中分布在长三角、粤港澳大湾区、京津冀等区域。总体来看，我国氢能产业仍处于发展初期，但制氢基础良好，政策目标清晰，未来成长空间大。

图1: 2020年我国氢气来源占比



数据来源: 中国煤炭加工利用协会, 东吴证券研究所

图2: 2020年我国氢气主要消费途径占比情况



数据来源: 中国煤炭加工利用协会, 东吴证券研究所

重点突破“卡脖子”技术，扩大可再生能源制氢规模和应用比重。氢能技术链条长、难点多，现有技术经济性还不能完全满足实用需求，亟需从氢能制备、储运、加注、燃料电池、氢储能系统等主要环节创新突破，重点突破“卡脖子”技术，降低氢能应用成本。根据规划目标，1) 到2025年：初步建立以工业副产氢和可再生能源制氢就近利用为主的氢能供应体系。燃料电池车辆保有量约5万辆，部署建设一批加氢站。可再生能源制氢量达到10-20万吨/年，成为新增氢能消费的重要组成部分，实现二氧化碳减排



100-200 万吨/年。2) 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, 可再生能源制氢广泛应用。3) 到 2035 年: 形成氢能产业体系, 构建涵盖交通、储能、工业等领域的多元氢能应用生态。可再生能源制氢在终端能源消费中的比重明显提升。

图3: 中国氢能发展重点任务



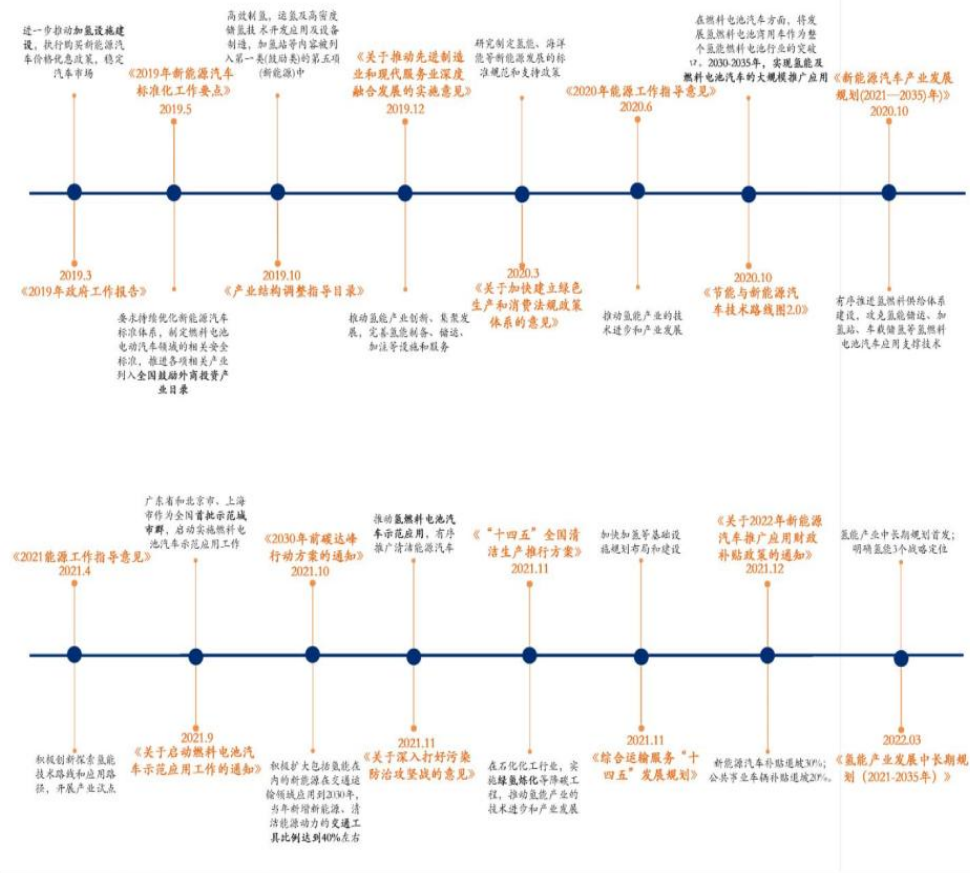
数据来源: 国家发改委, 东吴证券研究所

**氢能渗透率有望提升, 长期发展潜力广阔。**据《中国氢能源及燃料电池产业白皮书 2019/2020》数据, 至 2050 年, 氢能在交通运输、储能、工业、建筑等领域广泛使用, 氢气年需求量将提升至 6000 万吨, 在我国终端能源体系中占比达 10%, 产业产值达到 12 万亿, 渗透率前景广阔。据中国煤炭加工利用协会数据, 2020 年我国超过 99% 的制氢方式都属于灰氢和蓝氢, 而使用端仍有 15% 氢气被直接燃烧, 其他利用方式也较为粗放, 无论是需求端还是供给端都存在非常大的提升空间, 发展潜力广阔。

## 1.2. 政策支持不断加码, 示范城市群加快氢能建设推广

**国家层面政策加码, 指引性、补贴性、规范性配套政策日益完善。**近年来, 我国加速布局氢能产业, 2019 年首次将氢能写入政府工作报告, 其后国家和地方先后出台多项引导支持政策。

图4：国家层面氢能政策陆续出台



数据来源：政府各部门网站，东吴证券研究所

**燃料电池“3+2”城市示范群格局形成，地方配套政策快速就位。**2020年9月五部委联合发布了《关于开展燃料电池汽车示范应用的通知》，标志我国开始建设燃料电池示范区。2021年8月，上海、京津冀、广东三大城市群示范区首批入选，随后河北城市群和河南城市群在第二批入选，“3+2”示范群共同推动氢燃料电池和氢能产业发展。在入选示范群后，各地方政府迅速出台了相应补贴和指引政策，目前五大城市群都已经出台了相应产业发展计划。在其他地区，包括江苏、浙江、四川等在内的超过16个省市都已经出台了具体配套政策，力争氢能领域先发优势。据我们梳理的地方性氢能产业规划统计，政策要求到2023年加氢站建设不低于322个，氢燃料电池车累计推广不低于23800辆；到2025年加氢站建设不低于951个，氢燃料电池车推广数量超77500辆。



表1: 各省市氢能及燃料电池车产业链相关政策

省市	政策文件	发布年份	目标年份	加氢站目标(个)	产业产值(亿元)	氢燃料电池车推广	固定式发电应用
江苏	《江苏省氢燃料电池汽车产业规划》	2019	2025	≥ 50	/	累计投放 ≥ 4000	500 座
广州	《广州市氢能产业发展规划(2019-2030)》		2025	≥ 50	> 600	燃料电池汽车占比不低于 30%	4 座
			2030	≥ 100	> 2000	/	10 座
山东	《山东省氢能产业中长期发展规划(2020-2030年)》	2020	2025	≥ 100	> 1000	累计推广 > 10000	100 座
			2030	≥ 200	> 3000	累计推广 > 50000	/
北京	《氢燃料电池汽车产业发展规划》	2020	2023	≥ 37	> 850	> 3000	/
			2025	≥ 74	> 2400	> 3000	/
天津	《天津市氢能产业发展行动方案(2020-2022年)》	2020	2022	≥ 10	> 150	> 1000	2 座
内蒙古	《内蒙古自治区促进燃料电池汽车产业发展若干措施(施行)(征求意见稿)》	2020	2023	≥ 60	> 400	> 3830	/
			2025	≥ 90	> 1000(燃料电池车)	> 10000	/
浙江	《浙江省能源发展“十四五”规划(征求意见稿)》	2021	2022	≥ 30	> 100	> 1000	/
四川	《四川省氢能产业发展规划(2021-2025年)》	2021	2025	≥ 60	/	> 6000	5 座氢能分布式能源站
河北	《河北省氢能产业发展“十四五”规划》	2021	2022	≥ 25	> 150	> 1000	/
			2025	≥ 100	> 500	> 10000	/
上海	《上海市加快新能源汽车产业发展实施计划(2021-2025年)》	2021	2025	≥ 70	> 1000(燃料电池车)	> 10000	/
重庆	《关于印发重庆市氢燃料电池汽车产业发展指导意见的通知》	2021	2022	≥ 10	/	> 800	/
			2025	≥ 15	/	> 1500	/
宁夏	《自治区人民政府办公厅关于加快培育氢能产业发展的指导意见》	2021	2030	1-2	/	/	/
河南	《河南省氢能产业发展“十四五”规划》	2021	2023	≥ 50	> 150	> 3000	/
			2025	≥ 100	> 1000	> 10000	2000 座
山西大同	《大同市氢能产业发展规划(2020-2030年)》	2021	2023	≥ 17	> 100	> 1000	/
			2025	≥ 50	> 450	> 6300	/
			2030	≥ 100	> 1600	> 57000	/
辽宁大连	大连市氢能产业发展规划(2020-2035年)	2021	2025	≥ 15	> 400	> 1000	/
			2035	≥ 80	> 2000	> 57000	/
深圳	《深圳市氢能产业发展规划(2021-2025年)》	2021	2025	≥ 10	> 500	> 1000	/

数据来源: 各政府部门网站, 东吴证券研究所

### 1.3. 制氢-储运-加注-应用构成氢能全产业链

氢能产业链从上游到终端下游分为生产、储运、加注、终端运用四大环节。1) **制氢**：主要有化石能源制氢、工业副产氢、电解水制氢等路线，氢气的生产成本和纯度依赖于工艺路线和技术水平。2) **储运**：生产出来的氢气可以通过气态、液态、固态储运到下游进行应用，目前国内氢气运输以长管拖车高压气态储运为主，液态储运尚未大规模运用于民用领域，是未来的主要发展方向，固态运输仍处于研发升级阶段。3) **加注**：加氢站分为外供氢加氢站和站内制氢加氢站两种，我国现有加氢站均为外供氢加氢站，即氢气储运至加氢站后在站内进行压缩、存储和加注。4) **应用**：氢气下游应用广泛，涉及交通领域、工业及能源领域和建筑领域等，氢燃料电池为当前政策主推的新兴方向。

图5: 氢能产业链



数据来源：《中国氢能产业发展报告 2020》，东吴证券研究所整理

## 2. 上游制氢：副产氢兼具减碳&成本优势，绿氢长期降本空间大

### 2.1. 三条主流制氢路径，制氢纯度体现应用差异

氢气目前主要有三种主流制取路径：1) 以煤炭、天然气为代表的化石能源重整制氢；2) 以焦炉煤气、氯碱尾气、丙烷脱氢为代表的工业副产气制氢；3) 电解水制氢。此外还有其他制氢方式包括生物质制氢、太阳能光催化分解水制氢、核能制氢等，但仍然处于试验和开发阶段，尚未形成工业化应用。我国氢能的生产利用已较为广泛，制成的氢气主要应用在工业原料或生产供热中，工业制氢已经成为较多化工、新能源、环保