


2019.04.22

氢能时代来临，燃料电池设备先行

——燃料电池系列报告之一

	李煜（分析师）	黄琨（分析师）	李阳东（研究助理）
	010-59312774	021-38674935	021-38031653
	liyu015772@gtjas.com	huangkun010844@gtjas.com	liyangdong@gtjas.com
证书编号	S0880517100001	S0880513080005	S0880118090003

本报告导读：

氢能时代来临，传统汽车强国纷纷推出燃料电池战略规划。产业链设备先行，燃料电池、加氢站、储运等环节优先受益。

摘要：

- **氢能时代来临，燃料电池前景广阔。**①2019 年两会期间，氢能被首次写入政府工作报告，“继续执行新能源汽车购置优惠政策，推动充电、加氢等设施建设”。②氢燃料电池汽车是未来极具竞争力的新能源汽车技术，传统汽车强国纷纷推出燃料电池战略规划。美国、日本、韩国、中国等各国，目标在 2030 年，分别达到百万辆燃料电池汽车累计销量，以及千座加氢站。③目前燃料电池汽车约 50% 的成本为燃料电池系统，氢燃料电池成本有望大幅下降。IEA 预计在 2030 年，燃料电池汽车可以下降到目前价格的 56% 左右，相对其他技术类型的汽车，将具有足够的经济性。特别在货运及重型交通领域，氢燃料电池汽车是取代传统燃油汽车的根本途径。
- **产业链设备先行，燃料电池、加氢站、储运等环节优先受益。**①燃料电池产业链分为制氢、储运、加氢、燃料电池、终端应用等各个环节。②中游燃料电池环节：随着未来产量规模的提升，燃料电池成本将大幅下降。车用 80kW 燃料电池系统成本平均为 45 美元/kW（年产 50 万套的规模），其中燃料电池堆成本为 19 美元/kW。辅助系统关键部件的成本为 26 美元/kW，主要为空气压缩机、氢气循环系统、增压器的成本。③全球加氢站运营数量达到 369 座，美日德拥有全球 2/3 的加氢站。我国加氢站 42% 的成本为压缩机、其次是储氢 19%、冷却设备 12%。
- **竞争格局：技术研发取得重大进展，产业化尚待提升。**①燃料电池系统总体技术接近国际先进水平。海外商用车发动机供应商为 Ballard、Hydrogenics；国内亿华通、新源动力等。②空压机：国内车用燃料电池空压机基本依赖进口，海外供应商 Honeywell、Opcon 等。③我国氢燃料电池汽车初期以公交及商用车为主，主要为 35MPa 加氢站。储氢瓶海外以 70MPa IV 型瓶为主，我国为 35MPa III 型瓶。
- **投资建议：**国内公司通过自主研发与海外收购，氢能产业链布局逐步完善。受益标的：雪人股份（参股 Hydrogenics）、金通灵（生物质提氢）、汉钟精机（空压机）、中集安瑞科（氢储运、加氢站）。
- **风险提示：**政府补贴政策变化风险、关键材料和核心技术风险。

评级：

增持

上次评级：

增持

细分行业评级

自动化设备

增持

相关报告

机械行业：《平价脚步渐进，技术进步引领行业格局变化》

2019.02.18

机械行业：《立足高端、精选个股》

2018.12.18

机械行业：《页岩气势在必行，压裂需求重回景气周期》

2018.09.12

机械行业：《全球需求共振，扫地机器人走进千家万户》

2018.06.07

机械行业：《三门 1 号装料获批，核电设备迎布局良机》

2018.04.26



目 录

1. 核心投资逻辑.....	3
2. 氢能时代来临，燃料电池前景广阔.....	3
2.1. 氢能首次写入政府工作报告.....	3
2.2. 传统汽车强国纷纷推出燃料电池战略规划.....	4
2.3. 氢燃料电池：成本有望大幅下降，将具有经济性.....	5
3. 我国燃料电池汽车发展初期，以商用车为主.....	7
3.1. 氢燃料电池：货运及重型交通等领域具有更强优势.....	7
3.2. 燃料电池汽车增长迅速，客车、货车是主要应用领域.....	8
3.3. 我国氢燃料电池汽车路线图发布.....	8
3.4. 补贴力度持续，扶持氢燃料电池快速发展.....	9
4. 产业链设备先行：制氢、储运、加氢、电池系统.....	10
4.1. 产业链结构：从制氢、储运、加氢、电池系统到应用.....	10
4.2. 氢燃料电池：总体技术接近国际先进水平.....	11
4.2.1. PEMFC 是目前氢燃料电池汽车的首选.....	11
4.2.2. 燃料电池系统：总体技术接近国际先进水平.....	12
4.2.3. 电池堆：占据燃料电池的主要成本.....	13
4.2.4. 空压机：燃料电池氢氧供应的重要部件.....	16
4.2.5. 氢气循环泵：国内主要依赖进口设备.....	16
4.2.6. 加湿器：国际主流技术为 Gas-to-Gas.....	17
4.2.7. 储氢瓶：国外以 70MPa IV 型瓶为主.....	17
4.3. 制氢：SMR 和碱性电解槽是经济性相对较好的方式.....	18
4.4. 储运：储运环节产业化有待提升.....	19
4.4.1. 储存：压缩机是储氢的关键技术.....	19
4.4.2. 运输：氢能运输能力有待提升.....	20
4.5. 加氢：燃料电池汽车普及的关键因素.....	20
4.5.1. 全球范围来看，我国加氢站建设相对缓慢.....	20
4.5.2. 加氢站成本构成主要为压缩机等.....	21
5. 成本拆解：产量规模增加，燃料电池成本有望下降.....	23
5.1. 制氢成本：电解制氢成本较高，是清洁、高纯度方式.....	23
5.2. 储氢、加氢成本：规模经济将降低用氢成本.....	23
5.3. 燃料电池成本：随着产量扩大，成本有望大幅降低.....	24
6. 国内产业链公司分析.....	25
6.1. 雪人股份：参股 Hydrogenics 与 Opcon，布局氢能产业.....	25
6.2. 亿华通：国内氢燃料电池龙头公司.....	25
6.3. 伯肯节能：加氢站、空压机、氢压缩机进展较快.....	26
6.4. 金通灵：切入生物质提氢，如皋经开区开展燃料电池业务.....	27
6.5. 汉钟精机：空压机研发成功，氢回收泵进展良好.....	28
6.6. 中集安瑞科：氢储运、加氢站核心供应商.....	28
6.7. 富瑞氢能：液氢储运、加氢站装备供应商.....	29
7. 风险因素.....	29
7.1. 政府补贴政策变化风险.....	29
7.2. 关键材料和核心技术风险.....	30

1. 核心投资逻辑

氢能时代来临，燃料电池前景广阔。①2019年两会期间，氢能首次写入政府工作报告，“继续执行新能源汽车购置优惠政策，推动充电、加氢等设施建设”。②氢燃料电池汽车是未来极具竞争力的新能源汽车技术，传统汽车强国纷纷推出燃料电池战略规划。美国、日本、韩国、中国等各国，目标在2030年，分别达到百万辆燃料电池汽车累计销量，以及千座加氢站。③目前燃料电池汽车约50%的成本为燃料电池系统，氢燃料电池成本有望大幅下降。IEA预计在2030年，燃料电池汽车可以下降到目前价格的56%左右，相对其他技术类型的汽车，将具有足够的经济性。尤其在货运及重型交通领域，氢燃料电池汽车是取代传统燃油汽车的根本途径。

产业链设备先行，燃料电池、加氢站、储运等环节优先受益。①燃料电池产业链分为制氢、储运、加氢、燃料电池、终端应用等各个环节。②中游燃料电池环节：随着未来产量规模的提升，燃料电池成本将大幅下降。车用80kW燃料电池系统成本平均为45美元/kW（年产50万套的规模），其中燃料电池堆成本为19美元/kW。辅助系统关键部件的成本为26美元/kW，主要为空气压缩机、氢气循环系统、增湿器的成本。③全球加氢站运营数量达到369座，美日德拥有全球2/3的加氢站。我国加氢站42%的成本为压缩机、其次是储氢19%、冷却设备12%。

竞争格局：技术研发取得重大进展，产业化尚待提升。①燃料电池系统总体技术接近国际先进水平。海外商用车发动机供应商为Ballard、Hydrogenics；国内亿华通、新源动力等。②空压机：国内车用燃料电池空压机基本依赖进口，海外供应商Honeywell、Opcon等。③我国氢燃料电池汽车初期以公交及商用车为主，主要为35MPa加氢站。储氢瓶海外以70MPa IV型瓶为主，我国为35MPa III型瓶。

投资建议：国内公司通过自主研发与海外收购，氢能产业链布局逐步完善。受益标的：雪人股份（参股Hydrogenics）、金通灵（生物质提氢）、汉钟精机（空压机）、中集安瑞科（氢储运、加氢站）。

风险提示：政府补贴政策变化风险、关键材料和核心技术风险。

2. 氢能时代来临，燃料电池前景广阔

2.1. 氢能首次写入政府工作报告

2019年两会期间，氢能首次被写入政府工作报告。2019年政府工作报告任务，“继续执行新能源汽车购置优惠政策，推动充电、加氢等设施建设”。对于氢能来讲，这是第一次单独提出来，在国家政府工作报告中出现，具有重大意义。

氢作为一种清洁能源和良好的能源载体，具有清洁高效、可储能、可运输、应用场景丰富等特点。氢燃料电池是一种以电化学反应方式将氢气与空气（氧气）的化学能转变为电能的能量转换装置。由于不经过高温

除《企业家第一课》、《企业家功成堂》外，其他公众号分享本期资料的，均属于**抄袭**！
邀请各位读者朋友尊重劳动成果，关注搜索正版号：《企业家第一课》、《企业家功成堂》

谢谢观看！

企业家第一课，专注做最纯粹的知识共享平台



关注官方微信
获取更多干货

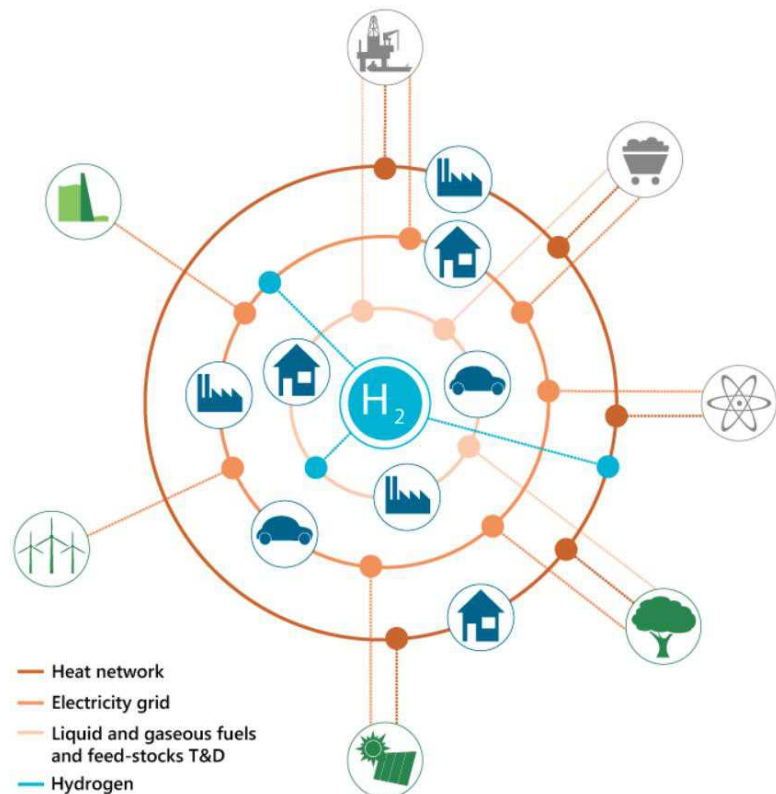


加入知识共享平台
一次付费 一年干货

燃烧过程，氢燃料电池唯一的排放产物是水，没有污染物排放；只要能保障氢气的供给，燃料电池将会持续输出电能。

氢燃料电池汽车不仅是未来货运交通电动化的必然选择，更是未来实现氢能经济的重要元素。燃料电池技术可帮助氢能在电力、液体燃料、热力在三网之间实现清洁高效转化，使得原本分离的电网、气网、热网彼此形成衔接，从而大幅提升能源系统的整体运行效率。因此，加快推广氢燃料电池汽车技术对我国长期能源转型具有重要战略意义。

图 1：氢能是实现电力、热力、液体燃料等能源之间转化的媒介



数据来源：IEA

2.2. 传统汽车强国纷纷推出燃料电池战略规划

正是认识到氢能源电池汽车技术的独特优势，美国、日本、德国、韩国等传统汽车制造强国纷纷将氢燃料汽车技术作为未来替代内燃机汽车技术的战略选择。日本丰田早在 2014 年底推出全球首款量产燃料电池乘用车 Mirai；也将燃料电池技术应用于重型商用车。本田、现代、通用等传统燃油汽车企业也已向市场推出量产车型。

(1) 日本: 2017 年 12 月发布的“基本氢能战略”(Basic Hydrogen Strategy) 概述了首个以氢能为中心的政策。日本还主办了第一次氢能部长级会议，概述了加速氢能技术进步的四个关键领域。

(2) 美国: 2018 年 7 月，加州燃料电池协会，发布了一份愿景报告，目标是到 2030 年，100 万辆燃料电池汽车和 1000 个氢燃料站。

(3) 澳大利亚: 2018 年 8 月，澳大利亚政府发布了国家氢能路线图，

并宣布计划于 2019 年 12 月发布其氢气战略。

(4) 韩国: 2019 年 1 月, 韩国政府宣布了其氢路线图, 目标是到 2040 年, 燃料电池汽车的生产能力将达到 630 万台, 氢燃料站将达到 1200 个。

表 1: 全球国家陆续发布燃料电池汽车长期规划

	2017	2020	2022	2025	2028	2030
美国	4,500	13,000	40,000			
加利福尼亚						1,000,000
日本	2,400	40,000		200,000		800,000
德国	500					
法国	250		5,000		20,000-50,000	
中国	1,275	5,000		50,000		1,000,000
荷兰	41	2,000				
韩国			81,000			1,800,000

数据来源: IEA, 国泰君安证券研究

表 2: 全球国家陆续发布燃料电池加氢站长期规划

	2017	2020	2022	2025	2028	2030
美国	38	80	100			
加利福尼亚				200		1,000
日本	100	160		320		
法国	20		100		400-1,000	
中国	10	100		300		1,000
德国	43	100		400		1,000
韩国	10		310			

数据来源: IEA, 国泰君安证券研究

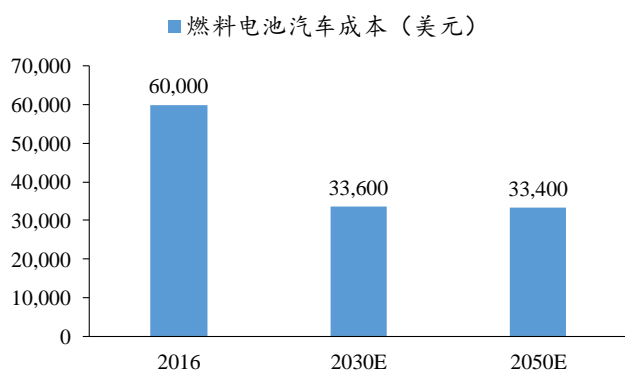
2.3. 氢燃料电池: 成本有望大幅下降, 将具有经济性

氢燃料电池汽车、纯电动汽车及插电式混合动力汽车同为当前最具代表性的新能源汽车技术路线。根据 IEA 的技术对比, (1) 从环境影响而言, 当前氢燃料电池汽车的全生命周期排放强度虽普遍高于纯电动汽车, 但明显低于燃油汽车; (2) 从车辆性能而言, 目前燃料电池乘用车续航里程可达到 500 公里以上, 明显高于一般电动汽车续航水平, 且氢燃料加注速度快, 解决了长期困扰纯电动汽车发展的续航里程焦虑和快速补充能源问题。(3) 在低温启动、电池循环寿命与回收等工程技术层面, 氢燃料汽车也接近内燃机车辆水平。

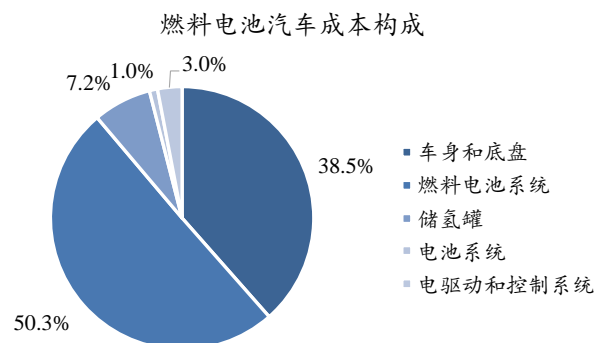
氢燃料电池汽车价格在未来有望大幅下降。2015 年, 丰田公司宣布最新的氢燃料电池汽车在试运行期价格是 6 万美元, 但是该价格可能主要反映的是客户的支付意愿, 而不是生产汽车的成本, 因为氢燃料电池汽车目前主要是针对高收入群体和汽车技术爱好者, 并且要求在居住地附近有相应的加氢站。

图 2: 未来燃料电池成本有望大幅下降

图 3: 目前燃料电池汽车成本主要为燃料电池系统



数据来源：IEA、国泰君安证券研究



数据来源：IEA、国泰君安证券研究

根据 IEA 的数据，与其他几种汽车供能方式相比，燃料电池汽车的价格虽然目前价格很高，但未来有很大的下降空间，预计 2030 年可以下降到现在价格的 56% 左右，相对其他技术类型的汽车，将具有足够的经济性。

表 3: 2030 年燃料电池有望大幅下降（单位：美元）

技术方案	2016	2030	2050
传统汽油内燃机	28,600	30,900	32,300
传统柴油内燃机	29,300	31,700	33,100
混合汽油内燃机	30,000	31,800	33,200
插电式混合动力	32,400	33,200	34,400
纯电动 BEV（150km）	35,400	32,800	34,000
燃料电池 FCEV	60,000	33,600	33,400

数据来源：IEA、国泰君安证券研究

降低成本是发展氢燃料汽车的关键。燃料电池系统的高成本增加了整个汽车的成本，未来的主攻方向是如何在减小成本的同时延长使用寿命。降低燃料电池系统的成本从理论上是可行的，并且很大程度上决定了整个汽车的成本。

但是高压罐的成本却较难下降，因为高压罐的成本很大程度上取决于昂贵的复合材料，所以目前的研发重点集中在降低高压罐的复合材料成本。电池和电力控制系统的成本随着技术的进步都会有一定的下降，因为材料的限制不会下降得太多，但是高技术的融入会延长电池使用寿命，从而提高整个汽车的使用性能。

表 4: 氢燃料电池汽车成本构成，燃料电池系统是主要成本

	2016	2030	2050	单位
燃料电池汽车成本	60,000	33,600	33,400	
成本构成				
车身和底盘	23,100	24,100	25,600	
燃料电池系统	30,200	4,300	3,200	
储氢罐	4,300	3,100	2,800	
电池系统	600	460	260	
电驱动和控制系统	1,800	1,600	1,400	
特定成本				
燃料电池系统（80kw）	380	54	40	美元/kW

	储氢瓶 (6.5kg 氢气)	20	14	13	美元/kWh
	电池 (1.3kWh)	460	350	200	美元/kWh
其他指标	燃料经济性	1.0	0.8	0.6	kg 氢气/100 km
	寿命	12	12	12	年

数据来源: IEA、国泰君安证券研究

氢燃料电池汽车同时具备与纯电动汽车相当的节能减排效益和与传统汽柴油汽车相近的车辆性能,是未来极具竞争力的新能源汽车技术路线。特别在货运及重型交通领域,氢燃料电池汽车往往被认为是取代传统燃油汽车的根本途径。

表 5: 交通运输动力源四种技术路线对比

	氢燃料电池	锂电池	超级电容	铝空气电池
优势	比能量高、功率密度高、环保无污染	比能量高、循环性能、无记忆效应、环保无污染	功率密度高、充电时间短、使用寿命长	价格便宜、能量密度高、质量轻、体积小、使用寿命长
劣势	系统复杂、氢基础设施建设滞后	初期购置成本高,充电时间长	能量密度太低	存在空气电极极化和氢氧化铝沉降等问题,功率密度低
应用领域	氢燃料电池环保性能高,适合于客车和重载卡车等商用车,且具有行驶里程长的特点	用于 200km 以内的短途纯电动汽车	续航里程太短,不能作为电动汽车主电源,大多作为辅助电源,用于快速启动装置和制动能量回收装置	目前尚处于实验室阶段

数据来源: 国泰君安证券研究

3. 我国燃料电池汽车发展初期,以商用车为主

3.1. 氢燃料电池: 货运及重型交通等领域具有更强优势

氢燃料电池在重型交通领域,具有明显的优势。随着车重和续航的提升,燃料电池汽车成本将逐步接近甚至低于纯电动汽车。根据 Cano, Zachary&Banham 的研究,轻型客运方面,续航里程在 600 公里以内,纯电动汽车的成本要明显低于氢燃料电池汽车,但在 600 公里以上,电动汽车的成本大幅上升,超过燃料电池汽车成本。重型货运方面,续航里程 400 公里以上,燃料电池汽车成本将显著低于纯电动汽车成本。因此,相对锂电池,氢燃料电池在重型交通领域,具有更强的技术适应性。

图 4: 短途轻型客运, 锂电池成本优于燃料电池

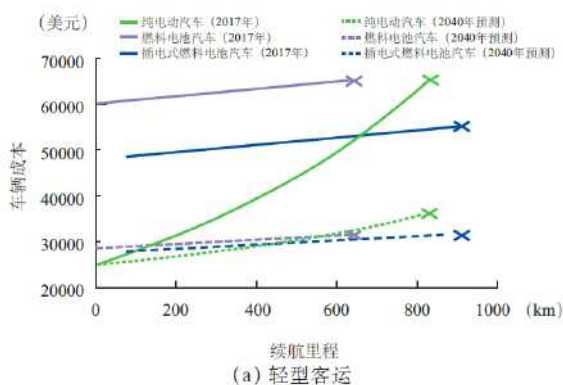
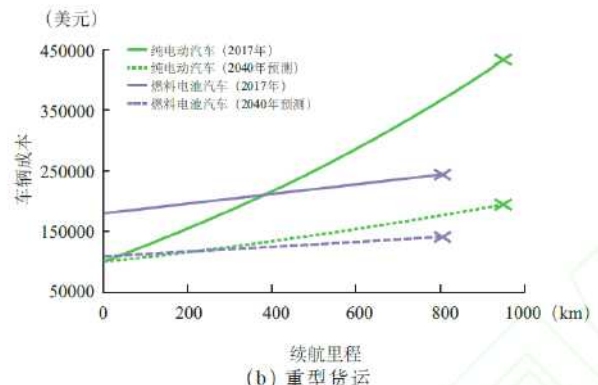


图 5: 长途重型货运, 燃料电池成本优于锂电池



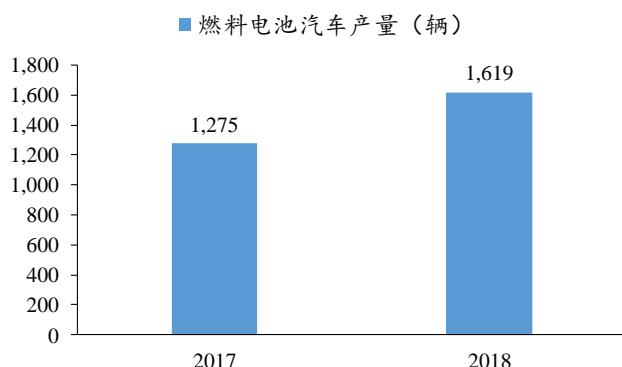
数据来源: Nature Energy

数据来源: Nature Energy

3.2. 燃料电池汽车增长迅速，客车、货车是主要应用领域

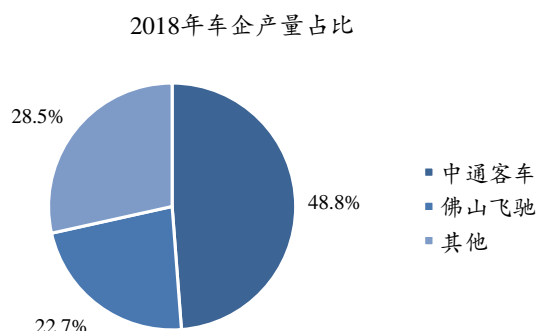
近年来我国燃料电池汽车产销量保持每年千辆左右，主要为客车和专用车辆。根据 OFweek 统计合格证口径数据，2018 年我国燃料电池汽车产量为 1619 辆，带动燃料电池需求 51 MW；相比 2017 年的产量 1275 辆，同比增加 27%。就销量结构上看，我国氢燃料电池车以客车和专用车为主，其中专用车产量（含货车、环卫车等）为 909 辆，相比 2017 年增长尤为明显，客车产量为 710 辆。中通汽车、飞驰汽车两家企业占据全国总产量的 70%以上。

图 6: 2018 年我国燃料电池汽车产量同比增长 27%



数据来源: 中机中心合格证口径、国泰君安证券研究

图 7: 中通客车、飞驰汽车占据全国产量 70%以上



数据来源: 中机中心合格证口径、国泰君安证券研究

3.3. 我国氢燃料电池汽车路线图发布

我国氢燃料电池汽车的发展愿景是：到 2030 年实现百万辆氢燃料电池汽车上路行驶，到 2050 年与纯电动汽车共同实现汽车零排放。发展目标：

(1) 到 2020 年，燃料电池汽车示范规模累计达到 5,000 辆，其中，燃料电池商用车占比 60%，乘用车占比 40%；加氢站超过 100 座。

(2) 到 2025 年，燃料电池汽车推广规模累计达到 5 万辆，其中，燃料电池商用车 1 万辆，乘用车 4 万辆；加氢站超过 300 座。

(3) 到 2030 年，燃料电池汽车推广累计超过 100 万辆，加氢站超过 1,000 座，可再生能源制氢达到 50%以上。

根据我国氢燃料电池发展路线图，加氢站的规模需要与氢燃料电池汽车相匹配。我国氢燃料电池汽车初期以公交及商用车为主，因此主要以 35Mpa 加氢站为主。2020 年后，氢燃料电池轿车开始推向市场，70Mpa 加氢能力的加氢站显著增加。同时，随着加氢站数量的增加，加氢站与加油站、充电站的混合形式能源站成为主要形式。

表 6: 我国氢燃料电池汽车路线图发布

	2020 年	2025 年	2030 年
总体目标	在特定地区的公共服务用车领域 小规模示范应用规模 5000 辆 (累计)	在城市私人用车、公共服务用车 领域实现大批量应用规模 5 万辆 (累计)	在私人乘用车、大型商用车领域 实现大规模商业化推广规模 100 万辆 (累计)

氢 燃 料 电 池 汽 车		燃料电池系统产能超过 1000 套 / 企业	燃料电池系统产能超过 1 万套 / 企业	燃料电池系统产能超过 10 万套 / 企业
	功能要求	冷启动温度达到-30℃,动力系统构型设计优化,整车成本与纯电动汽车相当	冷启动温度达到-40℃,批量化降低整车购置成本,与同级别混合动力汽车相当	整车性能达到与传统内燃机汽车相当,具有相对产品竞争力和优势
	商用车	最高车速 ≥ 80km/h 成本 ≤ 150 万元	最高车速 ≥ 80km/h 成本 ≤ 100 万元	最高车速 ≥ 80km/h 成本 ≤ 60 万元
	乘用车	最高车速 ≥ 180km/h 寿命 20 万 km 成本 ≤ 30 万元	最高车速 ≥ 180km/h 寿命 25 万 km 成本 ≤ 20 万元	最高车速 ≥ 180km/h 寿命 30 万 km 成本 ≤ 18 万元
共 性 关 键 技 术	燃料电池堆技术	冷启动温度<-30℃ 比功率 2kW/kg 或 3kW/L 寿命达到 5000h	冷启动温度<-40℃ 比功率 2.5kW/kg 寿命达到 6000h 以上	寿命达到 8000h 以上
	基础材料技术	高性能膜材料、低铂催化剂及金属双极板技术	高可靠性膜、催化剂及双极板技术	低成本膜电极、双极板技术
	控制技术	燃料电池优化控制技术	燃料电池高可靠性控制技术	燃料电池低成本、高集成化控制技术
	储氢技术	供给系统关键部件开发技术 高压储氢技术和氢安全技术	供给系统关键部件高可靠性技术 储氢系统高可靠性技术	供给系统关键部件低成本技术 储氢系统低成本技术
关键零部件技术		高速无油空气压缩机、氢循环系统、70MPa 储氢瓶等关键系统附件的性能满足车用指标要求,系统成本低于 200 元/kW		
氢 能 基 础 设 施	氢气供应	可再生能源分布式制氢;焦炉煤气等副产氢气制氢高效低成本氢气分离纯化技术		可再生能源分布式制氢
	氢气运输	高压气态氢气储存与运输	低温液体氢气运输	常压高密度有机液体储氢与运输
	加氢站	100 座	350 座	1000 座

数据来源:节能与新能源汽车技术路线图、国泰君安证券研究

3.4. 补贴力度持续,扶持氢燃料电池快速发展

我国中央和地方对燃料电池的财政补贴力度持续,扶持氢燃料电池快速发展。2019 年 3 月 26 日,财政部、工信部、科技部和发改委联合发布《关于进一步完善新能源汽车推广应用财政补贴政策的通知》,补贴政策的主要变化:3 月 26 日-6 月 25 日为过渡期,期间销售上牌的燃料电池汽车按 2018 年对应标准的 0.8 倍补贴;地方补贴过渡期后不再对新能源汽车(新能源公交车和燃料电池汽车除外)给予购置补贴,转为用于支持充电(加氢)基础设施“短板”建设和配套运营服务等方面。

表 7: 燃料电池汽车补贴力度持续

日期	地区	内容
2019 年 3 月	国家	2019 年 3 月 26 日至 6 月 25 日过渡期间销售上牌的燃料电池汽车按 2018 年对应标准的 0.8 倍补贴(2018 年标准:燃料电池乘用车按可定功率补贴,标准为 6000 元/kW,补贴上限 20 万元/辆;轻型燃料电池客车/货车以及大中型客车/中重型货车采用定额补贴,补贴上限分别为 30 万元/辆和 50 万元/辆)。
2018 年 1 月	广东省	燃料电池汽车地方补贴不超过国家补贴。
2018 年 6 月	广州市	燃料电池汽车按照不超过国补 1:1 的比例给与地补。

2018 年 8 月	深圳市	燃料电池乘用车 20 万元/辆，燃料电池轻型客车、货车 30 万元/辆，燃料电池大中型客车、中重型货车 50 万元/辆。
2018 年 4 月	佛山市	2018-2022 年建成的加氢站依梯度分别给与 200-800 万元补贴。
2018 年 11 月	中山市	加氢站可获得补贴 100 万元/站。
2018 年 2 月	武汉市	燃料电池汽车按照中央标准 1:1 进行财政补贴。
2018 年 12 月	襄阳市	燃料电池乘用车 10 万元/辆，燃料电池轻型客车、货车 30 万元/辆，燃料电池大中型客车、中重型货车 50 万元/辆。
2018 年 3 月	苏州市	燃料电池乘用车 5 万 / 辆，燃料电池客车 5 万 / 辆、燃料电池货车 7 万 / 辆
2018 年 4 月	海南省	新能源汽车（包括燃料电池汽车）购置地方财政补贴标准继续按中央财政同期补贴标准的 1:0.5 执行，其中，省、市县两级财政各承担 50%。
2018 年 5 月	上海市	按照中央财政补助 1:0.5 给与本市财政补助。
2018 年 5 月	西安市	公共服务领域的燃料电池车按 1:0.5 给与地方补贴，非公共服务领域的单车按 1:0.3 给与地方补贴。
2018 年 6 月	河南省	燃料电池汽车按国家补助标准的 30%给与推广应用补助。
2018 年 6 月	青海省	新能源汽车（包括燃料电池汽车）补贴标准按国家同期补贴标准 1:0.5 执行。
2018 年 6 月	重庆市	燃料电池汽车补贴标准约为同期国家标准的 40%。
2018 年 7 月	北京市	对新能源汽车（纯电动汽车、燃料电池汽车）按照中央与地方 1: 0.5 比例安排市级补助。
2018 年 7 月	宁波市	燃料电池汽车按照同期中央财政补助标准 1:0.5 给与地方财政补助。
2018 年 8 月	合肥市	燃料电池汽车按照同期中央财政补助标准 1:0.5 给与地方财政补助。
2018 年 9 月	云南省	按照中央财政同期补贴标准，对省内上牌的新能源汽车配套补贴 25%，州、市财政再配套补贴 25%。

数据来源：国泰君安证券研究

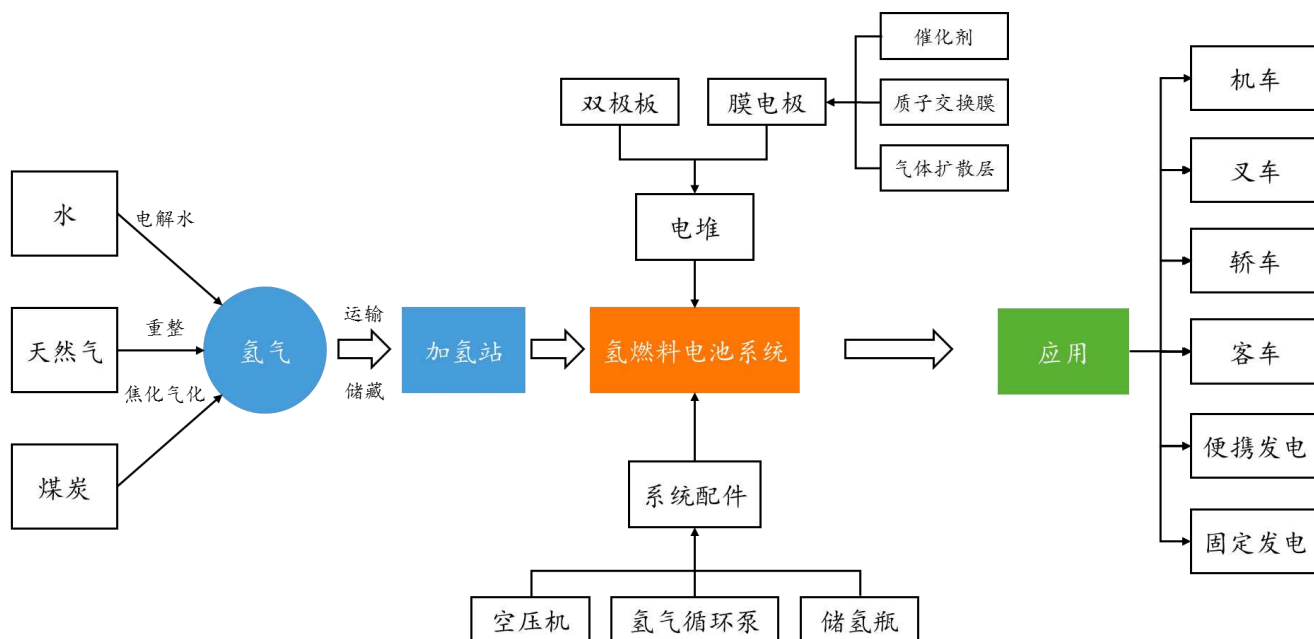
4. 产业链设备先行：制氢、储运、加氢、电池系统

4.1. 产业链结构：从制氢、储运、加氢、电池系统到应用

在氢燃料电池产业链中，上游是氢气的制取、运输和储藏，在加氢站对氢燃料电池系统进行氢气的加注；中游是电堆等关键零部件的生产，将电堆和配件两大部分进行集成，形成氢燃料电池系统；在下游应用层面，主要有交通运输、便携式电源和固定式电源三个方向。

氢能和燃料电池的关键技术主要是氢能的生产工艺、燃料电池技术、氢燃料的运输与配送等。

图 8：氢燃料电池产业链结构图



数据来源：国泰君安证券研究

4.2. 氢燃料电池：总体技术接近国际先进水平

4.2.1. PEMFC 是目前氢燃料电池汽车的首选

燃料电池的发电原理与电池大致相同，实质是燃料气体和氧化剂发生化学反应。燃料电池主要有三个组成部分：阴极、阳极和电解质。

- (1) 电解质：电解质材料决定了燃料电池的类型；
- (2) 阳极：将燃料分解成电子和离子，通常由铂制成；
- (3) 阴极：将离子转化为水，通常由镍或纳米材料制成。

根据面积，单个燃料电池产生的功率范围为几瓦至约 1kW，电压范围为 0.5-1V，通常为 0.7V。未来提供更高的电压和功率，需要借助双极板串联许多燃料电池，这就是所谓的燃料电池的电堆。燃料电池电堆可包括多达几百个单独的电池。

不同类型的燃料电池取决于使用的电解质不同。其中，质子交换膜燃料电池（PEMFC）应用范围较广，也是交通领域燃料电池的首选。

表 8: PEMFC 是目前氢燃料电池汽车的最合适的选择

种类	功率或容量	效率	初始投资	寿命	成熟度
碱性燃料电池 (AFC)	最多 250kW	50%	200-700 美元/kW	5000-8000 小时	初入市场
质子交换膜燃料 电池 (PEMFC)	0.5-400kW (固定式) 80-100kW (移动式)	32-49%	3000-4000 美元/kW	60000 小时 5000 小时	初入市场
		(固定式)	(固定式)		
		<60% (移动式)	500 美元/kW (移动式)		
固体氧化物燃料 电池 (SOFC)	最多 200kW	50-70%	3000-4000 美元/kW	<90000 小时	小规模示范
磷酸燃料电池 (PAFC)	最多 11MW	30-40%	4000-5000 美元/kW	30000-60000 小时	已成熟

熔融碳酸盐燃料电池 (MCFC)	kW-MW	>60%	4000-6000 美元/kW	20000-30000 小时	初入市场
压缩机 18MPa	-	88-95%	70 美元/Kw	20 年	成熟
压缩机 70MPa	-	80-91%	200-400 美元/kW	20 年	初入市场
净化器	10-80MW	70%	900-2000 美元/kW	30 年	成熟
储氢瓶 70MPa	5-6kg 氢气	~100%	17-33 美元/kW	15 年	初入市场
压缩罐	0.1-19MWh	~100%	6000-10000 美元/ MWh	20 年	成熟
液体存储	0.1-100GWh	每天损失 0.3%	800-10000 美元/ MWh	20 年	成熟
气体管道	-	95%	乡村: 0.3-1.2 城市: 0.7-1.5 单位: 百万美元/km	40 年	成熟

数据来源: IEA、国泰君安证券研究

4.2.2. 燃料电池系统: 总体技术接近国际先进水平

燃料电池车用动力系统主要包括燃料电池发动机、动力电池、电机驱动系统、控制系统、DCDC 直流变换器。我国攻克了车用燃料电池动力系统集成、控制和适配等关键技术难点, 形成了燃料电池系统、动力电池系统、DC/DC (直流/直流) 转换器、驱动电机、储氢与供氢系统等关键零部件配套研发体系, 总体技术接近国际先进水平。

以同济大学新能源汽车工程中心为主的氢燃料电池轿车动力系统研发团队和以清华大学汽车安全与节能国家重点实验室为主的氢燃料电池客车动力系统研发团队, 在车用燃料电池动力系统平台技术方面取得重要进展。

(1) 乘用车方面: 国外乘用车厂发动机均采用全功率模式, 再加上乘用车内空间有限, 因此均使用高压金属板电堆, 体积功率密度高(>3kW/L), 均实现-25℃以下低温启动, 寿命 5000 小时以上, 已实现商业化销售。但是, 国内燃料电池乘用车发动机仅有上汽一家自主开发的荣威 950 轿车 (30kW) 完成公告认证, 其他乘用车企业均采用合作的方式, 还处于样车开发阶段, 例如北汽、广汽、长安、汉腾等。

表 9: 国外燃料电池乘用车发动机参数比较

整车厂家	通用	丰田	本田	现代	奔驰
整车型号	轿车	轿车	轿车	轿车	轿车
体积比功率密度 (kW/L)	-	3.1	3.1	3.1	-
总功率 (kW)	92	114	103	100	100
寿命 (h)	5500	5000	5000	5000	5000
铂载量 (g/kW)	0.326	0.175	0.12	0.4	0.2
重量 (kg)	130	56	-	-	-
低温启动 (℃)	-30	-30	-30	-30	-25
是否增湿	-	无独立增湿器	有	有	有
双极板	金属板	金属板	金属板	金属板	金属板
工作压力	高压	高压	高压	高压	高压

数据来源：燃料电池发动机工程技术研究中心、国泰君安证券研究

(2) 商用车方面：国外商用车发动机供应商主要有巴拉德、Hydrogenics 和 US Hybrid，这三家企业目前都与国内的企业有合作，发动机均采用石墨板和中低压技术路线，寿命超过 10000 小时。

表 10: 国外燃料电池商用车发动机主要有三家供应商

发动机厂家及型号	Ballard HD30	Ballard HD60/85	Hydrogenics Celerity 60	US Hybrid FCE80	US Hybrid FCE 150
额定功率 (kW)	30	60/85	600	80	150
尺寸 (L)	162	497	294	494	659
重量 (kg)	125	244/256	275	248	474
操作压力	中压	中压	常压	低压	低压
双极板	石墨板	石墨板	石墨板	石墨板	石墨板
低温储存 (°C)	不适用	不适用	-40	-40	-40
低温启动 (°C)	不适用	不适用	-10	-10	-
寿命 (h)	10000	10000	10000	20000	20000

数据来源：燃料电池发动机工程技术研究中心、国泰君安证券研究

国内燃料电池发动机开发模式与国外不同，国外采用全功率型发动机，国内则采用氢-电混合燃料电池发动机。国内有北京亿华通、新源动力、上海重塑、广东国鸿重塑等企业开发出 30kW 以上燃料电池发动机。目前装载北京亿华通燃料电池发动机的客租赁车队（北京 60 辆燃料电池团体客车）和燃料电池公交车车队（张家口 74 台燃料电池公交车）已正式投入商业化运营；装载上汽集团自主研发的燃料电池发动机的 FCV80 实现了百台级的销售和日常运营；上海重塑的燃料电池发动机装载了 500 台物流车投入商业化运营。

表 11: 国内燃料电池发动机主要有亿华通

集成厂家	功率 (kW)	低温启动 (°C)	寿命 (h)	IP 等级
北京亿华通	30/60/80	-30	10000	67
大连新能源动力	30-60	-20	5000	67
上海重塑	30-60	-20	12000	67
弗尔赛能源	12/30	-20	5000-10000	67
武汉众宇	0.25-1.2/30	-	-	67
北京氢璞创能	30	-10	10000	67
安徽明天氢能	20-100	-20	-	-
广东国鸿氢能	30	-	12000	-
广东国鸿重塑能源科技	30-90	-20	12000	67
广东鸿运氢能科技	30	-	12000	67

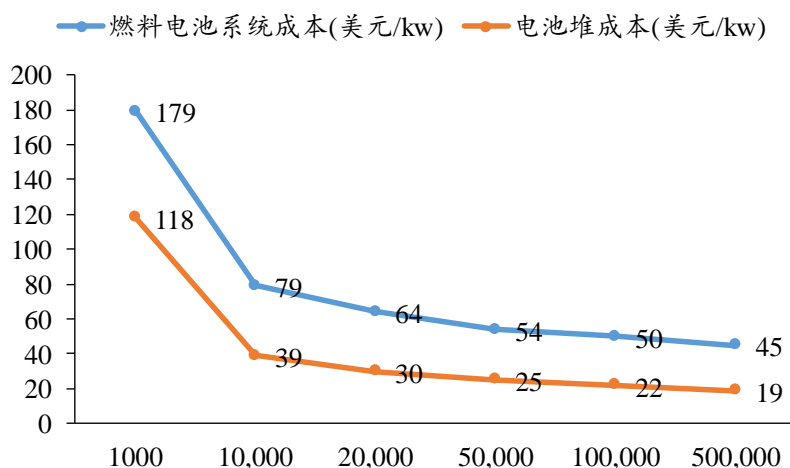
数据来源：国泰君安证券研究

4.2.3. 电池堆：占据燃料电池的主要成本

电堆是燃料电池的主要成本，年产 1,000 套系统与年产 50 万套系统，电堆占燃料电池成本分别为 66%、42%。根据 DOE 的估算，车用 80kW 燃

料电池系统成本平均为 45 美元/kW（年产 50 万套的规模），其中燃料电池堆成本为 19 美元/kW。从成本敏感性因素分析来看，膜电极的比功率、贵金属铂的用量及膜成本是决定成本的关键因素。另外，辅助系统关键部件的成本为 26 美元/kW，空气压缩机、氢气循环系统、加湿器的成本是关键因素。

图 9：电堆是氢燃料电池的主要成本



数据来源：DOE、国泰君安证券研究

电堆是发生电化学反应的场所，也是燃料电池动力系统核心部分，由多个单体电池以串联方式层叠组合构成。将双极板与膜电极交替叠合，各单体之间嵌入密封件，经前、后端板压紧后用螺杆紧固拴牢，即构成燃料电池电堆。电堆工作时，氢气和氧气分别由进口引入，经电堆气体主通道分配至各单电池的双极板，经双极板导流均匀分配至电极，通过电极支撑体与催化剂接触进行电化学反应。

表 12：燃料电池电堆关键部件和材料规划目标

	指标	单位	2015	2020	2025	2030
膜电极	电机功率密度	W/cm ²	0.7	1.0	1.2	1.5
	Pt 用量	g/kW	0.4	0.3	0.2	0.125
催化剂	质量比活性 (Pt, 0.9V)	mA/mg	≥ 300	≥ 440	≥ 480	≥ 570
	活性比表面积 (Pt)	m ² /g	≥ 65	≥ 65	≥ 80	≥ 80
	动电位扫描活性衰减率 (%) (0.6-1.0V)	-	20 (3000 次)	≤ 40 (3000 次)	≤ 40 (3000 次)	≤ 40 (3000 次)
	1.2V 恒电位运行后活性衰减率 (%)	-	20 (100h)	≤ 40 (400h)	≤ 40 (400h)	≤ 40 (400h)
	质子电导率	S/cm	0.05	0.08	0.1	0.1
质子交换膜	机械强度	MPa	35	40	45	50
	渗氢电流	mA/cm ²	2.5	2.0	1.5	1.5
膜	机械稳定性 (20000 次干湿循环, 渗氢电流)	mA/cm ²	>10	<10	<10	<10
	学稳定性 (1000h 开路, 渗氢电流)	mA/cm ²	>10	<10	<10	<10

	电阻率		80 (垂直) /6.0 (平行)	60 (垂直) /4.0 (平行)	50 (垂直) /2.0 (平行)	50 (垂直) /3.0 (平行)
	m 欧 · cm					
碳 纸	透气率		1500	2000	2500	3000
	抗拉强度		≥ 30	≥ 50	≥ 60	≥ 60
	耐蚀性 (24h、 80℃、 1.4V)		≤ 1.5	≤ 1.0	≤ 0.8	≤ 0.5
	润湿角增 量		≤ 50	≤ 30	≤ 20	≤ 15
	厚度		1.5	1.2	1.0	1.0
双 极 板	腐蚀电流		5.0	1.0	<1.0	<1.0
	厚度		2.0	1.6	1.5	<
	电导率		16	15	<15	<15
	机械强度		50	60	65	>0
	孔隙率		≤ 0.12	≤ 0.10	≤ 0.10	≤ 0.10

数据来源：节能与新能源汽车技术路线图、国泰君安证券研究

国外乘用车厂大多自行开发电堆，并不对外开放，例如丰田、本田、现代等。也有少数采用合作伙伴的电堆来开发发动机的乘用车企业，例如奥迪（采用加拿大巴拉德定制开发的电堆）和奔驰（采用奔驰与福田的合资公司 AFCC 的电堆）。

目前国外可以单独供应车用燃料电池电堆的知名企业主要有加拿大的 Ballard 和 Hydrogenics，欧洲和美国正在运营的燃料电池公交车绝大多数采用这两家公司的石墨板电堆产品，已经经过了数千万公里、数百万小时的实车运营考验，这两家加拿大电堆企业都已经具备了一定产能，Ballard 还与广东国鸿设立了合资企业生产 9SSL 电堆。此外还有一些规模较小的电堆开发企业，例如英国的 Erlingklinger，荷兰的 Nedstack 等，在个别项目有过应用，目前产能比较有限。

国内能够独立自主开发电堆有大连新源动力和上海神力企业，大连新源动力采用的是金属板和复合板的技术路线，与上汽合作，开发了荣威 950 乘用车和上汽 V80 客车。上海神力成立于 1998 年，是中国第一家专业的燃料电池电堆研发生产企业，目前两家都建成了燃料电池电堆中试线，正处于从小批量到产业化的关键阶段。另外有一些新兴的燃料电池电堆企业，例如弗尔塞、北京氢璞、武汉众宇等，也开发出燃料电池电堆样机和生产线，正处于验证阶段。

表 13: 国内能独立自主开发电堆的公司主要有新源动力、上海神力

	生产厂家	额定功率 (kW)	功率密度	低温启动	低温存储
			(kW/L)	(℃)	(℃)
国外	Ballard	30/60	1.5	-	-
	Hydrogenics	30	0.8	-	-
	AFCC	30	-	-30	-40
	丰田	114	3.1	-30	-40

国内	本田	103	3.1	-30	-40
	现代	100	3.1	-30	-40
	上海神力	40/80	2.0	-20	-40
	大连新源动力	30-40 (复合双极板)	1.5	-10	-40
		70-80 (金属双极板)	2.4	-20	-40
	弗尔赛能源	16/36	-	-10	-
	北京氢璞创能	20-50	-	-10	-40
	武汉众宇	0.25-1.2/36	-	-	-
	上海攀业	0.05-1.8	-	-5	-
	安徽明天氢能	20-100	-	-20	-
	广东国鸿巴拉德氢能动力	30-60	-	-	-

数据来源：燃料电池发动机工程技术研究中心、国泰君安证券研究

4.2.4. 空压机：燃料电池氢氧供应的重要部件

空压机则是空气压缩机，是车用燃料电池氢氧供应系统的重要部件，它将常压的空气压缩到燃料电池期望的压力，由于燃料电池内部的化学反应对环境“苛刻”的要求，参与反应的空气（其中的氧气）的温度、湿度、压力和流量需要空压机进行控制与调整。常见的空压机类型有滑片式、涡旋式、螺杆式与离心涡轮式等。

螺杆式空压机的优点是压力/流量可以灵活调整、启停方便、安装简单，缺点是噪声大、体积大、质量重和价格高，已在美国 GM, PlugPower、加拿大 Ballard 等公司的燃料电池系统中采用。涡轮式空压机容积效率较高，压力与气量连续可调，但尺寸和重量较大，本田和现代等公司已定制开发了空气轴承的涡轮式空压机。

目前国内车用燃料电池空压机基本依赖进口，国产的仅广顺空压机在上汽有实际应用。

表 14: 我国空压机设备基本依赖进口

生产厂家	产品类型	空气质量流量	额定功率 (kW)	转速 (rpm)	最大压比
Honeywell (美国)	涡轮式	125 g/s	25	-	3.0
UQM (美国)	罗茨式	100 g/s	6.5	18000	-
Rotrex(丹麦)	离心式	150 g/s	-	180000	2.94
OPCON (瑞典)	螺杆式 (Autorotor OA1050)	-	14	-	-
日立 (日本)	涡轮式 (SRL-3.7MB5C)	-	3.7	-	-
广顺新能源动力	离心式	120m3/h	6.8	-	-
福建雪人	螺杆式	100 g/s	-	24000	2.8
嘉兴德燃动力系统	涡轮式 (FAC-40-D)	51 g/s	4.6	40000	1.7
	涡轮式 (FAC-50-D)	65 g/s	8	50000	1.9

数据来源：燃料电池发动机工程技术研究中心、国泰君安证券研究

4.2.5. 氢气循环泵：国内主要依赖进口设备

典型的氢气供应系统 HSS 包括高压储氢瓶、减压阀、压力调节阀、循环

装置(循环泵或引射器)、稳压罐、传感器、各种电磁阀及管路等。HSS 通过高压储氢瓶提供电堆所需的氢气，根据电堆的工况特性，对氢气进行调压、加热、加湿，并通过循环装置对电堆出口氢气进行循环利用。

为保证 PEMFC 稳定高效运行，同时提高氢气利用率，通常采用氢气循环的方法，即氢气把电堆内部生成的水带出后，经水气分离装置将液态水分离，再将氢气循环送回到电堆阳极重复使用，同时对新鲜氢气进行加湿。

目前氢气循环泵依赖进口，美国 Park 公司开发出氢气循环泵可用于不同的氢燃料电池汽车。国内目前没有替代品，主要是由于氢气循环泵的氢气密封和水汽腐蚀和冲击问题难以解决，国外也仅有几家能够提供解决方案。国内雪人股份、广顺新能源、汉钟精机等企业正在进行氢气循环泵的研发。

4.2.6. 加湿器：国际主流技术为 Gas-to-Gas

目前国际上的主流技术是 Gas-to-Gas 加湿器。国外已经有许多厂家开发出加湿器，并已形成产品，能够满足备用电源到氢燃料电池公交车用加湿需要。如美国的 Perma-Pure 生产的管式加湿器、加拿大 Dipont 生产的板式加湿器、德国 Mann-Hummel 生产的板式和管式加湿器和德国 FreudenbergFCCT 生产的管式加湿器等。国内生产燃料电池车用加湿器的厂家非常少，且性能亟待提高。

表 15: 加湿器厂家及产品参数

公司名称	额定空气流速 (slpm)	最大工作压力 (MPa)	寿命 (h)	工作温度 (℃)
Perma-Pure (美国)	500-2500	-	~20000	~90
深圳伊腾迪新能源有限公司	2000-2800	0.2	>10000	-20~80

数据来源：燃料电池发动机工程技术研究中心、国泰君安证券研究

4.2.7. 储氢瓶：国外以 70MPa IV 型瓶为主

车载供氢系统为燃料电池发动机提供燃料供给，分硬件和控制系统两部分；硬件系统包括碳纤维缠绕铝内胆储氢瓶、组合式瓶阀、溢流阀、减压阀、压力/温度传感器等组成。

表 16: 国外以 70MPa IV 型瓶为主，国内主要为 35MPa III 型瓶

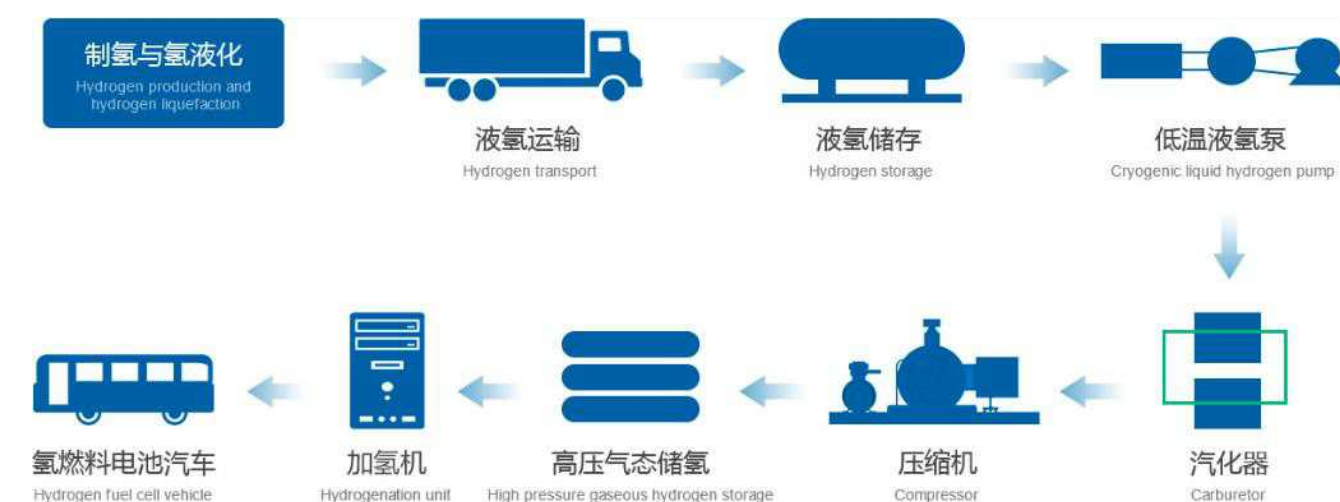
公司名称	型号	容积 (L)	重量 (kg)	压力 (MPa)	质量储氢密度 (wt%)
Hexagon Lincoln. Inc	IV	64	43	70	6.0
丰田汽车公司	IV	60	42.8	70	5.7
富瑞氢能	III	140	81	35	-
	III	128	75	35	-
	III	110	66	35	-
	III	100	61	35	-
	III	80	51	35	-
	III	70	46	35	-
北京天海工业有限公司	III	140	80	35	4.2

	III	165	88	70	4.2
	III	54	54	70	>5
北京科泰克科技有限责 任公司	III	140	-	35	4.0
	III	65	-	70	>5
斯林达安科新技术有限 公司	III	128	67	35	4.0
	III	52	52	70	>5
中材科技股份有限公司	III	140	78	35	4.0
	III	162	88	35	4.0
	III	320	-	35	-

数据来源：燃料电池发动机工程技术研究中心、国泰君安证券研究

我国使用的压力为 35MPa 的碳纤维缠绕金属内胆气瓶（III 型）的储氢密度为 3.9%，通过提高压力到 70MPa 可达 5%；而采用碳纤维缠绕塑料内胆气瓶（IV 型瓶）储氢密度可以进一步提高到 5.5%。我们在 IV 型气瓶方面尚没有掌握制造技术，在 70MPa 的 III 型气瓶方面仅有研发成果，没有产品。

图 10：氢燃料电池产业链各环节需要相应设备



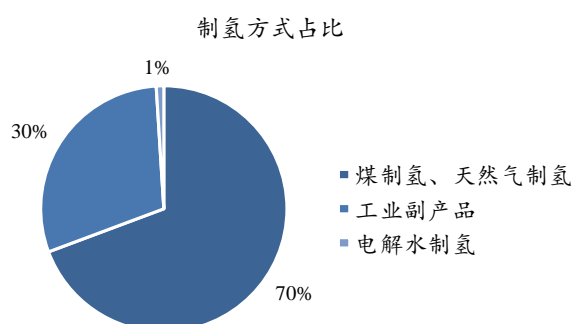
数据来源：富瑞氢能

4.3. 制氢：SMR 和碱性电解槽是经济性相对较好的方式

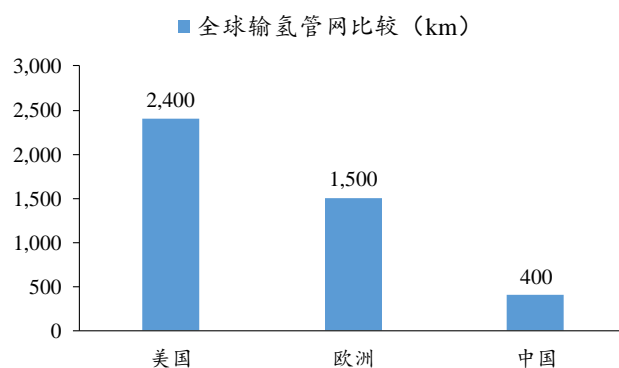
我国氢气产能超过 2,000 万 t/a，但生产主要依赖化石能源，消费主要作为工业原料，清洁能源制氢和氢能的能源化利用规模较小。（1）氢气供给：国内由煤、天然气、石油等化石燃料生产的氢气占比接近 70%，工业副产氢（焦炉煤气、氯碱等）占比约为 30%，电解水制氢占比不到 1%。（2）氢气需求：基本为工业用途，如合成氨、合成甲醇、石油炼化等；用于交通领域的燃料电池汽车占比不到 1%。

图 11：电解水占比不到 1%，制氢依赖化石能源

图 12：加注站主要依靠气氢拖车运输



数据来源：发改委能源所、国泰君安证券研究



数据来源：发改委能源所、国泰君安证券研究

氢气的生产工艺主要有蒸汽甲烷重整和电解制氢两种。(1)重整制氢：根据 IEA 数据，全球 48%的氢气是由天然气通过蒸汽甲烷重整工艺 (SMR) 生产，即在高温、催化剂的作用下，甲烷和水蒸气发生的反应生成氢气的过程。用这种方法大规模生产氢气的成本主要由天然气价格决定，例如目前美国天然气的价格是 0.9 美元/kg，欧洲的天然气 2.2 美元/kg，日本的天然气 3.2/kg。

表 17: SMR 和碱性电解槽是相对经济性的制氢方式

应用	功率	效率	初始投资 (美元/kW)	寿命	成熟度
大规模蒸汽甲烷重整制氢	150-300MW	70-85%	400-600	30 年	已成熟
小规模蒸汽甲烷重整制氢	0.15-15MW	~51%	3000-5000	15 年	小规模示范
碱性电解槽	最多 150MW	65-82%	850-1500	60000-90000 小时	已成熟
PEM 电解槽	最多 150 kW (电池堆) 最多 1MW (系统)	65-78%	3000-5000	20000-60000 小时	初入市场
SO 电解槽	实验室级别	85-90%	-	~1000 小时	研发阶段

数据来源：IEA、国泰君安证券研究

(2)电解制氢。电解法是通过施加一个直流电把水分离成氢气和氧气，把电能转化成化学能。2014 年，全球大约安装了 8GW 电解能力的电解氢设备。不同类型的电解槽可以按电解质和电荷载体的不同，分成碱性电解槽、质子交换膜 (PEM) 电解槽和固体氧化物 (SO) 电解槽等。碱性电解槽是目前最成熟的技术，并且投资成本比其他的电解槽要低很多，但是 PEM 电解槽和 SO 电解槽更有希望降低成本和提高效率。电解氢的成本取决于电力成本以及电解槽的投资成本。为了最大限度地降低电力成本，很多电解氢的设备选择接入价格低廉的可再生能源，如光伏和风电。

4.4. 储运：储运环节产业化有待提升

4.4.1. 储存：压缩机是储氢的关键技术

通常制氢后得到的氢气通过压缩途径储存。将氢气通过压缩机压缩，存储在中低压压力等级的储氢罐。当制得的氢气量足够大时，利用地下气穴储存，地下存储的氢气压力水平范围为 2MPa 至 18MPa。若设备允许，氢气可以通过低温液化，储存到低温储氢罐，其储氢量相比压缩储氢要

大得多；同等空间下，压缩储氢提供氢储量 100kWh，而低温液态存储可达 100GWh。对于压缩氢气储氢，压缩机是储氢的关键技术。

4.4.2. 运输：氢能运输能力有待提升

相比上游制氢行业，氢能储运和加注产业化较为滞后。压缩氢气与液态、固态和有机液体储氢技术相比相对成熟，但产业化仍有距离。我国压缩氢气主要通过气氢拖车和氢气管道两种方式运输。

(1) 气氢拖车：装运的氢气重量只占运输总重量的 1%~2%，比较适用于运输距离较近、输送量较低、氢气日用量为吨级或以下的用户。目前，国内加氢站的外进氢气均采用气氢拖车进行运输。

(2) 氢气管道：运输应用于大规模、长距离的氢气运输，可有效降低运输成本。国外氢气管道输送相对国内较成熟，美国、欧洲已分别建成 2400 km、1500 km 的输氢管道。我国目前氢气管网仅有 300~400 km，最长的输氢管线为“巴陵-长岭”氢气管道，全长约 42 km、压力为 4 MPa。

表 18：气氢拖车运输适合运输距离较近、输送量较低的用户

运输方式	运输能力	运输距离	能量损耗	固定成本	可变成本	部署时间
气体罐运输	低	低	低	低	高	短期
液化罐运输	中等	高	高	中等	中等	中长期
管道运输	高	高	低	高	低	中长期

数据来源：IEA、国泰君安证券研究

4.5. 加氢：燃料电池汽车普及的关键因素

4.5.1. 全球范围来看，我国加氢站建设相对缓慢

加氢站是燃料电池汽车供应链中一个至关重要的因素，提供加氢站网络建设是普及燃料电池车的先决条件。加氢站的设置在很大程度上是由每日氢燃料的需求量、车载氢燃料的储存方式，以及氢燃料的制造和运输方式等决定的。

不同规模的加氢站采用不同的运输方式。一个小的加氢站初始阶段可能每天只需要 50kg 到 100kg，但是在成熟以后的市场里，加氢站每天可能会需要 2,000kg 氢燃料。对于小加氢站，可以采用氢气气体罐运输或者现场制氢，而对于日用氢量大于 500kg 且没有现场制氢的加氢站，液化运输和管道运输是最好选择。

在终端加氢设施方面，截至 2018 年 9 月，我国在运营的加氢站有 17 座，在建的加氢站 38 座。目前国内已建和在建站以 35 MPa 为主，也正在规划建设 70 MPa 加氢站，暂无液氢加氢站。

根据 LBST 的数据，2018 年全球运营的加氢站数量达到 369 座，主要分布在日本、美国、德国，前三个国家拥有全球 2/3 的加氢站。其中，日本运营数量 102 座，美国 77 座，德国 66 座，法国 17 座，英国 17 座，中国 15 座。运营的 369 座加氢站中，其中 273 座对外开放，其余的仅限对公共汽车等开放。

(注：LBST 数据是 H2station 网址统计，主要是 LBST 根据用户自主提

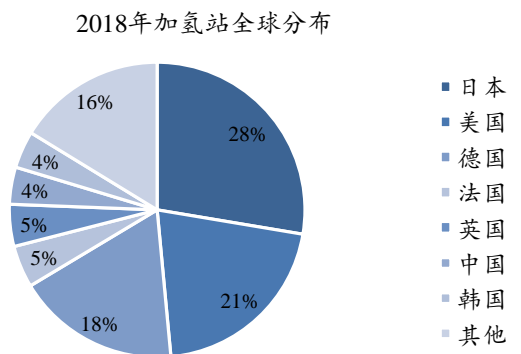
交加氢站各项资料，进行统计整理，不包含为主动提及的数据）。

图 13：2018 年全球运营的加氢站达到 369 座



数据来源：LBST、国泰君安证券研究

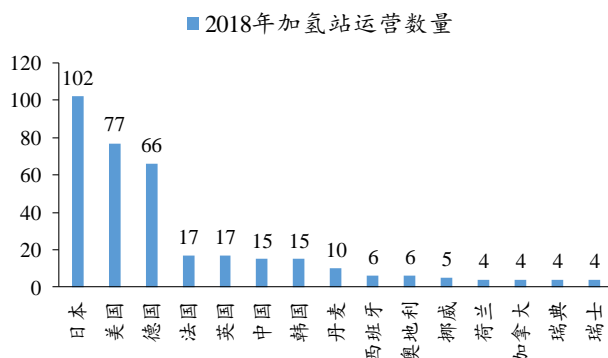
图 14：全球加氢站主要分布在美国、日本、德国



数据来源：LBST、国泰君安证券研究

全球范围来看，我国加氢站建设相对缓慢。（1）氢能需求不足，导致加氢站投入平均成本过高、难以大规模铺设；（2）国内加氢站成本过高，建设及运营经验不足，加氢站建设运营管理制度体系缺位，加氢站建设运营等行政审批程序不畅通等多方面因素，又使得我国加氢站推广缓慢。

图 15：日本拥有全球最多的加氢站数量



数据来源：LBST、国泰君安证券研究

图 16：德国、美国等国家积极建设加氢站



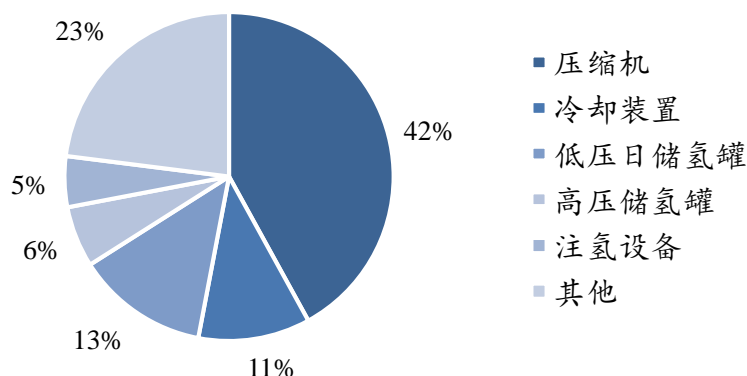
数据来源：LBST、国泰君安证券研究

4.5.2. 加氢站成本构成主要为压缩机等

加氢站成本构成主要为压缩机。根据交能网数据，目前加氢站建设成本较高，我国一个日加氢能力为 200kg 的加氢站成本约为 1,000 万元，欧洲同等量级的加氢站所需成本与国内相当。

图 17：加氢站 42%的成本构成为压缩机

200kg日加氢能力的加氢站成本分布

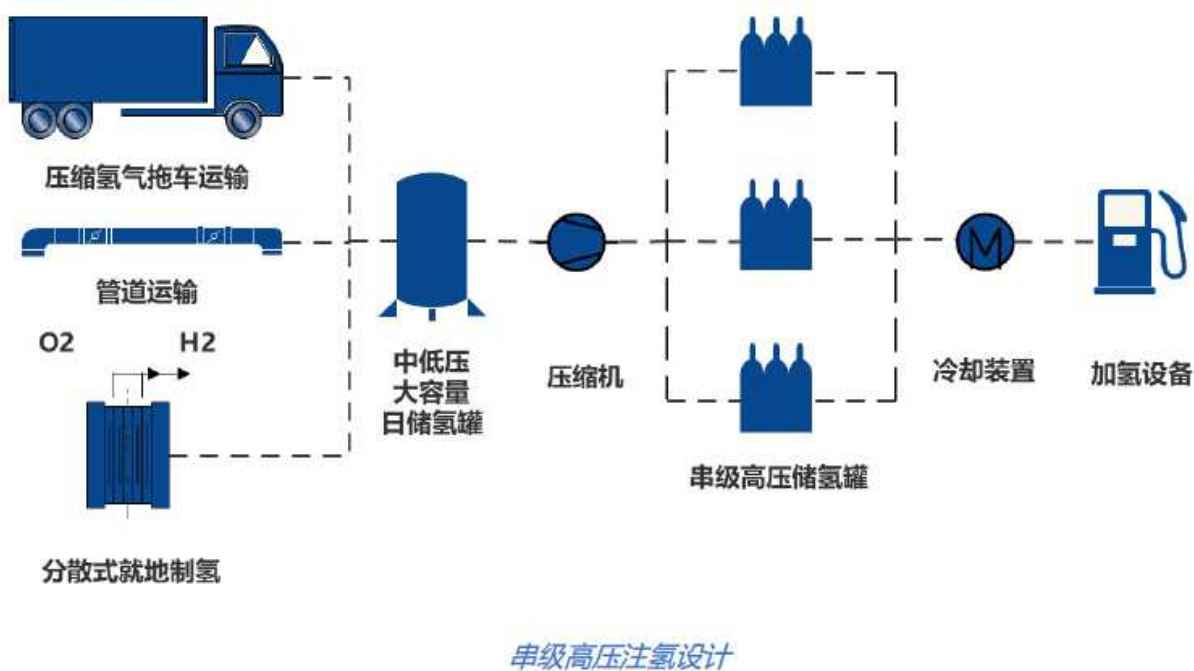


数据来源：交能网、国泰君安证券研究

建设成本方面，对应日加氢量为 200kg 的串联高压储氢加氢站，其成本 42% 约为压缩机。其次是储氢设备占比约为 19%；冷却设备占比约 11%。对于采用低温液态氢的加氢站，避免了压缩机、冷却设备的投入，成本将在 600 万元以下。

运营成本方面，能耗来自增压设备和冷却设备的能耗，低温液态加氢，不需要冷却装置，增压能耗较低，因此液态加氢站的运营成本也相对气体加氢站较低；但如果制氢地点与加氢站距离较近时，氢气液化和液态氢气的运输成本都更高，将导致终端成本较高。因此，加氢站的设计应当因地制宜，综合各项成本。

图 18：日加氢能力 200kg 的加氢站成本约为 1,000 万元



数据来源：交能网

5. 成本拆解：产量规模增加，燃料电池成本有望下降

终端用氢成本主要包括制氢、储氢、加氢等三部分。根据国家发展改革委能源研究所测算，终端用氢价格在 35-50 元/kg，预计随着用氢规模扩大、技术进步等，用氢成本将下降至 25-40 元/kg。

5.1. 制氢成本：电解制氢成本较高，是清洁、高纯度方式

从制氢成本来看，采用不同方式制氢的成本差异较大。以下数据来自国家发改委能源研究所的测算。

(1)化石能源制氢：以煤制氢和天然气制氢为主的化石能源制氢技术，具有产量大以及价格相对较低的优点，以当前国内煤炭和天然气主流价格计算，氢气成本在 10~15 元/kg；缺点是在生产过程中碳排放较大，而且成本易受原材料价格波动的影响，尤其是天然气价格波动。

表 19：电解制氢成本高于化石能源制氢、工业副产氢等方式

制氢种类	制氢方式	能源价格	制氢成本（元/kg）
电解制氢	低谷电	0.3 元/kWh	20
	大工业用的	0.6 元/kWh	38
	可再生能源弃电	0.1 元/kWh	10
化石能源制氢	天然气	3 元/m ³	13
	煤炭	550 元/t	10
工业副产氢		NA	8-14

数据来源：发改委能源所

(2)工业副产氢：工业副产气制氢主要是从氯碱工业副产气、煤化工焦炉煤气、合成氨产生的尾气、炼油厂副产尾气中进行提纯制氢，最常用的是变压吸附技术（PSA）进行提纯。目前采用 PSA 技术的焦炉煤气制氢、氯碱尾气制氢等装置已经得到推广应用，规模化的提纯成本约 3~5 元/kg，计入气体成本后氢气价格约 8~14 元/kg，具有较高的成本优势。

(3)电解制氢：水电解制氢则是一种清洁、无污染、高纯度制氢的方式，但是其成本较高。目前每生产 1m³ 常温常压氢气需要消耗电能大约 5~5.5 kWh，采用最便宜的谷电制氢（如 0.3 元/kWh），加上电费以外的固定成本（约 0.3~0.5 元/m³），综合成本在 1.8~2.0 元/m³，即制氢成本为 20~22 元/kg。

如果是利用当前的可再生能源弃电制氢，弃电按 0.1 元/kWh 计算，则制氢成本可下降至约 10 元/kg，这和煤制氢或天然气制氢的价格相当；但是电价如果按照 2017 年的全国大工业平均电价 0.6 元/kWh 计算，则制氢成本约为 38 元/kg，成本远高于其他制氢方式。

5.2. 储氢、加氢成本：规模经济将降低用氢成本

从氢气储运来看，成本与储运距离和储运量有密切关系，目前市场需求量较小，高压储氢罐拖车运输百公里储运成本高达 20 元/kg。随着氢能应用规模的扩大、储氢密度提升以及管道运输的引入，未来氢能储运成本具有较大下降空间。

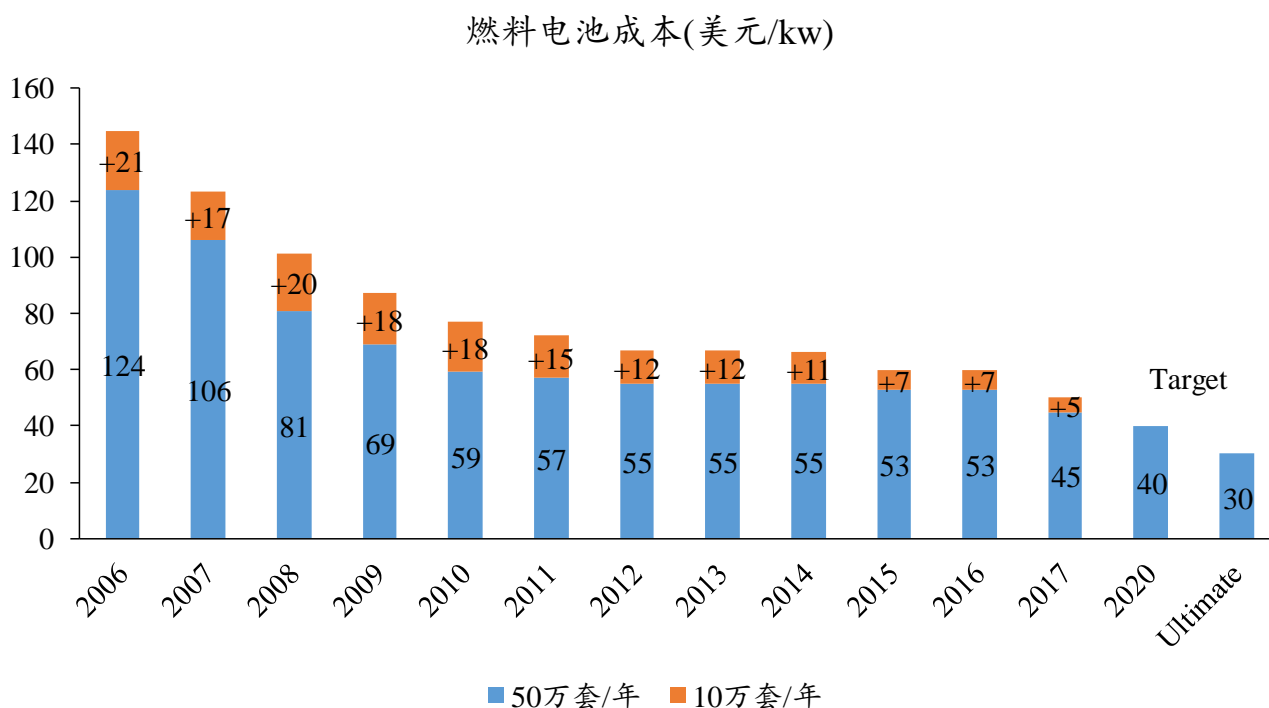
对于加氢站环节，由于当前设备较贵，用氢量小，因此目前加注环节的成本约 10 元/kg。综合考虑各环节，当前终端用氢价格在 35~50 元/kg。随着用氢规模扩大以及技术进步，用氢成本将明显下降，预计未来终端用氢价格将降至 25~40 元/kg。因此，按照百公里用氢 1 kg 计算，燃料电池乘用车百公里用能成本略低于燃油车，但是要比动力电池乘用车百公里用电价格（居民用电约百公里 10 元，工商业用电百公里约 20~30 元）高。

5.3. 燃料电池成本：随着产量扩大，成本有望大幅降低

由于产量规模较小，我国燃料电池成本较高。对于燃料电池汽车，目前国内车用燃料电池成本还高达 5,000 元/kW 以上，因此整车成本远高于动力电池汽车和燃油车。目前制约燃料电池车应用的最大因素也是车的成本太高，主要是由于燃料电池组产量低，使得单价居高不下。

随着生产规模的扩大，燃料电池成本有望大幅下降。根据美国能源部（DOE）由学习曲线做的燃料电池成本和产量关系的测算，基于 2020 年的技术水平，在年产 50 万套 80kW 电堆的规模下，质子交换膜（PEM）燃料电池系统成本可降低到 40 美元/kW（约合 260 元/kW），即 80 kW 燃料电池汽车的电池系统总价约 2 万元。而按照国际能源署预测，2030 年锂离子电池系统成本有望降低至 100 美元，同等水平的 60 kWh 动力电池车电池系统总价约为 4 万元。

图 19：基于 2020 年技术水平，假设年产 50 万套产量，燃料电池系统成本可降至 45 美元/kw



数据来源：DOE、国泰君安证券研究

因此，从长期来看，未来燃料电池汽车成本有望比动力电池汽车更低，和燃油车的成本相当。燃料电池成本下降速率将明显高于锂离子电池，其原因主要在于：①目前锂离子电池产业已具备较大规模，成本下降速率已逐渐趋于稳定，而燃料电池产业仍处在发展初期，其成本具有巨大

下降潜力；②电堆是燃料电池成本的主要组成部分，电堆中除铂催化剂外，其他材料包括石墨、聚合物膜、钢等，几乎不存在类似于锂、钴、镍等稀缺材料对锂电池成本的刚性限制。而且近 10 年来在技术进步推动下，单位功率铂用量大幅下降，丰田 Mirai 燃料电池铂含量仅约 0.2 g/kW，未来有望降低至 0.1 g/kW 以下，且铂可以回收利用，可以有效降低电堆成本。

6. 国内产业链公司分析

6.1. 雪人股份：参股 Hydrogenics 与 Opcon，布局氢能产业

雪人股份主业为制冰设备、压缩机系统应用，借助其拥有的燃料电池空气循环系统、氢气循环泵等核心技术先发优势，2016 年起开始布局氢产业链，通过一系列国际并购、控股或者参股，引进氢能与燃料电池领域国际先进技术。目前，雪人股份掌握上游“水电解制氢+加氢站+氢液化技术”，覆盖下游“燃料电池+空气供给系统+氢循环泵”完整的氢能源产业链布局。

2017 年通过产业基金，以 2100 万美元对价认购加拿大氢燃料电池生产商 Hydrogenics 公司（水吉能）17.6% 股权。Hydrogenics 主营基于水电解和质子交换膜（PEM）技术的氢气发电、储能和燃料电池的产品。Hydrogenics 为全球范围内的用户提供电解制氢设备、电动交通工具（如城市公交、船舶、叉车、多用途运载车）燃料电池、燃料电池 UPS 和发电站，同时拥有全球顶尖的“电能-气体”转换储能技术之一。

2018 年上半年，雪人积极推进“AUTOROTOR”（Opcon 下属品牌）氢燃料电池双螺杆空气循环系统研发与产业化，产品应用于轻轨、巴士、乘用车等多种交通运输工具及分布式能源领域，“AUTOROTOR”空气循环系统参与的欧洲洁净城市运输项目的燃料电池巴士自 2006 年运行至今运行里程超过 300 万公里。此外，雪人与水吉能合作开发商用大巴和物流车的氢燃料电池电堆，与国内外众多氢燃料汽车生产企业和研究机构展开技术合作。

2019 年 3 月 20 日，雪人股份与重庆两江新区管理委员会、重庆市经济和信息化委员会签署了《投资燃料电池发动机及其核心零部件制造项目合作协议》。公司拟在重庆市两江新区投资设立燃料电池发动机及其核心零部件制造项目，项目拟总投资 45.5 亿元，将通过三期建设，最终达到年产 10 万套燃料电池发动机及电堆等核心部件的产能。同时在重庆市分期建设 35 座加氢站。

6.2. 亿华通：国内氢燃料电池龙头公司

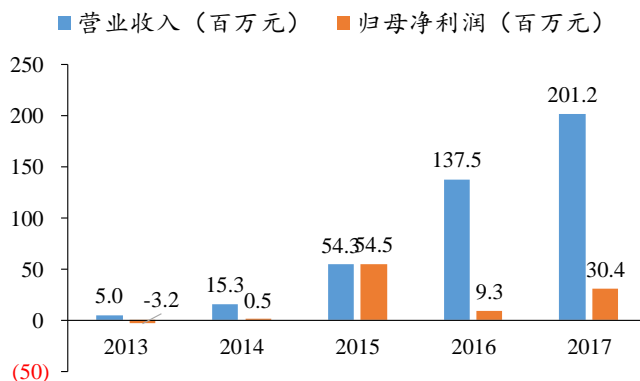
亿华通专注于氢燃料电池动力系统研发与产业化，目前已实现氢燃料电池发动机批量化生产，其中燃料电池发动机采用世界领先的干膜技术，具有低温启动、低温储存、高效率、高可靠性等优势。采用燃料电池发动机和动力电池的电电混合动力系统构型，为客户提供集系统构型分析、系统集成、动力系统优化控制、工程服务为一体的整套解决方案。

亿华通收入端迅速放量，2013-17 年亿华通收入从 500 万增长至 2.0 亿，

规模效应下,2014年起亿华通扭亏为盈,2017年净利润增长至0.3亿元。2017年综合毛利率达到47.3%;扣非净利率达到5.7%。

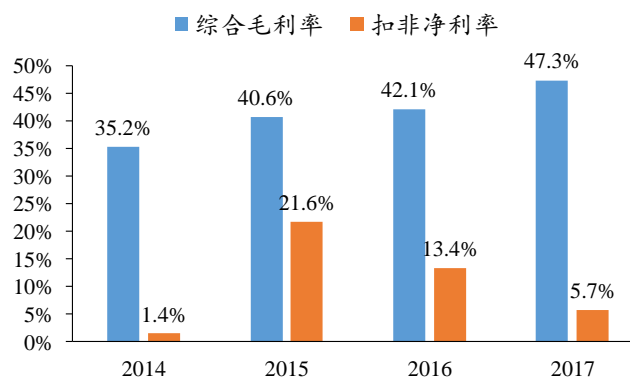
2015年8月,亿华通与江苏阳光控股集团签订,以人民币3,500万受让其持有的上海神力50.19%股权,从燃料电池动力系统集成向电堆核心部件拓展。2016-17年,上海神力营收由0.3亿元增长至1.06亿,归母净利润由-139万扭亏为盈至34.9万。

图 20: 亿华通收入规模持续增长



数据来源: Wind、国泰君安证券研究

图 21: 亿华通毛利率逐年提升



数据来源: Wind、国泰君安证券研究

6.3. 伯肯节能: 加氢站、空压机、氢压缩机进展较快

伯肯节能成立于2005年3月,主要从事天然气供气系统及加气站、燃料电池供氢系统和空压机及加氢站研发、生产。

2014年,伯肯节能在国内率先开展氢燃料电池供气系统的生产和研发,2016年,燃料电池供氢系统实现量产(主要供应上汽),2016年73套(以70兆帕为主)、2017年110套35兆帕(另外还有若干套70兆帕)、2018年301套(均为35兆帕);目前,燃料电池供氢系统用减压阀产品已经研发生产成功,并于2018年量产。

伯肯节能依托天然气加气站业务技术及经验,积极研发和开拓加氢站设备业务,其中最核心的设备是氢压缩机。2018年3月,伯肯节能与美国PDC公司签署撬装式氢压缩机系统协定,PDC是全球技术最领先的氢压缩机生产商。

图 22: 伯肯节能加氢站、空压机等进展较快

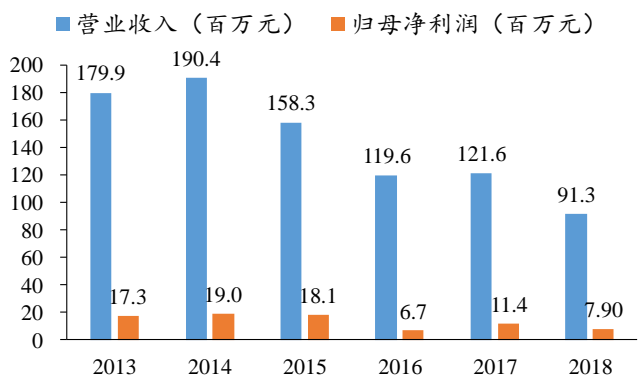
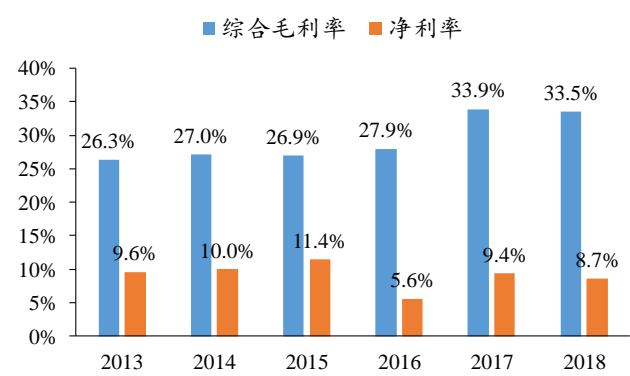


图 23: 伯肯节能毛利率略有提升



数据来源：Wind、国泰君安证券研究

数据来源：Wind、国泰君安证券研究

2019年1月23日，伯肯节能与安徽省濉溪县人民政府签署投资建设氢能产业链项目协议，伯肯节能将在濉溪县投资建设3座加氢站、一座制氢站及光伏发电厂（用于电解水制氢），并提供100台燃料电池公交车、50辆市政环卫车、50台物流车在当地示范运营。

6.4. 金通灵：切入生物质提氢，如皋经开区开展燃料电池业务

金通灵主业为高端流体机械研发制造，多年来在鼓风机行业保持龙头地位，2012年开始研发离心压缩机、汽轮机等高端装备，目前已基本形成鼓风机、压缩机、汽轮机三大高端流体机械装备布局，下游应用主要包括污水处理、余热发电等领域。

2018年6月，金通灵完成对上海运能收购，上海运能主要从事余热余压应用、生物质发电等分布式能源项目成套设备供应及技术服务，其蒸汽锅炉、生物质气化炉等产品与金通灵汽轮机配套，基本实现生物质气化产业园全覆盖。

金通灵具备硬件制造技术优势和能源总包项目经验，高邮林源生物质气化提氢项目运营项目进展良好，并积极向燃料电池核心零部件和终端应用拓展。

1、生物质提氢实现商业运营，并向全国产业化推广

2015年，金通灵完成对高邮林源收购，进军生物质气化领域，与传统直燃方式不同，高邮林源将生物质先气化，再将生物质燃气去焦油处理后，进入锅炉发电系统发电。收购完成后，金通灵对其气化岛和发电岛进行改造，目前已经具备商业化运营条件。

目前，高邮林源经过10余年研发，已建成生物质燃气1.6万方/小时的生产能力，其中氢气体积分数在20-30%，同时配套有多元化生物质燃气净化系统、10MW发电系统，燃气同时应用于工业锅炉供热工程。为进一步开发生物质高效清洁利用，2018年8月，金通灵与华东理工（国内生物质热解气化工程一流水平）、蓝博净化（中科院合作企业，主营气体提纯）签署《生物质气化提氢产业化》协议，目标在高邮林源生物质气化项目基础上，建成国内首套秸秆气化提氢2000万立方米（按照标准状态密度，约1780吨），配套提取高浓度氢气工艺和液化工艺。

2019年3月，金通灵与黑龙江安达政府签订《2×1亿立方生物质天然气提氢项目》合作协议，由金通灵参股运营，预计两期总投资约人民币7亿元，建设周期不超过18个月。生物质气化技术采用高邮林源技术路径，提氢技术采用西南化工研究设计院公司变压吸附系统，对生物质燃气进行分离提氢，根据市场需要分别制成工业用氢气、天然气掺氢用氢气、氢能源汽车用氢气。

2、积极氢燃料电池产业链

2018年，金通灵设立子公司金通灵氢能机械科技，注册资本5000万元，主要从事氢燃料电池压缩机、氢能备用应急电源等产品研发生产。

此外，2018 年 10 月，金通灵与江苏如皋经济开发区签订《氢能源产业投资项目合作框架》协议，协议计划在如皋经济开发区氢能产业园投资以下项目：

- (1) 燃料电池空气压缩机和氢能备用电源的研发制造
- (2) 投资建设运营如皋氢燃料电池产业园智慧能源岛
- (3) 投资建设运营如皋加氢站（根据如皋市整体规划）
- (4) 投资建设运营年产 2000 万立方米生物质制氢项目
- (5) 投资建设运营压缩空气站（根据园区整体规划）

6.5. 汉钟精机：空压机研发成功，氢回收泵进展良好

公司专门从事螺杆式压缩机相应技术的研制开发、生产销售及售后服务，主要产品有螺杆式制冷压缩机和螺杆式空气压缩机，其中螺杆式制冷压缩机主要应用于制冷工业中的大型商用中央空调设备和冷冻冷藏设备，螺杆式空气压缩机主要应用在工业自动化领域。

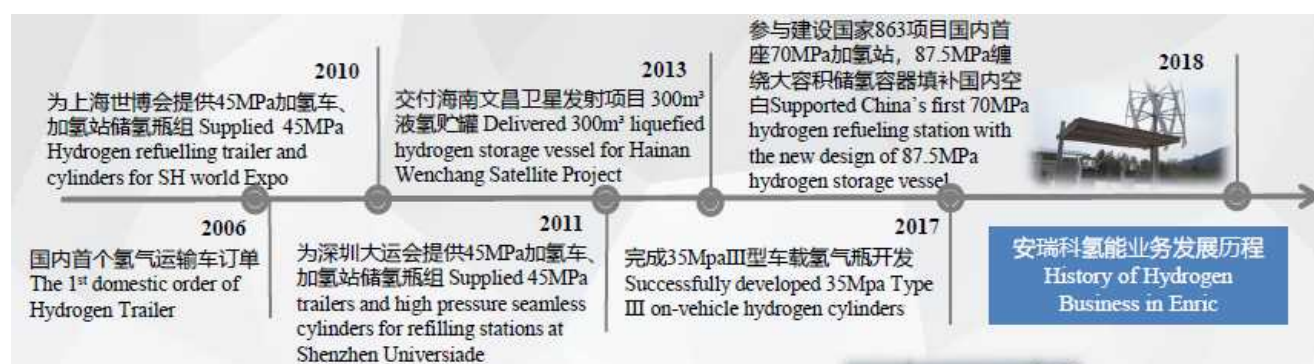
公司已研发出应用于燃料电池产业的空气压缩机产品，目前正和下游积极配合，处于测试阶段。同时正加速推进涡旋、离心式空气压缩机及氢回收泵的进度，预计在 2019 年陆续推出相关产品。

6.6. 中集安瑞科：氢储运、加氢站核心供应商

中集安瑞科主要从事能源、化工以及流体食品行业的各式运输、储存及加工设备的设计、开发、制造及销售，在河北石家庄、廊坊，安徽蚌埠，湖北荆门，江苏南通、张家港，荷兰 Emmen、Sneek，丹麦 Randers 及比利时 Menen 等多个城市拥有制造基地，兼有一流的压力容器、罐式集装箱、液态食品生产储运及化工装备产品生产线。

借助在 CNG 储罐等高压储罐、天然气气瓶等高压装备领域的技术优势，安瑞科较早切入氢能业务，2006 年接到国内首个氢气运输车订单，2010 年、2011 年分别为上海世博会和深圳大运会提供 45MPa 加氢站、加氢站氢瓶组，2013 年交付海南文昌卫星发射项目 300 立方米液氢储罐，2017 年完成 35MPa 车载氢气瓶开发，2017 年参与建设 863 项目国内首座 70MPa 加氢站。

图 24：中集安瑞科是国内氢储运、加氢站装备核心供应商



数据来源：中集安瑞科

目前在氢气运输、储运和加氢站装备领域，安瑞科均跻身国内领先地位。
 运输：已累计提供氢气集装管束、运输车 2000+台；
 储存：安瑞科是国内少数已取得车载储氢气瓶批量生产资质企业；
 加氢站：已累计为国内加氢站提供 45MPa 储氢容器 30+座，累计出口美国、加拿大加氢站 55MPa 储氢容器 200+座。

6.7. 富瑞氢能：液氢储运、加氢站装备供应商

富瑞氢能由富瑞特装和张家港新云科技产业咨询公司于 16 年共同设立，其中富瑞特装出资 1400 万元，持股比例 70%，主要业务为提供氢能基础设施（液氢生产、储运设备；加氢站；高压供氢系统等）相关技术、装备和一站式解决方案。2018 年 12 月，富瑞特装将持有的剩余 56% 富瑞氢能股权以 5600 万元对价，转让给张家港新云科技产业咨询企业。

2016 年富瑞氢能未实现收入，当年亏损 447 万元，2017 年、2018 年上半年富瑞氢能营收分别为 9487 万、1944 万，归母净利润分别为 568 万和-709 万。

表 20：相关标的盈利预测表及估值

代码	公司	股价		EPS			PE		
		20190419	2018A	2019E	2020E	2021E	2019E	2020E	2021E
002639.SZ	雪人股份	15.29	-0.09	0.00	0.06	0.11	-	243.08	138.50
300091.SZ	金通灵	7.26	0.09	0.27	0.39	0.00	26.92	18.74	-
002158.SZ	汉钟精机	11.40	0.38	0.48	0.55	0.00	23.93	20.59	-
3899.HK	中集安瑞科	8.22	0.40	0.50	0.60	0.75	16.60	13.63	11.00

数据来源：Wind（注：未覆盖公司 2019-04-19 最新 PE 计算值，基于 Wind 一致盈利预期）、国泰君安证券研究

7. 风险因素

7.1. 政府补贴政策变化风险

目前我国中央和地方财政对氢燃料电池产业扶持力度较大。我国燃料电池产业发展还处于初期，如果未来政府补贴政策发生变化，补贴出现退

坡，一定程度将影响燃料电池产业的发展。

7.2. 关键材料和核心技术风险

在国际上，燃料电池在关键技术尤其是寿命上已经取得了突破，并进入了小批量试运行以及降低成本的阶段。目前，制约我国氢燃料电池汽车发展的瓶颈包括燃料电池耐久性问题、关键材料及核心零部件问题与氢供给难题等技术性制约因素。目前国内燃料电池方面的主要技术风险是来自如何通过技术手段降低系统的成本，并提高燃料电池发动机的使用寿命。

(1) 燃料电池耐久性问题。我国氢燃料电池的稳定寿命还在 3,000h 左右，而国际先进技术已达到 5,000h 以上。

(2) 关键材料和核心零部件薄弱。如燃料电池用电催化剂、质子交换膜、炭纸等关键材料的开发多停留于实验室和样品阶段，空气压缩机和氢气回流泵等关键部件几乎没有产品供应。

(3) 氢气储存问题。我国在 IV 型气瓶方面尚没有掌握制造技术，在 70MPa 的 III 型气瓶方面仅有研发成果，几乎没有产品。

本公司具有中国证监会核准的证券投资咨询业务资格

分析师声明

作者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，保证报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解，本报告清晰准确地反映了作者的研究观点，力求独立、客观和公正，结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

免责声明

本报告仅供国泰君安证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发放，概不构成任何广告。

本报告的信息来源于已公开的资料，本公司对该等信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可升可跌。过往表现不应作为日后的表现依据。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司、本公司员工或者关联机构不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。投资者务必注意，其据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或者关联机构无关。

本公司利用信息隔离墙控制内部一个或多个领域、部门或关联机构之间的信息流动。因此，投资者应注意，在法律许可的情况下，本公司及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券或期权并进行证券或期权交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务。在法律许可的情况下，本公司的员工可能担任本报告所提到的公司的董事。

市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告作为作出投资决策的唯一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。在决定投资前，如有需要，投资者务必向专业人士咨询并谨慎决策。

本报告版权仅为本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表或引用。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许范围内使用，并注明出处为“国泰君安证券研究”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

若本公司以外的其他机构（以下简称“该机构”）发送本报告，则由该机构独自为此发送行为负责。通过此途径获得本报告的投资者应自行联系该机构以要求获悉更详细信息或进而交易本报告中提及的证券。本报告不构成本公司向该机构之客户提供的投资建议，本公司、本公司员工或者关联机构亦不为该机构之客户因使用本报告或报告所载内容引起的任何损失承担任何责任。

评级说明

	评级	说明
1. 投资建议的比较标准 投资评级分为股票评级和行业评级。 以报告发布后的 12 个月内的市场表现为比较标准，报告发布日后的 12 个月内的公司股价（或行业指数）的涨跌幅相对同期的沪深 300 指数涨跌幅为基准。	增持	相对沪深 300 指数涨幅 15%以上
	谨慎增持	相对沪深 300 指数涨幅介于 5%~15%之间
	中性	相对沪深 300 指数涨幅介于 -5%~5%
	减持	相对沪深 300 指数下跌 5%以上
2. 投资建议的评级标准 报告发布日后的 12 个月内的公司股价（或行业指数）的涨跌幅相对同期的沪深 300 指数的涨跌幅。	增持	明显强于沪深 300 指数
	中性	基本与沪深 300 指数持平
	减持	明显弱于沪深 300 指数

国泰君安证券研究所

	上海	深圳	北京
地址	上海市浦东新区银城中路 168 号上海银行大厦 29 层	深圳市福田区益田路 6009 号新世界商务中心 34 层	北京市西城区金融大街 28 号盈泰中心 2 号楼 10 层
邮编	200120	518026	100140
电话	(021) 38676666	(0755) 23976888	(010) 59312799
E-mail:	gtjaresearch@gtjas.com		