

双周刊004

09/19

燃料电池车产业发展问题探究

2016年9月

SMM

Shanghai Metals Market

1

2016年09月02日

氢燃料电池车丰田Mirai亮相成都车展

来源：电动生活网

2016成都车展，丰田带来了Mirai氢燃料电池车，该车已经在2015年上海车展正式与我们国人见面，此次成都车展这款氢燃料电池车仍然受到了众多关注。

据了解，该车3-5分钟就可以把整个氢气罐从零加满，续航里程可达到600km左右，加氢时间和续航里程跟普通的汽油车差不多，这点要明显优于纯电动汽车。纯电动汽车即便充电再快，也至少需要一两个小时，而且续航超过300公里基本就是目前纯电动汽车的极限了。



2016年09月05日

国产燃料电池电动汽车 已有200余辆投入示范运行

来源：长江日报



2016两岸燃料电池技术与产业发展高峰论坛近日在武汉开发区（汉南区）举行，该活动由中国电器工业协会燃料电池分会和台湾中华经济研究院燃料电池推动办公室共同举办。

据悉，奥迪、丰田、日产等国际汽车巨头都在燃料电池汽车领域持续投入研发力量，取得了阶段性突破进展，各大企业都在提高燃料电池汽车商品化程度。国内企业也在探索，截至目前，先后有200余辆燃料电池电动汽车投入示范运行，服务过北京奥运会、上海世博会等重大活动，累计运行里程超过10万公里。

2

1

氢燃料电池是燃料汽车动力应用的主流方向

- 目前广泛应用于燃料电池汽车的是**质子交换膜燃料电池（PEMFC）**，它以纯氢为燃料，也叫氢燃料电池
- 相比锂电池车，**续航里程长和充电时间短**是燃料电池车最突出优势。根据测算，和柴油车、纯电动车相比，**燃料电池车百公里使用成本最低**

2

中国燃料电池车尚处市场导入期，产业链重点环节在于燃料电池系统、制氢、储氢、加氢站

- **燃料电池系统占整车成本63%**，但国内燃料电池技术尚不成熟、国内外技术水平差距大
- 氢气作为燃料电池原料是产业链中的重要一环，**国内制氢工艺仍处于探索阶段**，有望进一步降低使用成本
- 储氢瓶是车辆续航里程的决定因素，**国内基本掌握35Mpa储氢瓶制造技术，70Mpa高压储氢瓶是行业趋势**
- **国内加氢站数量稀缺、核心设备依赖进口**

3

关键部件技术缺乏制约国产燃料电池产业化，技术落后国外5-10年

- **燃料电池堆、空气循环系统和氢气循环系统**共占燃料电池系统成本91%，而目前国内关键技术环节薄弱，成本居高不下
- 燃料电池堆主要由**质子交换膜、双极板、催化剂**组成：质子交换膜国内基本实现产业化；石墨双极板技术国内相对成熟，金属双极板是行业趋势；催化剂目前对铂依赖严重、成本甚高，国内有小规模生产，**超低铂或无铂**是研发重点方向
- 空气循环系统中的**空压机**主流技术是螺杆压缩机和涡旋压缩机，国内尚无成熟产品
- 国外已有投入使用的**氢循环装置**，但国内目前仍处于开发阶段，尚无成熟产品

4

政策补贴不退坡支持燃料电池车产业发展

- 《2016-2020年新能源汽车推广应用财政支持政策》规定**2016年至2020年燃料电池车补贴为20-50万，补贴不退坡且金额远高于纯电动和插电式混动车型**
- 863计划、《中国制造2025》和《战略性新兴产业重点产品和服务指导目录》等政策建立燃料电池车产业发展战略并支持关键部件研发

1	燃料电池	5
2	燃料电池车	8
3	案例示范	20
4	产业机会探索	25

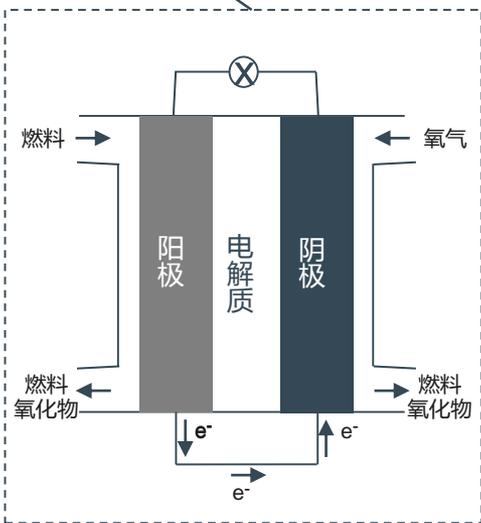
市场主流燃料电池分六大类，其中车用燃料电池有两大类

燃料电池概念和原理

1.概念

- 由阳极、阴极和离子导电的电解质构成
- 将存在于燃料与氧化剂中的化学能转化为电能的发电装置
- 燃料电池≠蓄电池，燃料电池产生电能，蓄电池储存电能

2.原理



燃料电池分类

1.市场主流六大种类

电池系统	1.质子交换膜燃料电池 (PEMFC)	2.直接甲醇燃料电池 (DMFC)	3.固体氧化物燃料电池 (SOFC)	4.碱性燃料电池 (AFC)	5.熔融碳酸盐燃料电池 (MCFC)	6.磷酸燃料电池 (PAFC)
燃料	高纯度氢	氢或液态甲醇	煤气、甲烷等	高纯度氢	煤气、甲烷等	氢气为主
催化剂	铂	铂-钌金	对铂依赖小	非贵金属镍最常见	贵金属	铂
运行温度	60-100	100	1000-1200	100	500-800	60-200
电解质	固态/全氟磺酸聚合物膜	固态/聚合物膜	固态/二氧化锆陶瓷材料	液态/含水氢氧化钾溶剂	液态/熔融碳酸盐溶液	液态/磷酸溶液
应用领域	汽车	消费电子、物料搬运车	大小型发电站	航天	大型电站	100-400KW固定式发电站、大型汽车

2.车用两大类

- 适合应用于交通领域的燃料电池主要有两大类：质子交换膜燃料电池、直接甲醇燃料电池
- 适和交通应用原因在于其工作温度以及作为车载能源动态响应相对来说较快，能够满足汽车的需求
- 目前广泛应用于燃料电池汽车的是质子交换膜燃料电池PEMFC，它以纯氢为燃料，也叫氢燃料电池

氢燃料电池是燃料汽车动力应用的主流方向

应用领域

各应用领域出货量 (千套)

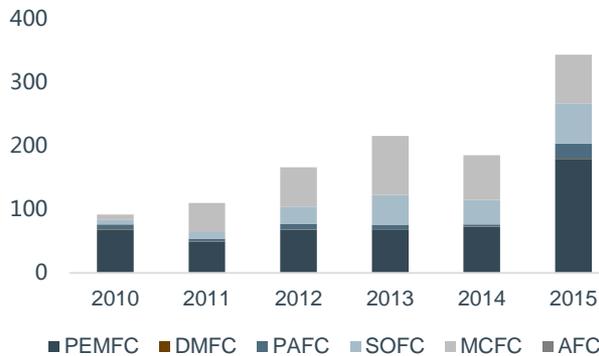


数据来源: E4tech, 安信证券研究中心, SMM

- 2015年, 全球燃料电池系统出货量为7.15万套, 较2010年增长近304%, 但与大规模商业化仍存在差距
- 纵观2010至2015年, 交通领域出货量占比较少, 但在2015年燃料电池在交通运输领域的出货量几乎翻倍
- 从应用场景的市场结构看, 交通领域展现巨大发展潜力

市场需求

各类型电池历年出货量 (MW)



数据来源: E4tech, 安信证券研究中心, SMM

- 主流燃料电池种类中, PEMFC、SOFC、MCFC市场需求较大
- 受交通运输领域需求拉动, 质子交换膜燃料电池 (PEMFC) 在2015年出货量出现了跨越式增长, 同比增长高达147.04%

驱动因素

环保号召

- 最高能效转化率超过60%: 氢燃料电池直接以电化学反应方式将氢气和氧化剂中的化学能转为电能
- 清洁环保: 可连续性发电, 氢氧反应生成物主要是水, 可实现零排放

性能优化

- 能量密度高: 是锂电池的近120倍
- 快充和续航里程的天然优势: 几分钟充氢时间即可实现数百公里续航

注: 燃料电池主要应用领域是固定式电源、便携式电源和交通用电源

1	燃料电池	5
2	燃料电池车	8
3	案例示范	20
4	产业机会探索	25

目前主流燃料电池汽车整车技术方案是燃料电池和蓄电池混合型

技术方案	特点	
<p>单一燃料电池发动机驱动</p>	<ul style="list-style-type: none"> 功率较大、成本较高 工作功率随负载变化而变化，当处于低负荷点时，燃料电池系统效率较低 动态响应较慢，影响车辆加速性能 系统无法实现再生制动 	<p>➔ 该方案基本已被各整车厂放弃</p>
<p>燃料电池蓄电池混合（全功率型）</p>	<ul style="list-style-type: none"> 燃料电池是主要能量源 动力蓄电池功率无法满足车辆单独行驶需要 负载长时间大功率输出有优势 无需外接充电装置 	<p>➔ 目前为国际主流技术方案</p>
<p>燃料电池蓄电池混合（Plug-In型）</p>	<ul style="list-style-type: none"> 燃料电池功率等级较小 动力蓄电池能满足一定行驶里程的纯电动驱动 可外接充电 	<p>➔ 国内上汽集团的燃料电池车型采用Plug-In方案</p>
<p>燃料电池发动机+超级电容器</p>	<ul style="list-style-type: none"> 燃料电池作主动力源提供持续功率，超级电容器提供峰值功率 超级电容瞬时充放电特性好，循环寿命长且成本低但所存储能量有限、电压波动幅度大 	<p>➔ 德国大众开发的HY.POWER采用该方案</p>
<p>燃料电池发动机+蓄电池+超级电容器</p>	<ul style="list-style-type: none"> 进一步降低对燃料电池和蓄电池的功率要求 低温冷启动时超级电容大电流放电，提供启动功率 延长蓄电池的使用寿命 	<p>➔ 结构复杂、控制复杂</p>

主流

注：超级电容器是一种新型储能装置，具有功率密度高、充电时间短等特点

燃料电池车或是更经济便捷的电动车

锂电池电动车

燃料电池电动车

相同点

- 零油耗、零排放、低噪音

性能比较

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • 续航里程：400km左右 • 充电时间：快充30分钟，慢充需8小时以上 • 低温性能：低温条件下锂电池性能下降明显 • 能量转化效率：直接利用电能，较高效 • 安全性：电池过充过放、高温起火问题 | <ul style="list-style-type: none"> • 续航里程：500km及以上 • 充电时间：低至3分钟 • 低温性能：低温条件下燃料电池性能依然优良 • 能量转化效率：最高可超过60% • 安全性：储氢密封、加氢泄露问题 |
|--|--|

成本比较

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • 购置成本：国产30万元以下/辆，可扣除3-5.5万元补贴 • 使用费用：以特斯拉Model S 60 (电池容量60kWh，续航里程390km) 为例，使用上海第三档谷时段电价，约0.075元/千米 | <ul style="list-style-type: none"> • 购置成本：国产60万元以上/辆，可扣除补贴20万元 • 使用费用：以丰田Mirai为例，加氢一次约5000日元，续航里程500km，约0.65元/千米 (以汇率0.65计算) |
|--|--|

基建比较

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • 充电站：截至2016年上半年，国内已建设8.178万个公用充电桩，政府已确定至2020年完成480万个充电桩的建设目标 | <ul style="list-style-type: none"> • 加氢站：国内现有加氢站数量稀少，仅北京、上海、郑州三处，且均处示范状态，尚无政府明确建设规划 |
|--|---|

注：标红指该项具有优势

百公里使用成本分析

车型	燃料成本	百公里消耗量	百公里成本
柴油车	2.04元/kWh	9.2升/百公里	47元/百公里
纯电动车	1.16元/kWh	23kWh/百公里	26.7元/百公里
氢燃料电池车	0.96元/kWh	23kWh/百公里	22元/百公里

数据来源：SMM

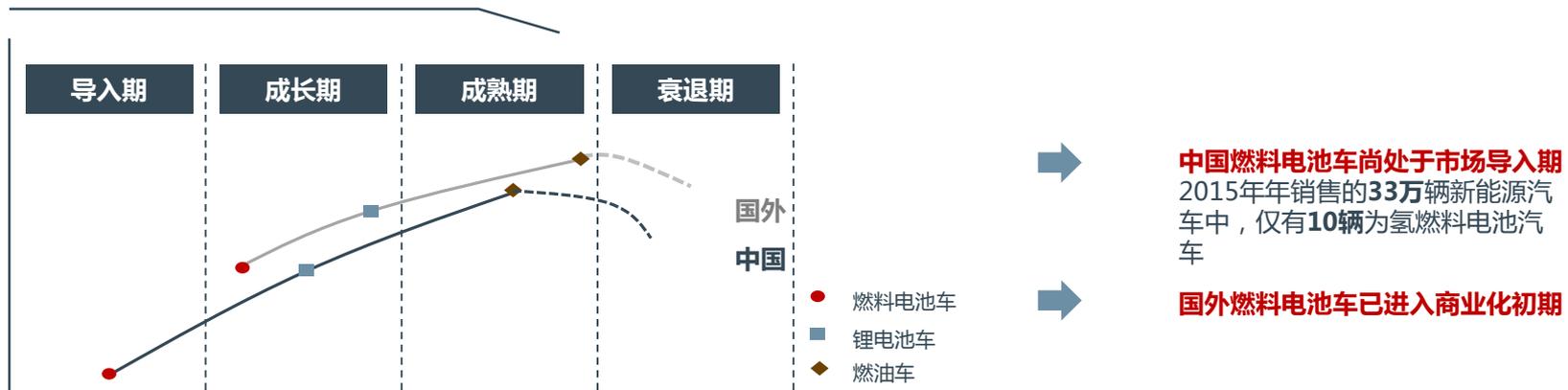
© SMM. All rights reserved.

➔ 相比锂电池车，燃料电池车或是更便捷的电动车

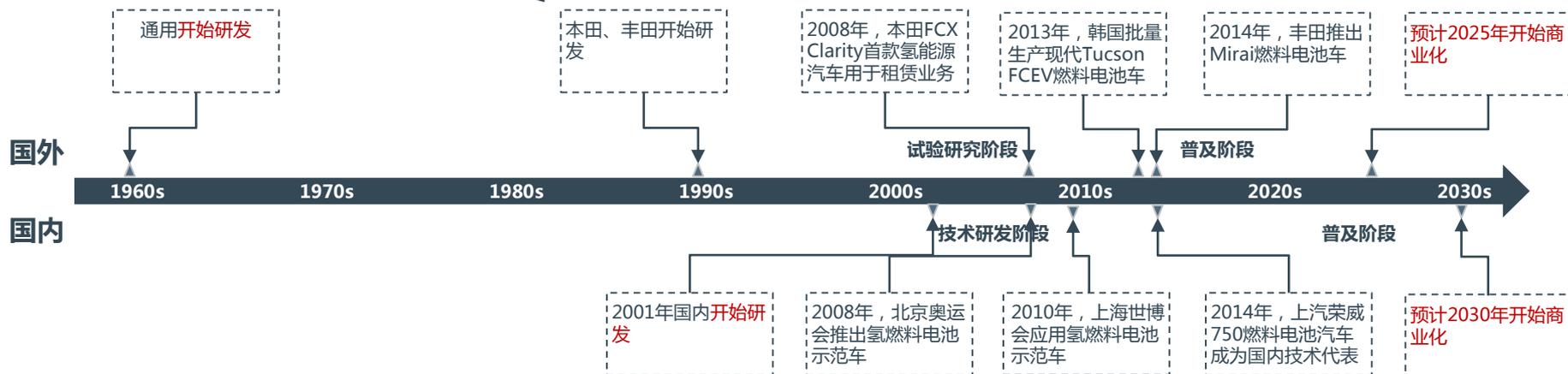
➔ 和柴油车、纯电动车相比，燃料电池车百公里使用成本最低

中国燃料电池车尚处于市场导入期，技术落后国外5-10年

1. 国内外重点车型发展阶段



2. 国内外氢燃料电池车发展阶段



整体来看，我国氢燃料汽车技术落后国外5-10年

政策助力燃料电池车加速发展（1）：战略性支持

政策类型	时间	文件名	主要内容
规划目标	2001	“863计划——电动汽车重大专项”	燃料电池汽车和纯电动、插电式混合动力车共同纳入“三横三纵”战略
	2015	《中国制造2025》	燃料电池汽车三步发展战略
	2016	《战略性新兴产业重点产品和服务指导目录》	燃料电池系统及核心零部件、燃料电池整车、站用加氢及储氢设备纳入
技术指引	2014	《“十三五”电动汽车规划》	在未来几年要攻克薄金属双极板表面改性技术、车用燃料电池耐久性技术、推进加氢站建设和燃料电池汽车示范运行等多项工作
	2016	《能源技术革命创新行动计划（2016-2030）》	基本掌握高效氢气制备、纯化、储运和加氢站等关键技术，实现氢能及燃料电池技术在动力电源、加氢站等领域的示范运行或规模化推广应用
税收减免	2011	《中华人民共和国车船税法》	燃料电池汽车免征车船税
	2014	《关于免征新能源汽车车辆购置税的公告》	2014.9.1至2017.12.31期间对购置的新能源汽车免征车辆购置税
财政补贴	2009	《节能与新能源汽车示范推广财政补助资金管理暂行办法》	对零排放纯电动和燃料电池汽车给予6万-60万不等的成本差价财政补贴
	2014	《关于新能源汽车充电设施》	符合国家技术标准且日加氢能力不少于200公斤的新建燃料电池汽车加氢站每个站奖励400万元
	2015	《战略性新兴产业重点产品和服务指导目录》	2016-2020年燃料电池乘用车补贴20万元，商用车补贴30-50万元

《中国制造2025》燃料电池汽车发展战略

发展战略	具体目标
第一：关键材料、零部件逐步实现国产化	到2020年，实现燃料电池关键材料批量化生产的质量控制和保证能力
第二：燃料电池和电堆整车性能逐步提升	到2020年，燃料电池堆寿命达到5000小时，功率密度超过2.5kw/L，整车耐久性达到15万km，续航里程500km，加氢时间3min，冷启动温度低于-30°C
第三：燃料电池汽车的运行规模进一步扩大	到2020年，生产1000辆燃料电池汽车并示范运行；制氢、加氢等配套基础设施基本完善，燃料电池汽车实现区域小规模运行



Note:

- 我国政府对燃料电池汽车的发展规划早在2001年就已经启动，2001年的“863计划——电动汽车重大专项”项目确定了“三纵三横”战略，其中“三纵”即包括纯电动、混合动力、燃料电池汽车。
- 2015年，《中国制造2025》规划纲要出台，提出了燃料电池汽车的三步发展战略
- 到2020年，达到生产1000辆燃料电池汽车并进行示范运行的目标

政策助力燃料电池车加速发展（2）：补贴不退坡

1. 2016-2020年燃料电池汽车补贴情况

车辆类型	补贴标准（万元/辆）
燃料电池乘用车	20
燃料电池轻型客车、货车	30
燃料电池大中型客车、中重型货车	50

燃料电池汽车补贴高达20-50万元/辆，足见国家政策对燃料电池汽车发展的支持力度

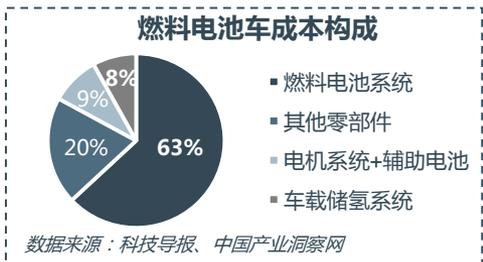
2. 2016-2019年新能源乘用车补贴标准对比

车辆类别	里程数（公里）	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
纯电动	2013-2015年 (80≤R<150)	3.5	3.325	3.15	-	-	-	-
	2016-2020年 (100≤R<150)	-	-	-	2.5	2	2	1.5
	150≤R<250	5	4.75	4.5	4.5	3.6	3.6	2.7
	R≥250	6	5.7	5.4	5.5	4.4	4.4	3.3
插电式混合动力	R≥50	3.5	3.325	3.15	3	2.4	2.4	1.8
燃料电池	-	20	19	18	20	20	20	20

纯电动汽车和插电式混合动力汽车在2016年-2019年都有不同程度的补贴退坡现象

2016年至2019年，燃料电池乘用车补贴不退坡且补贴远高于纯电动和插电式混合动力车型

目前产业链重点环节在于燃料电池系统、制氢、储氢、加氢站



重点环节——燃料电池系统、储氢瓶

- 国内外燃料电池技术差距较大
- 关键零部件技术缺乏制约国产化
- 储氢瓶工艺要求高

重点环节——制氢、加氢站

- 制氢技术不够成熟
- 国内加氢站数量稀缺

注：辅助电池系统指动力电池组加飞轮储能器，或动力电池组加超级电容器；
氢气运输不存在行业难点，因氢气长期以来在工业中游广泛应用，传统氢气运输方式可以广泛应用于燃料电池汽车产业

国内燃料电池技术尚不成熟、国内外技术水平差距大

1. 燃料电池技术目标与现状

技术指标	2015国际现状	DOE2020目标	DOE长期目标	中国制造2025目标
燃料电池系统				
功率密度 (W/L)	640	650	850	-
比功率(W/Kg)	659	650	650	-
年产50万套成本 (\$ /Kw)	53	40	30	-
寿命 (hours)	5000	5000	8000	-
无协助冷启动温度 (°C)	-30	-30	-30	≤-30
燃料电池堆				
电堆功率密度 (W/L)	3100 (丰田)	2250	2500	2500
电堆比功率(W/Kg)	2100 (日产)	2000	2000	-
年产50万套成本 (\$ /Kw)	26	20	15	-
耐久性 (hours)	3900	5000	8000	5000

注：DOE指美国能源部

数据来源：美国能源部《Multi-Year Research, Development, and Demonstration Plan 2016》，《中国制造2025》，SMM

- 国外关键技术指标已基本接近或超过目标值
- 中国部分关键技术尚缺乏明确建设目标

2. 国内外燃料电池车关键指标对比

代表车型	功率密度(kW/L)	续航里程(km)	冷启动温度(°C)	储氢量(kg)
国外 (日本：丰田Mirai)	3.1	>500	-37	5.0
国外 (德国：戴姆勒F125)	-	1000	-25	7.5
国内 (荣威950 Fuel Cell)	<1	400	-20	4.18

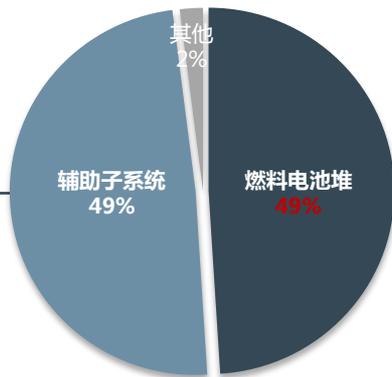
数据来源：电动汽车时代网，电动邦，SMM

- 我国代表燃料电池汽车产品和国外产品相比，关键技术如功率密度、续航里程、冷启动温度和储氢量皆处于明显落后水平

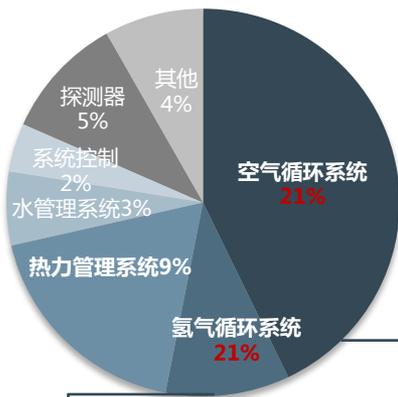
关键部件技术缺乏制约国产燃料电池产业化

- 燃料电池堆、空气循环系统和氢气循环系统占据燃料电池系统大部分成本，然而目前国内尚缺乏此类关键技术

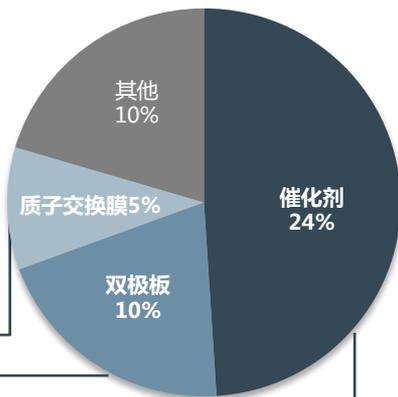
燃料电池系统成本构成



辅助子系统成本构成



燃料电池堆成本构成



质子交换膜：

- 目前技术：全氟磺酸型膜
- 技术目标：复合膜、高温膜、碱性膜
- 国内情况：基本实现目前技术的产业化

氢气循环系统：

- 国外已有投入使用的氢循环装置
- 国内目前仍处于开发阶段，尚无成熟产品

空气循环系统：

- 目前技术：工业压缩机
- 技术目标：涡轮空气压缩机、螺杆空气压缩机
- 国内情况：技术壁垒高，核心技术掌握在国外企业

双极板：

- 目前技术：石墨双极板
- 技术目标：金属双极板
- 国内情况：有石墨双极板供应商，但无成熟的金属双极板量产产品，尚处研发阶段

催化剂：

- 目前技术：Pt/C载体型催化剂，铂资源稀缺、昂贵
- 技术目标：超低铂或无铂
- 国内情况：仅少数厂家具备小规模生产能力，成本高昂

注：Pt/C载体型催化剂是PEMFC最常用的催化剂，由纳米级的Pt颗粒（3~5nm）和支撑这些Pt颗粒的大比表面积活性炭构成

制氢工艺处于产业探索阶段，有望进一步降低使用成本

- 氢气作为燃料电池原料是产业链中的重要一环，而自然界中单质氢气相当少见，制氢技术需要考虑环境、经济、实用等因素

技术现状

技术目标

1 短期内

工艺路线	氢气成本	适合规模
天然气转化 (含炼厂气)	0.8-1.5元/Nm ³	200-20×10 ⁴
石脑油转化 (含液化气)	0.7-1.6元/Nm ³	500-20×10 ⁴
煤炭气化 (含焦炭)	0.6-1.2元/Nm ³	1000-20×10 ⁴
液氨裂解	2.0-2.5元/Nm ³	10-200
甲醇裂解	1.8-2.5元/Nm ³	50-500
水电解	3.0-4.0元/Nm ³	10-200

成本较低、应用广泛、产生一定污染物

成本较高、技术成熟、最环保

数据来源：银河证券

- 另外，合成氨、合成甲醇、石油炼制等工业过程中，氢气作为一种**副产品**可以被生产和分离出来
- 以用户常规燃料成本来测算，**氢气成本或低于汽油**。按日本石油发布的液化氢价格，丰田Mirai一次加满5kg氢气罐需5000日元，约合人民币298元。按续航650km测算，**每公里价格低于0.5元**，而常规2.0T汽油车每公里约花费0.7-0.8元。若未来制氢成本进一步降低，燃料电池车给用户带来的边际成本改善将更加明显，行业发展有机会加速

注：Nm³指标标准立方米，是在0摄氏度1个标准大气压下的气体体积单位

2 中期

- 技术趋势**：从中期来看，制氢技术主要基于可再生资源如**生物质制氢**。生物质资源丰富，是重要的**可再生能源**，生物质可通过气化和微生物进行制氢
- 技术难点**：生物质气化技术虽然已经日趋成熟但是还存在不少问题，其中最突出的两大难点问题就是**生物质原料质量密度和能量密度低**，以及**生物质气化后焦油含量高**

3 长期

- 技术趋势**：长期来看，**以太阳能为基础的零排放制氢技术**将成为可能。目前这种技术的转化率还比较低，但是已经被日本厂商用作太阳能加氢站，作为临时性和补充性的一种氢燃料补给方式存在
- 技术难点**：目前**太阳能制氢技术的转化率较低**，研究重点在于光催化基本理论以及高效、低成本、长寿命光催化材料的合成

储氢瓶工艺仍有较大提升空间

- 储氢瓶是车辆续航里程的决定因素，70Mpa高压储氢瓶是行业趋势

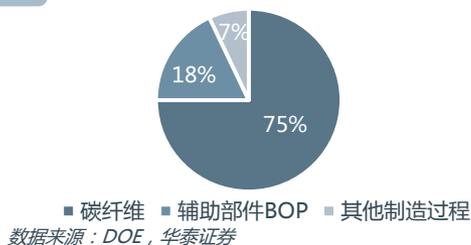
储氢技术比较

	高压气态储氢	液态储氢	储氢材料储氢	
			Ti系储氢合金	碳纳米管
安全性	低	低	较高	
能源综合利用效率	低	较低	高	
单位质量储氢量/%	-	-	2	4
单位体积储氢量 (kg/m ³)	31.5	71	61	160
单位质量能量密度 (kWh/kg)	-	-	0.8	5.53
单位体积能量密度 (kWh/L)	1.24	2.8	2.4	6.32
优缺点	简单方便，但压力大有危险性	储运效率高，但能耗大	安全性好、运输方便，但成本较高	

➔ 目前运用在燃料电池车的主流技术

技术现状

1 储氢瓶成本构成



2 国际先进水平

- 70MPa储氢瓶的技术已比较成熟，在已经或即将量产的车型上搭载的大多数是70MPa储氢罐
- 现代ix35、丰田Mirai、本田Clarity等，这些车型的续航里程均超过500km

3 国内技术现状

- 国内基本掌握关键技术，但离产业化仍有距离，正积极开发
- 目前已开发出车载70MPa储氢瓶样机，上汽集团也表示基本掌握了70MPa高压储氢和加注系统关键技术，但产品化开发方面仍存在诸多问题，如低成本产业化制备工艺研究、关键材料研究等。关键阀门的开发方面，目前尚未组织立项，关键阀门、传感器还依赖进口

技术趋势

1 储氢瓶需具备高储氢效率和安全性

- 储氢效率**：目前储氢罐多采用碳纤维材料，占整个储氢瓶成本的75%，重量的60~70%。**减少碳纤维用量，及降低碳纤维单位成本**是未来国内外的重点研发目标
- 安全性**：要求储氢瓶采用致密度高的涂料或金属镀层，提高密封性，减少氢气外漏
- 趋势**：70MPa储氢瓶满足DOE 5.5%质量密度的要求，续航里程可达500km，是发展主流趋势

2 车载储氢装置技术目标

指标	单位	2020年	最终
质量储氢密度	kWh/kg	1.8	2.5
	kg H ₂ /kg system	5.5%	7.5%
体积储氢密度	kWh/L	1.3	2.3
	kg H ₂ /L system	0.04	0.07
单位造价	\$/kWh net	10	8
	\$/kg H ₂ stored	333	266

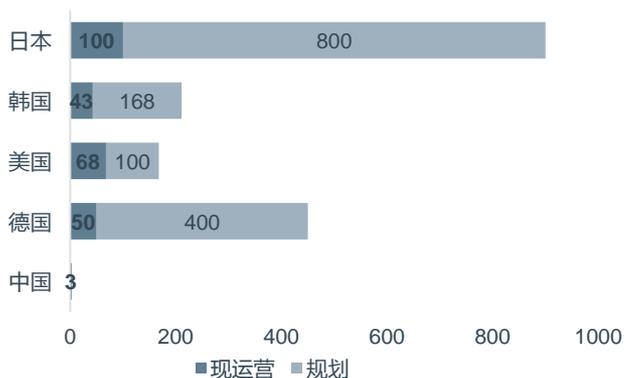
数据来源：美国能源局 (DOE) 2015年5月发布

国内加氢站稀缺、核心设备依赖进口

- 2014年11月财政部、科技部、工信部、发改委公布了《关于新能源汽车充电设施建设奖励的通知》，指出对符合国家技术标准且日加氢能力不少于200kg的**新建燃料电池汽车加氢站每个站奖励400万元（政策执行期限2013~2015年）**

国内外加氢站数量对比

主要国家加氢站现运营与规划数量（座）

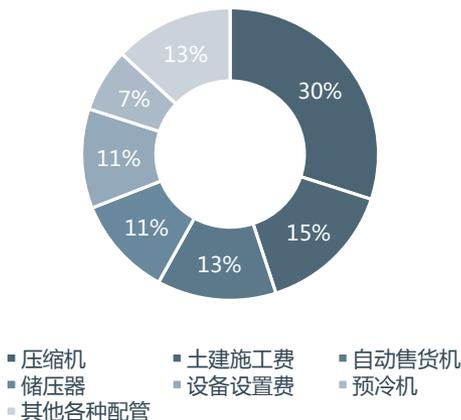


数据来源：SMM

- 目前，日本、美国和欧洲等已制定了燃料电池车推广及加氢站基础设施建设的发展战略，但中国国内**现有加氢站数量稀少**，仅北京、上海、郑州三处，且**均处示范状态**，且**尚无政府明确建设规划**

成本分析

加氢站成本构成



数据来源：广发证券、SMM，2016年7月

- 加氢站目前建设模式**
 - 直接建设**，花费可达400万美元以上
 - 加油站改造**，添加加氢泵，成本在200万美元以下
 - 移动式加氢站**，成本为直接建设的50%
- 由于**投资成本高**，目前来看，**政府和车企是加氢站建设的主体**，政府补贴的幅度均超过50%

技术分析

主流技术路线

- 站内制氢技术**
 - 电解水制氢**：技术已非常成熟，采用高度集成的整体壳式设备，十分便于安装，提高自动化程度，减少设备占用空间
 - 天然气重整制氢**制氢成本低，初始投资大，会产生污染物，广泛用于**化工行业**
- 外供氢技术**，氢气来自于**工业的副产氢气**

国内外对比

- 国外：**
 - 欧美日已经**完全掌握**加氢站系统**三大核心**设备氢气压缩机、高压储氢罐、氢气加注机的制造技术
 - 欧洲大多采用**电解水制氢技术**
- 国内：**
 - 加氢站设备**大多依靠进口**，导致成本居高不下，目前**科技部正在支持建设**一个完全自主研发装备的加氢站
 - 上海**加氢站氢气主要来自于工业副产氢，而**北京**的氢气来源比较广泛：管道氢气、现场天然气重整**电解水制氢**

1	燃料电池	5
2	燃料电池车	8
3	案例示范	20
4	产业机会探索	25

国外代表：丰田

燃料电池汽车
发展历程

代表产品

- 丰田Mirai (2014年12月15日首发)
- 在日售价：670万日元，政府补贴200万日元
 - 燃料储存方式：一大一小两个储氢罐，容量122.4升，可容纳约5公斤氢气，并采用三层结构高压储氢罐
 - 燃料电池最大输出功率：114Kw
 - 加氢时间：3分钟
 - 续航里程：650km
 - 最高时速：>160km/h
 - 百公里加速：9s
 - 产量计划：700辆(2015)→2000辆(2016)→3000辆(2017)



技术

- 丰田放弃在纯电动领域的布局，着力发展混合动力和燃料电池汽车，因其认为锂电池难有较大提高，在不影响汽车载重情况下，纯电动车续航里程问题难以取得较大突破
- 力求通过改进铂金材料的镀层技术来降低氢燃料电池的铂金使用量，以此降低燃料电池汽车系统造价
- 对于按照高压储氢罐的全球技术规则，丰田采用含有膨胀石墨的耐火聚氨酯板来保护吸收下落冲击的耐冲击聚氨酯护板的方法确保耐火性能

加氢解决方案

- 2015年7月，丰田响应政府号召，与本田、日产两家车企联手投资60亿日元用于扶持加氢站项目。每个加氢站的计划建设成本约为500万美元，其中50%建设费用由政府补贴，30%由此三家车企承担
- 2015年12月，丰田公司与Air Products公司合作，在加州新建设的加氢站建成前，以移动加氢车方式提供氢气燃料。每车可满足30多辆车的加氢需求，每次可为Mirai加注半罐氢气



移动加氢车

上游合作方

- 燃料电池组件：丰田纺织株式会社工厂
- 车辆组装工序：丰田市元町工场

注：氢燃料电池汽车谅解备忘录：2012年10月，丰田、本田、日产及现代在丹麦哥本哈根与北欧组织签署的，计划于2014年至2017年期间向挪威、瑞典、冰岛及丹麦等北欧国家引入燃料电池电动车，同时建立加氢站等基础设施，合作推广氢燃料电池汽车

三层结构高压储氢罐：储氢罐内层密封氢气的树脂衬里，中层确保耐压强度的碳纤维增强树脂层，表层保护表面的玻璃纤维增强树脂层

国内代表（1）：国内燃料电池车先行者——上汽集团

<h2>燃料电池汽车发展历程</h2>	<p>第一代燃料电池车“凤凰一号”诞生</p>	<p>与同济大学共同开发20辆燃料电池汽车作为北京奥运会赛时公用车</p>	<p>确定新能源汽车整体技术路径，中长期打造燃料电池汽车</p>	<p>为上海世博会提供40多辆氢燃料电池汽车作为公用车辆</p>	<p>上汽集团氢燃料电池车在米其林必比登挑战赛上取得6A好成绩</p>	<p>2015年国内仅上汽生产10辆燃料电池车。荣威950 Fuel Cell可小批量生产</p>						
		2001年	→	2008年	→	2009年	→	2010年	→	2011年	→	2015年
<h2>代表产品</h2>	<p>荣威950 Fuel Cell（2014年4月20日北京车展首发）</p> <ul style="list-style-type: none"> 动力方式：动力蓄电池和氢燃料电池双动力系统 燃料电池系统：质子交换膜燃料电池 整车续航里程：400km 燃料存储方式：两个耐压能力为70MPa的储氢罐，储容量为4.18公斤 											
<h2>技术</h2>	<ul style="list-style-type: none"> 插电式燃料电池的技术路径：与电动汽车相结合，燃料电池堆配合一个大的电驱动发动机，如此能够保证在一个较低的成本范围内。这是一条适合上汽发展的路径，不跟随特斯拉、丰田、通用，结合所长与中国环境，打造最适合市场的产品 在技术先进性、安全性、耐久性等方面，上汽的燃料电池车已经具备市场化能力，技术的关注重点为安全性 											
<h2>加氢解决方案</h2>	<ul style="list-style-type: none"> 2011年，上汽在世博园内建起全国最大的加氢站，因规划原因已于2011年拆除 2015年1月，上汽集团与法国液化空气集团在人民大会堂签署谅解备忘录，双方计划在氢站规划建设研究、氢站标准制定、氢燃料电池汽车推广等业务领域开展更紧密的合作 											
<h2>上游合作方</h2>	<ul style="list-style-type: none"> 荣威950 Fuel Cell动力电池：采用811所研制的磷酸铁锂电池，燃料电池系统则由上汽与大连新源动力合作开发 荣威950 Fuel Cell搭载空压机：广东广顺新能源动力科技有限公司所产的APM140/90W型号空压机 											

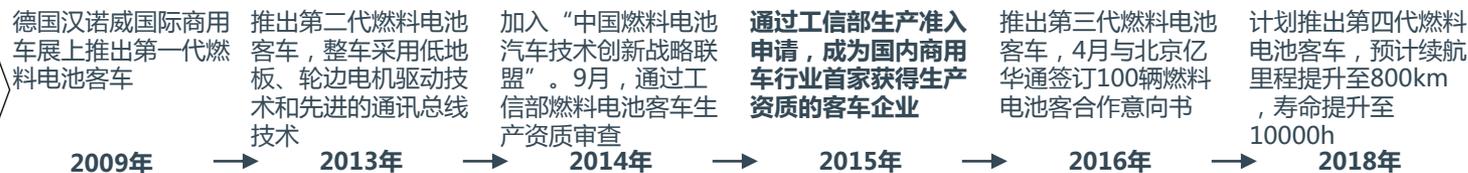
注：米其林必比登挑战赛：“全球交通可持续性发展的峰会”，以清洁、安全、便利、连接畅通和经济适用的移动性为目标的创新性“思想与行动”智库

811所：中国航天科技集团公司第八研究院（上海航天技术研究院）所属的811所

大连新源动力：燃料电池企业，上汽集团持股34%，业务范围包括质子交换膜燃料电池发动机系统关键材料、关键部件、整堆系统

国内代表（2）：首个燃料电池客车生产资质获得者——宇通

燃料电池汽车发展历程



代表产品

宇通第三代燃料电池客车ZK6125FCEVG2

- 首发时间：2016年5月23日
- **40km/h续航里程：>600KM**
- 储氢系统：35MPa铝内胆 碳纤维全缠绕
- 燃料电池系统：主动力、常压、免增湿，可-40℃保存
- **加氢时间：10分钟**
- 综合成本：下降50%
- **寿命：5000h**
- 电池管理技术：睿控3.0



技术

- 宇通新能源客车均采用最新升级的睿控3.0技术、动力电池管理技术，并配合保温、散热等功能的内外箱结构及综合热管理系统，有效将电池舱体温度控制在15℃~35℃之间，达到26℃左右的适宜工作状态
- 宇通客车采用高效动力系统技术，设计发明了五合一集成控制器，高压节点减少55%，体积减少63%，有效降低故障率

加氢解决方案

- **宇通于2015年在郑州建成了国内第三座加氢站**
- 其加氢站可满足10辆氢燃料电池客车的加氢需求，**日加氢能力达到了250公斤**，具备了燃料电池汽车的运行保障能力，可满足氢燃料电池车示范运行的需求

上游合作方

- **燃料电池系统供应商：大连新源动力股份有限公司**
- **锂电池系统供应商：钛酸锂蓄电池/郑州宇通客车**

注：亿华通：我国氢燃料电池新能源汽车行业领先的核心产品供应商

睿控3.0技术：睿控技术是宇通客车独有新能源技术

国内代表（3）：首个签订全球最大批量氢燃料电动客车订单者——北汽福田

<h3>燃料电池汽车发展历程</h3>	<p>与清华大学、亿华通承接国家863计划氢燃料电动客车的研发</p> <p>完成北京奥运会男女马拉松比赛的服务用车任务并在北京801路区间完成一年示范运营</p> <p>再次携手亿华通共同研发氢燃料电动物流车</p> <p>生产出5辆第二代12米氢燃料电动客车，具备商业化运营的基础条件</p> <p>接到有车（北京）新能源汽车租赁有限公司100辆燃料电池汽车订单</p> <p>2006年 → 2008年 → 2013年 → 2014年 → 2016年</p>
<h3>代表产品</h3>	<p>欧辉BJ6852</p> <ul style="list-style-type: none"> 首发时间：2016年4月 长度：8.5米 续航里程：250~500km（可灵活组合模块） 单个电池模块可提供续航里程：50~60公里 <ul style="list-style-type: none"> 应用情况：2016年5月接到有车（北京）新能源汽车租赁有限公司100辆订单，预计2016年底前交付60辆，2017年底前交付40辆 
<h3>三个“第一”</h3>	<ul style="list-style-type: none"> 第一个签订全球最大批量氢燃料电动客车订单 第一个实现国家863计划重点项目闭环项目，完成氢燃料电动客车研发制造 第一个全球范围内真正实现氢燃料电动客车产业化、商业化开发运营
<h3>技术</h3>	<ul style="list-style-type: none"> 2006年，北汽福田与清华大学、亿华通承接国家863计划氢燃料电动客车研发项目中，清华大学与亿华通主要负责研发氢燃料电池系统和车载供氢系统，福田汽车负责提供整车制造技术 福田专注对氢燃料电池基础的研发，其欧辉氢燃料电池客车的续驶里程已达600~700km，几乎赶上传统柴油车的水平 成立欧辉、欧马可氢燃料电动汽车生产基地，形成氢燃料电动客车研发、制造、燃料供给等各环节的完整产业链
<h3>上游合作方</h3>	<ul style="list-style-type: none"> 燃料电池系统供应商：北京亿华通科技有限公司 锂电池系统供应商：钛酸锂蓄电池/北京科易动力

注：863计划即国家高技术研究发展计划，于1986年3月提出
欧辉、欧马可可是福田汽车旗下的汽车产品品牌

1	燃料电池	5
2	燃料电池车	8
3	案例示范	20
4	产业机会探索	25

产业链重点环节

燃料电池系统（关键技术环节，占整车成本63%）

1. 燃料电池堆

- 质子交换膜：全氟磺酸型膜已实现产业化
- 双极板：石墨双极板技术国内相对成熟，金属双极板是行业趋势
- 催化剂：目前对铂依赖严重、成本甚高，国内有小规模生产，超低铂或无铂是研发重点方向

2. 空气循环系统

- 空压机主流技术是螺杆压缩机和涡旋压缩机，国内尚无成熟产品

3. 氢循环装置

- 国外已有投入使用产品，但国内仍处于开发阶段

1. 国内加氢站数量稀缺、核心设备依赖进口

- 2. 由于投资成本高，目前来看，政府和车企是加氢站建设的主体，政府补贴的幅度均超过50%

加氢站（核心配套）

制氢（燃料来源）

- 1. 国内天然气重整制氢制氢成本低，初始投资大，会产生污染物，应用较为广泛
- 2. 电解水制氢技术已非常成熟，为最环保的制氢方式，但成本较高

1. 高压气态储氢瓶是目前运用在燃料电池车的主流技术

- 2. 国内基本掌握35Mpa储氢瓶制造技术，70Mpa储氢瓶是行业趋势

储氢瓶（关乎续航里程和安全性）

氢燃料电池车

投资标的推荐

1. 建议关注燃料电池技术企业：

- **新源动力**：成立于2001年4月，中国第一家致力于燃料电池产业化的股份制企业，技术涵盖质子交换膜燃料电池关键材料、关键部件、整堆系统各个层面
- **上海神力**：成立于1998年6月，专门从事质子交换膜燃料电池产品的研发与产业化的高科技民营企业
- 整车厂商如**上汽**也为自主品牌的汽车研发生产燃料电池系统

2. 建议关注燃料电池核心部件供应商：

- **雪人股份**：控股的瑞典公司OPCON拥有空气循环系统涡轮和螺杆压缩机两大主流技术路线
- **京城股份**：拥有70MPa车载储氢瓶工艺

3. 建议关注加氢站领域技术企业：

- **厚普股份**：天然气设备制造商，已成功研发氢气加注装置并已进入产品测试阶段
- **富瑞特装**：公司已进行氢能应用装备方面的技术开发，拥有电解水制氢技术和装备

上海有色网是国内有色金属、钢铁及高性能材料行业领先的市场研究和咨询公司，旨在协助国内外客户提供专业的调研、分析、策略及管理建议。

我们的研究团队由拥有丰富行业经验的专家及优秀咨询管理人员组成。研究项目涵盖整个有色金属、钢铁及高性能材料产业链。研究方法科学严谨，创立至今已获得国内外专业客户一致认可。

如果您需要详细了解我们的服务与产品，请联系

叶宏
董事总经理

+86-138 1890 1855

+86-21-5166 6861

Nicholas.Ye@smm.cn

上海市浦东新区峨山路91弄20号陆家嘴软件园9号楼南区7层
www.smm.cn

SMM
Shanghai Metals Market