

# 燃料电池 产业回顾

## 2019

## 致谢

我们非常感谢燃料电池行业中许多个人和公司为《2019年燃料电池产业回顾》的编制提供信息和帮助。2019年燃料电池产业回顾是基于截至2019年11月的信息。

此报告中文版本由E4tech联合TrendBank势银进行翻译。TrendBank势银是一家总部位于中国的氢能与燃料电池研究顾问公司。可访问[www.trendbank.com](http://www.trendbank.com)了解更多详情。

## 版权与声明

《2019年燃料电池产业回顾》版权归E4tech所有。本出版物的材料可以在未经事先许可的情况下转载，但E4tech必须被确认为其来源和链接 [www.FuelCellIndustryReview.com](http://www.FuelCellIndustryReview.com)。

E4tech尽力确保本报告中包含的信息和材料的准确性，但不保证任何特定用途的准确性、完整性或适用性。E4tech不对用户依赖本报告中包含的信息和材料所作出的决策承担任何责任，这些信息和材料的使用的风险明确地由使用者承担。具体地，本报告及本报告中的信息和材料不是，也不应被解释为，要约购买或出售或招揽要约购买或出售，任何受监管的产品、证券或投资，或就购买作出任何建议或提供任何投资或其他意见，出售或以其他方式处置任何受监管的产品、证券或投资，包括但不限于就任何相关交易是否适合或适合准投资者的任何投资目标或财务状况提供的任何建议。投资任何受监管的产品、证券或投资的决定不应依赖于本报告中的任何信息或材料。在作出任何投资决定前，准投资者应咨询其财务、法律、税务及会计顾问的意见，并考虑其个别的财务需要及情况，审慎考虑与该投资决定有关的风险。本报告亦不应被解释为作为任何受监管产品、证券或投资的保荐人、提倡者、背书人或促进者。如有疑问，请遵循英文版本。

## 缩略语表

AFC – 碱性燃料电池

APU – 辅助动力单元

BEV – 电池电动汽车

BMVI – 德国联邦交通和数字基础设施部

BMW – 宝马汽车

CARB – 加州空气资源委员会

CHEM – 台湾中兴电工

CHP – 热电联产

CT – 美国康涅狄格州

DMFC – 直接甲醇燃料电池

DoD – 美国国防部

DoE – 美国能源部

EFOY – Energy For You (SFC公司燃料电池产品)

FC – 燃料电池

FCE – FuelCell能源(USA)公司

FCEB – 燃料电池电动巴士

FCEV – 燃料电池汽车

FCH JU – Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking (EU)

FCT – Fuel Cell Today

GE – 通用电气

GM – 通用汽车

GW – 吉瓦

H2SS – 混合储能系统

HRS – 加氢站

HyPER – Hydrogen-Paired电动赛车

ICE – 内燃机

IE – Intelligent Energy公司

IPO – 首次公开发行

IP – 知识产权

JIVE – 欧洲氢燃料汽车联合倡议

JMC – 江铃汽车有限公司

JP-8 – 煤油(军事等级)

JV – 合资企业

KEPCO – 韩国电力公司

kFW 433 – 德国国家微型热电联产项目

kl, 千瓦

LGFCs – LG 燃料电池系统

LNG – 液化天然气

MCFC – 熔融碳酸盐燃料电池

MEA – 膜电极

MHPS – 三菱日立动力系统公司

MoU – 谅解备忘录

MW – 兆瓦

NREL – 国家可再生能源实验室(科罗拉多州戈尔登)

OEM – 原始设备制造商

OLEV – 低排放车辆办公室

PACE – 通往竞争优势的欧洲FC热电联产市场的道路项目

PAFC – 磷酸燃料电池

PBI – 聚苯并咪唑(HT膜)

PCB – 印刷电路板

PEM(FC) – 聚合物电解质膜(燃料电池)

POSCO – (原浦项钢铁公司), 一家韩国钢铁制造公司

PPA – 电力购买协议

PSA – 标志雪铁龙汽车公司

PV – 光伏

R&D – 研发

RoW – 世界其他地区

SBCTA – 圣贝纳迪诺县交通管理局

SAIC – 上海汽车公司

SoCalGas – 南加州天然气公司

SOFC – 固体氧化物燃料电池

SPC – SPC燃料电池公司(斗山子公司)

STEP – 巴黎电力出租车公司

SUV – 运动型多功能车

UAV – 无人驾驶飞行器

UGV – 无人地面车辆

UPS – 不间断电源

VDMA – 德国机械工程工业协会

W – 瓦

ZANZEFF – 零排放和近零排放货运基础设施

12月2019

# 目录

致谢	2
吉瓦的一年	4
关于此报告	5
2019年你怎么样?	7
企业发展	9
汽车	11
氢能基础设施：虽小但在增长	14
燃料电池巴士—真实的吗?	16
按地区的出货量	19
日益商业化的车辆	21
按应用的出货量	24
火车	26
物料搬运与叉车	28
轮船	29
按燃料电池种类的出货量	31
固定式燃料电池系统	33
远程，便携式和军用选项	40
如何了解中国?	43
展望2020	45
数据表	46
注解	48
关于E4tech和作者	49
需要帮助吗?	50
图片来源	51

# 吉瓦的一年

2019年是燃料电池在多个方面具有里程碑意义的一年。燃料电池行业终于出货超过1GW的燃料电池—实际上大约是1.1GW—这证明了供应链的能力越来越强。大型企业押下了合理的赌注，他们认为燃料电池将成为未来能源系统结构的一部分。一些企业将较小的纯业务实体整体吞下，而另一些企业则为多个应用和解决方案选择多个合作伙伴的路径。

从数量上看，全球台套出货量仅比2018年略有增长，目前仍接近7万台套。一个更重要的指标是以兆瓦为单位的出货量。这与燃料电池的生产的地域有关，与地区产业的销售和制造能力有关，也与成本有关。更多的出货量意味着更低的单位成本。根据我们对2019年的初步数据(包括对最后一个季度的预测)，出货量从2018年的800MW增长了40%，超过1100MW。

韩国提高了产量，推出了氢燃料路线图、大量的固定式发电和比其他国家更多的汽车，并为许多其他行业设定了雄心勃勃的目标。尽管加州的加氢站比日本和德国都少，但它在道路上行驶的汽车数量仍然领先。而且丰田的汽车产量仍然是世界第一。

在所有这些活动中，我们看到许多基本因素已经就位。供应链正在进行投资—Umicore在韩国的新工厂为现代提供催化剂就是一个很好的例子。康明斯(Cummins)、博世(Bosch)、CNH等公司的各种收购和投资，也指向了重型燃料电池应用，一个一两年前就开始的趋势。两列火车已经运行了一年，还有几十列正在订购中，这意味着将增加更多的制造能力。

巴士也应在向前推进。虽然中国上路的巴士比我们预期的要少，但随着基础设施和汽车生产开始同步，它们应该很快就会出现。

但在韩国，它们正在上路，欧洲也在跟进H2Bus的各项方案—计划生产1000辆燃料电池巴士，其价格与几乎所有其它选择相比都具有竞争力。

固定式领域也有发展的迹象。为了制造更大规模的多千瓦的“商用”燃料电池，业界已经投入了大量的精力，这些电池可以在次千瓦的Ene-Farm系统和大公司提供的数百千瓦—甚至是兆瓦—之间的缝隙市场中占有一席之地。至少在亚洲和欧洲，这些新的装机应该会越来越多。

燃料电池技术的价值开始引起政府官员的注意，他们希望在能源转型中，尤其是汽车行业的变革大潮中，保障就业和保护经济。金融投资正在回归。成本正在下降，如果这种势头持续下去，成本还将进一步下降。

## 一切听起来都很好，但是...

燃料电池的出货数量中的三分之二来自丰田和现代这两家公司。其它制造商主要谈论的是BEV—本田(Honda)及在某种程度上包括戴姆勒(Daimler)是个光荣的例外—，他们通过削减成本及裁员以支付这些费用。由于电池的局限性，卡车显然是一个很有吸引力的燃料电池应用，但目前运行的很少。为一个现金匮乏和保守的行业提供解决方案将需要性能和可靠性的真实证明，或者非常强有力的政策措施。

因此，我们希望2020年能带来两件事:通过投资和大型企业参与进一步巩固供应链，以及更多的燃料电池设备在一系列应用中持续运营。然后，到2020年底，我们将有更多的证据来证明什么是有效的。



# 关于此报告

## 应用

为了便于进行年度数据比较，我们根据FCT定义的出货数据进行分类。就应用而言，这些类别分别为便携式、固定式及交通运输，定义如下：

应用类别	便携式	固定式	交通运输
定义	内置的或可充电的可移动的产品，包括小型辅助动力装置(APU)	提供电力(有时也提供热能)但不设计为移动装置	为车辆提供推进动力或增加里程的装置
典型功率范围	1 W to 20 kW	0.5 kW to 2 MW	1 kW to 300 kW
典型技术	PEMFC DMFC SOFC	PEMFC MCFC AFC SOFC PAFC	PEMFC (DMFC) (SOFC)
案例	<ul style="list-style-type: none"><li>• 小的“移动”APU (露营车, 游船, 照明)</li><li>• 军事应用(便携式军用电源、橇装发电机)</li><li>• 便携式产品(手电筒、电池充电器)、小型电子产品(mp3播放器、照相机)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 固定式大功率及热电联产系统</li><li>• 小型固定式微热电联产系统</li><li>• 不间断电源(UPS)</li><li>• 更大的“永久”APU (例如卡车和轮船)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 物料搬运车辆</li><li>• 燃料电池电动汽车(FCEV)</li><li>• 卡车和巴士</li><li>• 轨道交通车辆</li><li>• 自动驾驶车辆(空用、陆用或水用)</li></ul>

便携式燃料电池包括那些设计或能够移动的，包括小型辅助动力单元(APU)；固定式动力燃料电池是为“固定”位置提供动力的单元，这包括卡车和大型船舶上的APU；交通运输燃料电池为车辆提供初级推进或里程扩展能力。

## 燃料电池类型

出货中的燃料电池的类别有六种主要类型：质子交换膜燃料电池(PEMFC)、直接甲醇燃料电池(DMFC)、磷酸燃料电池(PAFC)、熔融碳酸盐燃料电池(MCFC)、固体氧化物燃料电池(SOFC)和碱性燃料电池(AFC)。高温质子交换膜燃料电池和低温质子交换膜燃料电池一起标注为质子交换膜燃料电池。

这六种主要类型的燃料电池的解释可以在FCT网站上找到

<http://www.fuelcelltoday.com/technologies>

## 地理区域

我们维持FCT燃料电池应用的四个主要地理区域：亚洲、欧洲、北美和世界其他地区 (RoW)。

- 世界其他地区
- 亚洲
- 北美
- 欧洲



## 出货数据报告

E4tech发表这篇报告已经有六年了。回溯到2015年的数据表可以在这篇综述的后面找到。2018年以前的报告包括了Fuel Cell Today从2012起统计的历史信息。数据根据年度系统出货量和系统的总功率(以兆瓦MW为单位)列出，按应用、地区和燃料电池类型划分如下所述。

出货量四舍五入到最近的100个单位，而兆瓦则四舍五入到最近的0.1兆瓦。在引用额定功率时，除非另有说明，这些是指电力输出。一般情况下，我们使用系统的额定功率，而不是峰值功率。交通运输领域除外，由于持续功率很大程度上取决于系统设计和如何使用，我们报告了这些机组的峰值功率。

报告的数字指的是最终制造商的出货量，通常是系统集成商。在交通运输领域，我们计算从工厂出来的车辆。这是因为特定年份的电堆或模块的出货量可能与同一时间段内的最终机组(如车辆)的出货量有显著差异。我们使用电堆和模块装运数据来帮助我们检查每一年的数据。我们数据中的区域划分是指采用燃料电池的国家，换句话说，是指燃料电池产品被运往的国家，而不是指燃料电池产品被制造的国家。在可能的情况下，我们不包括玩具和教学用具的发货。

## 数据来源和研究方法

为了撰写这份报告，我们与全球100多家公司进行了直接的口头或书面联系。有的公司还没有出货或只有小批量测试，但那些已有出货的公司有很小部分拒绝给我们原始数据。

除了与其他供应链各方讨论，对于那些缺失的数据，也同时为了核对我们直接得到的数据，我们收集并参照公开的数据来源如公司报表、法定报告、新闻稿、示范和推广项目。我们不计算现有应用中的替换电堆，在可能的情况下，我们也不计算库存，只计算交付给用户的系统。

我们的数据是基于2019年1月至9月底的公司数据，极少数情况下是基于2019年10月。在剩余期间，我们使用个别公司与我们共享的预测，或我们与行业讨论时准备的预测。我们将在2020年的版本中适当修改2019年的数据。我们在这份报告中修订了2018年的数据：与我们发布的2018年预测相比，台套数量减少了约8%，兆瓦数量增加了0.3%。主要的变化是，在2018年最终数据公布后，日本的Ene-Farm微型CHP数量低于原本的预测。

我们感谢所有对我们的数据和澄清要求作出回应的公司。如果贵公司已在发货(或计划发货)燃料电池系统，而我们还没与您联系，请联系我们，以便为未来的报告进一步提高覆盖率。

# 2019年你怎么样?

燃料电池行业最终达到了10亿瓦特的出货量——实际上超出了这个数字10%。在某种程度上，这是一个很小的数字，一个合理规模的核电站就很容易相匹配，但从心理上来说，这是一个巨大的成就。

行业也显示出越来越强的势头，与2018年相比上升了40%。这一比例可能还会更高，如果中国能如期交付燃料电池，且FuelCell Energy没有经历一段困难时期。这些被压抑的需求应该会在2020年的数据中体现出来。

然而，燃料电池行业仍是狭小艰难的，丰田(Toyota)和现代(Hyundai)几乎垄断了汽车销售，Plug Power垄断物料搬运设备，松下(Panasonic)和爱信(Aisin)垄断小型热电联产系统。Bloom Energy、Doosan和FuelCell Energy则负责大型的机组。但是上游供应链加强了，大公司也加入了。康明斯做了几笔投资，包括收购了历史悠久的“纯”玩家之一Hydrogenics公司。现代在许多地方和区域建立了合作关系，并在年销量上超过丰田。这两家公司都在努力最大限度地利用各自的电堆和系统，为其他公司提供运输甚至固定设备。

全世界对氢的兴趣持续增长。如今，这已成为世界经济论坛、世界能源理事会和20国集团之间讨论的一个话题。虽然大部分讨论都与燃料电池无关，但在燃料电池中使用氢的逻辑还是令人信服的。斗山燃料电池(Doosan Fuel Cell)和Ceres Power等公司对此做出了回应，加入了东芝(Toshiba)和松下(Panasonic)的行列，提供纯氢燃料，而不仅仅是天然气燃料。Bloom Energy也在测试纯氢。

气候变化的驱动因素仍然很重要，但空气质量现在已经被提上了日程。越来越多的证据表明，城市污染导致的死亡人数远超此前的想象，并显著降低了其他人的生活质量，零排放区是一个容易的政策反应。因此，燃料电池巴士在欧洲的兴起是完全合乎逻辑的，而且雄心勃勃的欧洲H2Bus项目的启动也强化了这一信念。人们对燃料电池商用车(从增程电池车到44吨卡车)的热情高涨，也可以用这种方式来解释——电池当然也有助于清洁运输，但随着应用范围的扩大和行驶距离的延长，电池重量、成本和充电时间都将成为不利因素。因此，该领域800磅的大猩猩(译者注：对巨头的一种比喻)现在包括康明斯，联合了潍柴和依维柯。在规模更小、可能也更灵活的一端是尼古拉(Nikola)和Horizon(尽管后者与福特/江铃汽车(Ford/JMC)的合作伙伴是一只大猩猩)。不过，重型车辆仍需要在实际操作中得到验证——工作周期比乘用车更严格，而卡车运输公司承担不起停机时间。

铁路和海运行业也有所进步，然而规模越大部署需要的时间就越多。

但汽车仍然只有丰田和现代生产。本田有一款不错的汽车，但产量有限，而戴姆勒(Daimler)虽是其中的一员，但也仅此而已。尽管全球汽车行业的高管们每年都说，燃料电池在他们的议程上占据非常重要的位置，但汽车业却在受苦。欧洲的销量在下降，未来几年德国将有数万人失业，部分原因是为了通过实现二氧化碳排放目标和避免罚款，而对电池汽车进行了大规模投资(虽然投资时间较晚)。目前既没有资金，也没有足够的空间来专注于燃料电池。

中国市场仍然模糊不清。随着政府补贴的减少和未来政策不明朗，市场的狂热已有所平息。中国经济也在遭受冲击，开发高质量燃料电池技术所需的时间比许多行业外的人意识到的要长。但只要一些支持性政策依然存在，市场就可围绕实力较强的参与者企稳并实现合理化。尽管存在不确定性，中国仍有超过千辆汽车在路上行驶。最大的公司都具有全球竞争力，如果它们相信未来的市场，它们将独自前行。

北美的情况喜忧参半。加拿大的政策正在好转，加州仍是燃料电池汽车的最大市场—尽管韩国可能在明年超越。然而固定式装置也在销售，Bloom，Doosan，FuelCell Energy 都继续销售产品。

就像上面提到的，其他公司的活动大体上是积极的。2亿美元的信贷额度将FuelCell Energy公司从困难时期拉了出来；Doosan公司剥离了其燃料电池业务；Ceres宣布与三浦和Doosan建立合作关系，并继续扩大与博世的合作。IE公司与长安合作，中石化投资了上海重塑。

最后，除了直接的企业支出，风险投资也回来了。AP Ventures是氢燃料电池领域的专家，它宣布了来自三菱公司和Plastic Omnium的投资，以增加其Anglo Platinum的资产。



# 企业发展

对全球燃料电池企业来说，2019年大体上是一个好年景。1GW的燃料电池出货量是一个重大成就。投资和收购是一个主要的主题。加上全球政策和决策者对氢解决方案(燃料电池是其中一部分)日益高涨的热情，前景是积极的。尽管如此，即使在成功的故事中，一些企业仍然举步维艰。

## 企业兴衰

2019年，韩国出现了罕见的事件——燃料电池企业上市，斗山燃料电池公司(Doosan fuel Cells)上市。幸运的是，没有一家知名公司倒闭，尽管FuelCell Energy离破产仅一步之遥。

斗山公司(Doosan Corporation)在2019年初决定剥离其燃料电池部门——固定式PAFC业务，延续了昔日联合技术公司(United Technologies technology)的旋风之旅。UTC后来变成了ClearEdge Power公司，斗山在2014年收购了这些资产，此后大举投资，在韩国伊山建立了销售和新的生产设施。斗山燃料电池公司于10月在韩国证交所上市，到2023年的目标销售额将达到1万亿韩元(合8.5亿美元)。斗山公司保留部分股权，但燃料电池业务现在应可获得外部资金，以进一步发展业务。斗山公司的分拆股受到追捧，在早盘交易中上涨了30%，不久之后又大幅上涨。

FCE的情况则大不相同。在第一季度，面对资本紧缩和迫在眉睫的债务偿还，重组专家被聘请来“调整业务规模”。今年4月，公司解雇了135名员工，并采取了其他削减现金的措施。通过进一步售股筹集了应急资金，并以1000万美元的价格将碳捕获技术的独家许可证出售给了Exxon公司，才得以偿还得到期的债务。

去年11月，Orion Energy Partners宣布了一项2亿美元的新贷款安排，使该公司能够为其订单积压和产能重建提供资金。FCE面临的一个挑战是长期的PPA模式，该模式要求资产预先融资但收入流却需要20年。

其他纯燃料电池公司则提报了较好的财运。Ceres Power在经历了2010年代早期的一次濒死体验后，现在正在进行第二次可持续发展的业务，似乎找到了一个更好的方案。使用授权模式与博世、潍柴动力和日产等主要合作伙伴合作，在2019年宣布与日本三浦和斗山作为新合作伙伴的CHP产品。其他公司也在这么做：PowerCell在2019年春天与博世达成了一项协议。

## OEM兴趣在增长

越来越多的大公司在这个领域嗅探，涉足其中，或进行豪赌。一些最大的公司正在放眼多种技术，并确保自己能够进入多个平台：潍柴在PEM投资巴拉德和在SOFC投资Ceres就是例子。潍柴在中国的主要竞争对手之一，康明斯(Cummins)，在柴油发动机行业占据主导地位，比如北美的卡车运输。他们也成立了电气化事业部，并迅速收购了通用电气的SOFC技术和Hydrogenics，成为Loop能源公司的股东，以及与现代签署了合作协议。

博世采取了类似的方法，已经在多个领域发展了PEM和SOFC的商业关系。

CNH旗下的依维柯(IVECO)也在向尼古拉投资，并宣布了一项正在进行的开发合作计划。他们将投资2.5亿美元的现金和实物支持工程设计和规模扩大。他们加入了博世(Bosch)和韩华(Hanwha)的行列。博世主要对动力系统元件和控制系统感兴趣，而韩华将为尼古拉生产氢气提供太阳能电池板。此外，米其林和佛吉亚还成立了一家合资公司——西比奥(Symbio)，它们对燃料电池公司的投资具体化。1.4亿欧元(合1.57亿美元)的初始投资将有助于启动大规模生产。

面对日益严格的环保法规，依赖内燃机技术获取收入和利润的全球企业必须寻找替代技术，作为长期攻守策略的一部分。对于已经走到这一步的燃料电池厂商来说，这些OEM制造商带来了可观的开发资源，加上市场路线、销售技巧和谈判桌上的一个大席位。

随着全球OEM厂商开始“拉动”燃料电池技术领域，燃料电池业务不再需要尝试“一应俱全”（并不总是成功），而可以专注于他们的强项，例如燃料电池技术开发和生产的单元，电堆和模组。专业系统集成商的出现，例如英国的Arcola和FuelCell系统公司，以及德国的eCap Mobility，标志着从垂直产业结构向更传统的分层产业结构的转变。

北爱尔兰的Wrightbus是一家拥有整合燃料电池技术经验的巴士制造商，该公司于2019年秋季进入破产管理程序。这些资产被乔·班福德(Jo Bamford)成立的一家专门投资氢相关技术的公司收购。班福德也是英国JCB的继承人，JCB是一家全球范围内的建筑工程设备供应商，主要由柴油驱动。

### 要动手了

随着燃料电池和氢燃料越来越主流，以及赚钱的威胁，金融游戏变得更加激烈——也更加残酷。巴拉德已经受到卖空者的追逐，尽管效果有限。今年轮到Bloom了，9月份的一份报告对该公司的债务、燃料电池性能、收入和排放提出了大量指控。这促使Bloom对一些指控进行了直接回应。该公司表示，约40%的债务是无追索权的，其现有电池的平均寿命约为5年，这应能使其未来的服务收入超过其服务成本。换句话说，除了产品升级带来的收入外，服务业务还应该实现盈利。

### 募集资金

与往年不同的是，2019年在市场上融资的燃料电池企业相对较少。一个例外是PlugPower，该公司今年直接被Odey资产管理公司投资了价值2300万美元的股票，和Generate Capital建立了一个价值1亿美元的债务工具，并于12月开始公开发行4000万股普通股。这些资金将用于企业运营和扩张，包括9月份宣布的一项计划，即到2024年将收入增至10亿美元。风险资本也回来了—AP Ventures宣布了来自三菱公司和Plastic Omnium对其燃料电池和氢领域基金的投资。

### 其他新闻

许多公司开始投资扩大规模。Umicore是为数不多的能够为汽车市场提供燃料电池催化剂的公司。该公司在韩国首尔附近开设了一家工厂，距离其技术开发中心很近，以补充其在德国哈瑙工厂的产能。地点具有战略意义—现代是其主要客户，也是最积极进取的OEM制造商。该设施的建设是为了适应进一步的扩张，最初的产能提升将在2020年。该工厂还将为其他汽车客户提供支持。集成商Arcola Energy正在利物浦附近建造一座工厂，为当地车队组装双层燃料电池巴士。

现代和丰田都扩大了供货协议的范围，这是一个有不同解读的信号。丰田目前向葡萄牙CaetanoBus、中国的海格、一汽、北汽福田和亿华通供应燃料电池，并与重塑有联系，后者是一家集成商。重塑得到了中国石油巨头中石化的投资。现代汽车还宣布，将把自己的电堆和系统提供给其他公司，入股高性能汽车公司瑞马克(Rimac)，并与康明斯建立上述联系。

这信息可以解读为，这两家公司目前的地位都非常稳固，它们希望开始在新的应用程序和地区获取额外的价值。或者，他们现在终于看到其他人来参与产业，并希望尽可能多地占据空白市场。或许是因为迄今为止他们已经投资了数十亿美元，觉得是时候获得一些回报了。不管是什么，他们比大多数人更有经验。

# 汽车

对燃料电池信徒来说，燃料电池汽车仍然“比电池好”，但这与大多数制造商的产品线相去甚远。目前，尽管丰田Mirai和现代NEXO的部署情况良好，但它们更愿意将第二阶段转移到重型汽车上。

## 双雄竞争

NEXO的评价不错，也卖得很好：2019年的出货量甚至高于Mirai，尽管后者有更多的累积销量，得助于其较早的发售时间。今年9月，第一万辆Mirai离开了丰田的生产线。而新款Mirai，一款比老款外形更时尚的车，有着轿跑车外形，行驶里程更长，有5个座位，开始为全球车展增色。这款车将于2020年晚些时候推出，预计届时丰田将按照此前的公告将产能提高至3万辆。电堆将在丰田本州(总部)工厂生产，氢气罐生产则在丰田下山工厂。

其他公司的出货量远远落后于丰田和现代。本田排在第三，但其Clarity燃料电池的出货量很少，对自己的意图也没有发出什么声音，不过它似乎仍保留着与通用汽车的一项开发协议。2017年宣布将于2020年投入运营的燃料电池系统制造有限责任公司(Fuel Cell System Manufacturing LLC)并没有传出任何消息。另一家拥有商业化FCEV的制造商戴姆勒(Daimler)也保持低调，上路的车辆非常少。至少在欧洲，制造商们正集中精力生产电池汽车，以避免二氧化碳排放法规在2021年收紧时的高额罚款。然而毕马威对汽车业高管的年度调查的“主要趋势”分析显示，电池和燃料电池重要性权重为56%，仅落后于连接性和数字化。

其他一些大公司也在发出声响，即使只是微弱的声音。宝马(BMW)在2019年法兰克福车展(Frankfurt Motor Show)上发布了iHydrogen NEXT概念车，并表示可能在2022年推出一款以FC为动力的小型X5系列，但预计要到2025年才能实现商业化。

退出燃料电池行业已有10年左右的标致雪铁龙证实它有回归燃料电池生产的长期计划。奥迪将加大对燃料电池技术的投资，并计划在2021年之前进行有限量产的FCEV试生产。奥迪(Audi)已与现代(Hyundai)就燃料电池相关零部件达成协议，以补充其对巴拉德(Ballard)燃料电池工程的支持，这表明了供应链可能的发展方向。而宝马(BMW)则从丰田(Toyota)获得燃料电池相关零部件，作为其全球研发合作的一部分。丰田和现代都宣布了更开放的燃料电池供应意向，甚至给竞争对手。丰田将为中国一汽集团和海格巴士提供服务，上海重塑将担任系统集成商。该公司已经为北汽福田和北京亿华通供货。

在中国，上汽主要销售美克思(Maxus)面包车。其荣威(Roewe)轿车的开发正在进行中，其它几家制造商的轿车项目也在进行中。未来政府补贴的不确定性给中国的前景蒙上了阴影，我们将在“中国”一节详细讨论这一问题。豪华车公司格罗夫(Grove)于今年3月成立，该公司表示在此之前，他们已进行了三年的氢动力汽车研发。它声称自己的汽车性能极佳，包括1000公里的续航里程。据称到2019年底将有200辆车通过共享计划上路，并预计2020年将拥有5000辆的年量产能力。



## 古怪也是一种策略

雅马哈以其古怪的燃料电池产品而闻名。最近没有关于它的DMFC二轮车的消息，但是它正在测试一辆小型的人员移动车，它的3座YG-M原型FCEV正在石川县Wajima市的一个城市中心赛道上运行。神秘的是，消息指出雅马哈汽车公司与另一家公司合作开发了汽车的燃料电池系统。



而一些小公司还在继续奋斗：Riversimple已经获得了众筹和政府的资助来发展一支由20辆Rasa汽车(17辆新车)组成的车队，这些车将在一年内在其威尔士总部附近接受200名用户的测试。

## 对速度的需求

另一家小公司GreenGT继续开发其认证的赛车。它的LMPH2G在2019年正式比赛开始前领先勒芒一圈，通过参加比利时斯帕赛道的一场正式比赛获得了第一名，并且是第一次在比赛中完成氢燃料补给。但它不是唯一的例子。在正式比赛中，氢电勒芒式原型车Forze VIII成为首辆击败汽油动力汽车的H<sub>2</sub>-electric汽车。这辆车由荷兰代尔夫特理工大学(Delft)的学生设计、制造、测试和参赛，在荷兰阿森的TT赛道举行的超级跑车挑战赛中获得第二名。

马来西亚公司Handal Energy Solutions出乎意料的宣布了将在马来西亚开发一款氢动力电动赛车。Handal将成为其自称氢混动电动赛车(HyPER)原型车的系统集成商，使用纳米科技商业化机构NanoMalaysia提供的所谓氢与混合能源存储系统(H<sub>2</sub>SS)。Wheelspin Motorsports则提供了赛车平台。我们饶有兴趣地等待进一步的消息。

## 上路的汽车

加州仍是全球汽车部署的领头羊—截至11月，已有超过7500辆汽车在公共道路上行驶，同时基础设施仍在铺开，显示很乐观的迹象。然而，车辆和基础设施之间不同寻常的资金分离意味着需要更多的协调，以确保两者都得到正确的关注。由于加州显示出很快将达到临界量的强烈迹象(需求接近加氢站供应量)，再多一两年的投资可能会开始真正得到回报。

加州也是通过租赁和汽车共享引入汽车的地区之一。圣贝纳迪诺国际机场的Luxivair正与按需汽车租赁公司StratosShare合作。顾客可以按小时或天数租用Mirai。在巴黎和伦敦，燃料电池汽车被用作出租车。巴黎的Hype车队是第一个，现在拥有100辆Mirai。它希望在2020年达到600辆，并增加更多的加氢站，目前有4座。工业投资公司Kouros也将提供帮助，该公司持有Hype-STEP和HysetCo两家公司的股份。后者成立于今年2月，是法国液化空气公司(Air Liquide)、能源服务公司IDEX、STEP和丰田(Toyota)的合资企业。

更多的Mirai正在汉堡、慕尼黑和斯图加特的路上，CleverShuttle车队有45辆车。这种拼车服务将乘客与类似路线捆绑在一起，以降低票价，同时使用电池和燃料电池电动汽车来降低排放。今年10月，三井物产收购了该公司近12%的股份，加入了主要投资者德国联邦铁路公司(Deutsche Bahn)。

在伦敦，绿色番茄汽车公司(Green Tomato Cars)在已有27辆Mirai的基础上又增加了25辆。在英国首都的总里数已超过100多万英里。



## 亚洲正在前进，欧洲将何去何从？

正如我们在2018年所注意到的，韩国重新回到了氢燃料电池竞赛的前沿。韩国雄心勃勃的目标包括氢燃料电池在固定设备和运输应用。现代汽车也在提高产能以努力跟上这些计划。该公司计划在未来10年对技术投资67亿美元，并在韩国政府的大力推动下，于2020年在韩国推出超过1万辆(有人说远远超过)FCEV。该集团还向克罗地亚电动超级跑车制造商Rimac投资8000万欧元(合9000万美元)，开发一款高性能的FCEV，并于去年11月在中国展示了其Genesis GV80概念车(2017年首次亮相)。管理层仍然相信电池是不够的，并将继续在燃料电池的道路上加速。

在欧洲，由于转向电池电动传动系统的时间较晚，加之汽车销量下滑，原始设备制造商和供应商都在裁员。在未来的两年里，德国至少有上万人受影响。这对燃料电池来说可能是个坏消息，因为汽车公司对另一种昂贵而复杂的传动系统的兴趣或资金有限。但希望还是有了曙光：欧盟的产业政策在支持欧洲对电池供应链本地化的反击中发挥了作用。正如E4tech主导的FCH JU<sup>1</sup>分析显示，燃料电池可以创造或维持汽车工业的价值。欧洲政府官员已经对这一机遇做出了反应，或许工业政策也将有助于支持燃料电池技术。

如今，电动汽车的可持续性正面临更严格的审查。用于电池的材料提取和使用寿命的处理都是在放大镜下审视。燃料电池在生命周期的基础上可能稍好一些，但是对此只有少量的研究，且回收能力有限。

对此，Riversimple和Microcab与传统制造商使用截然不同的概念。Microcab此前跟进了一个研究再制造的项目，提议将其最终商业化的车辆的寿命延长至20年，并计划对零部件进行再制造或更换。



<sup>1</sup> <https://www.fch.europa.eu/page/FCH-value-chain>

# 氢能基础设施：虽小但在增长

为了充分利用丰田和现代计划增加的汽车产量，主要地区将需要相应数量可靠的加氢站。幸运的是，2019年燃料补给基础设施在所有主要的早期采用者地区都有所发展，包括日本、韩国、加利福尼亚、中国、德国和欧洲其他地区。但是，各地区的车辆与加氢站的推进速度各不相同。在德国，平均每座加氢站服务的汽车还不到10辆。在美国和韩国，这一比例约为每座130辆。加州的一些加氢站使用较为频繁，以至于氢气耗尽，需要升级。日本每座加氢站大约服务30辆车。

设备供应商一直致力于改进产品，以加快产品推出速度，并增加灵活性：液化空气将在美国推出橇装加氢站。紧凑且移动设计，它将适用于临时性安装、小车队、或为车辆或地点测试。每天最多200公斤氢，每小时5次和每次可加2-7公斤氢(平均氢罐容量为5公斤)。魁北克市已经接收了Powertech的新“盒子中的氢站”——一个28英尺高的700bar加氢站的集装箱，用于快速部署，需要少量的场地准备。它可以连续四次为一辆典型的乘用车加氢，每天大约可加20辆车。在重型方面，McPhy推出了新的“增强McFilling”灵活的HRS架构，模块单元为2000、4000和10000公斤氢气/天。

根据德国H2 Mobility数据，截止到12月，德国共运行了78座加氢站。还有9座在试验阶段，3座在执行，5座在批准，还有10座在计划。德国应可在2020年中期达到100座加氢站的目标。令人沮丧的是，德国只有600多辆(各种)FCEV在路上行驶。在其他欧洲国家，2019年大约增加了50座加氢站。到2025年，欧洲国家能源和气候计划的目标是到2025年达到750座加氢站。这包括德国的目标是到2025年达到400座加氢站，前提是足够的车辆投入使用。

从2018年底到12月初，加州新增的加氢站相对较少：开放的加氢站从39座增加到44座。这与CARB2018年的预测相比相对缓慢，2020年CARB的发展计划是64座加氢站。

加州下一个目标是在2025年达到200座，这也取决于车辆部署的速度，尽管它仍然是部署FCEV的领头羊。

负责安装和运行加州19座加氢站的FirstElement燃料公司，还有12座加氢站正在开发中。它还获得了2400万美元的资金——分别来自三井集团(Mitsui Group)位于美国的子公司Hy Solution和法国液化空气公司(Air Liquide)的1200万美元，以帮助为其TrueZero加氢站网络提供资金(译者注：零排放、零化石能源、零温室气体)。三井公司还将在加州及其他地区合作开发和维护FirstElement的加氢站系统。



日本增加了大约30座加氢站，现在有130座加氢站，为3500多辆燃料电池汽车提供服务。2020年160座加氢站的目标看起来触手可及。

正如我们去年所提到的，韩国在氢方面发展迅速。在NEXO加速推出的同时，2019年的加氢站增加了一倍，从14座增加到30座左右。韩国政府的目标是到2022年拥有310座加氢站。这一目标的一部分是由我们在2018年报道的氢能源网络(HyNet)特殊用途公司(SPC)实现的。政府还计划在2019年底选择三个“氢动力城市”，蔚山市宣布将建造第一个专用氢管道系统，为六座氢燃料补给站提供燃料。

近年来，有限的加氢站限制阻碍了燃料电池在中国的推广，截至2018年底，中国只有18座加氢站。2019年将增加大约10座加氢站，但离2020年增加300座加氢站的目标仍然很遥远。不过，近期的迹象是积极的一去年11月，中国两大传统燃料零售商之一中石化(Sinopec)宣布将致力于开发氢燃料。该公司与法国液化空气集团(Air Liquide)签署了一份谅解备忘录，以加快氢燃料在中国的应用。今年早些时候，法国液化空气公司和成都华气厚普控股有限公司成立了一家合资公司，在中国生产和开发加氢站。液化空气厚普氢能装备有限公司集液化空气在氢运输方面的专业知识和厚普在中国市场天然气补给站的生产和建设方面的专业知识于一身。

在主要氢能区域外，沙特阿美公司(Aramco)和空气产品公司在沙特阿拉伯联合落成了第一座加氢站。

基础设施还没有完全健全，但是，所有正在进行的安全和标准方面的工作仍然至关重要。6月1日，位于圣克拉拉的一家空气产品工业气体工厂在为一辆氢分配拖车加油时发生爆炸。幸运的是，没有人员伤亡，但是由于氢气必须从南加州用卡车运来，因此北加州许多车站的氢气输送中断了几个月。为了让客户满意，丰田、本田和现代为受影响的燃料电池汽车客户提供传统汽车。

无独有偶，几天后的6月10日，一个加氢站在Kjørbo，挪威奥斯陆附近着火了。现场也没有人员伤亡，但有3人受了轻伤，原因是他们的车靠近现场时打开了安全气囊。这被认为是由氢气点火产生的压力波造成的。加氢站供应商Nel ASA聘请安全咨询公司Gexcon进行调查。事故的原因是高压储氢装置中一特定插头的装配错误。Nel在整个过程中都积极公开地进行沟通，这是一个重要的举动，这意味着国际上对氢能用运输的认知几乎没有受到损害。然而，对挪威来说，这一事件是个挫折；未受影响的加氢站在12月初仍处于停业状态。

这两起事故凸显了这样一个事实：与汽油等传统燃料不同，早期氢燃料的任何问题都会引起媒体的大量关注。氢能用运输的认知仍处于初级阶段，孤立的局部事件可能产生非常广泛的影响。

# 燃料电池巴士—真实的吗？

经过多年的共同努力，燃料电池电动巴士(FCEB)正逐渐接近商业常态运行。2019年又是一个好年头。简而言之：更广泛的巴士OEM在部署更多的巴士到在全球更多的地方。这些不再是技术示范，而更类似于商业化或近似商业化的部署。

一个主要的推动因素是，城市及其公共交通部门越来越迫切地需要从根本上减少城市地区的排放。传统的公共汽车对污染的贡献是引人注目的。因此，2019年，中国城市深圳和佛山将加入全球未来只采购零排放公交车的行列。与此同时，补贴FCEB(不断下降的)资本和基础设施成本的举措有所增加。

燃料电池巴士成本虽高但下降快。实施燃料补给基础设施仍然需要时间。操作和维护活动需要建立。但FCEB是一个日益强大的选择。

## 欧洲加速

欧洲一直处于FCEB开发和部署的中心，在亚洲竞争日益激烈的情况下，欧洲又坚持了一年。FCH JU的大力支持催生了更多的公共投资：在英国，OLEV基金支持在伦敦的部署，法兰西大岛公共汽车基金支持在凡尔赛和丹麦奥尔堡市的公共汽车。JIVE项目是一个重要的推动力量，目标是欧洲各地的290辆公交车，其中荷兰的格罗宁根(Groningen)在7月份订购了20辆计划中的50辆Van Hool巴士，伦敦在5月份订购了20辆莱特(Wright)双层巴士。今年3月，Van Hool收到了欧洲迄今为止最大的单笔订单，RKV Koln和WSW Wuppertal订购了40辆12米A330汽车—由Ballard的FC Velocity HD85提供动力。继JIVE之后，今年6月，名字相对不响亮的H2Bus Europe正式推出(译者：JIVE有跳动的意思)。包括巴拉德(Ballard Power)、WrightBus和Nel在内的一个合作团体正寻求部署1000个FCEB，并得到欧盟Connecting Europe机构4000万欧元(合4740万美元)的援助。

首批600辆将部署在英国、丹麦和拉脱维亚，有三种型号：标准12米、双层和18米铰接式车辆。12米的目标成本将低于37.5万欧元(合45万美元)，与JIVE项目的60万欧元以上(合71.1万美元)相比又一个重大变化。这些巴士将是包括氢燃料和氢气供应在内的一揽子计划的一部分，其中氢燃料的目标价格为每公斤5-7欧元(每公斤5.9-8.3美元)。

对买家和市场来说，另一个积极的信号是，巴拉德和Hydrogenics等老牌燃料电池组件供应商将开始面临竞争。这场对抗应该会很精彩——2019年，巴拉德FCveloCity-HD6燃料电池在伦敦一辆莱特巴士上的运行时间达到3.5万小时。虽然巴士现在已经翻新了新的电堆，但这些电堆寿命已经远远超过了交付时的预期寿命。现在巴拉德的第八代FC模块FCmove-HD更小更轻，预计将用于JIVE和H2Bus欧洲的巴士。

OEM制造商和燃料电池供应商的兴趣激增，其中包括：捷克共和国的斯柯达(Skoda)，该公司今年3月签署了使用Proton HyRange FC模块的意向书；葡萄牙Caetanobus将使用丰田技术；匈牙利的Goldi Mobility公司希望提供12米和18米的车辆，使用Horizon 100KW的燃料电池模块(子公司包括江苏清能)。新进入该行业的OEM包括法国的SAFRA，使用米其林燃料电池模块；荷兰的VDL公司为其电动巴士开发了一种新型燃料电池“背包”，预计将在鹿特丹投入使用。



波兰的Solaris巴士公司已经收到了来自波兰、意大利和欧洲其他国家的Urbino巴士的订单，使用的巴拉德模块。英国的Arcola Energy正与Alexander Dennis合作，在利物浦投资640万英镑(合760万美元)的OLEV项目下建立一个新设施。包括Van Hool、Wright和戴姆勒在欧洲市场的现有参与者，现在估计有12家OEM制造商提供FCEB。

## 加州引领美国

最早一批FCEB是在美国上路。尽管有20年的运营经验，但其商业化的进展一直很缓慢。据报道，截至2018年底，美国有35辆巴士在运行，另有39辆计划运行。其中大多数是“常见嫌疑对象”：加州Sunline公交公司、奥兰治县公交公司和AC公交公司，以及俄亥俄州Stark地区区域公交管理局。这巴士正在其他州试行，比如伊利诺斯州和夏威夷。另外21辆正在计划中。大多数是由ElDorado National或New Flyer公司制造。在2019年，两家公司都推出了带有巴拉德模块的新型号，分别是XCelsior和Acess FCEB。美国的Altoona、PA、bus测试和研究中心被用于开发前测试。

为何是加州？政策，政策，还是政策。它的《清洁交通条例》规定，从2023年开始采购的公共汽车中，25%应该是零排放，并在2040年达到100%的目标，尽管实际目标可能会更早。加州空气资源委员会和加州气候投资计划正在提供财政支持，例如混合动力和零排放卡车和巴士券奖励项目。

该项目支持20辆New Flyer公司的XCelsior车辆进入Orange Country，AC Transit FCEB车队，以及两个新加氢站，及其他项目。加州的FCEB路线图在2013年制定，2019年更新。它假设在2029年可实现采购100%零排放的公共汽车，2020年的目标订单为100辆，2025年为300-400辆。

路线图也指出了拖累商业化的因素：资本成本、零件供应及维修、氢的成本和获取途径。这项工作是需要，但是NREL(国家可再生能源实验室)对FCEB的一系列评估表明，这项技术已经成熟，燃料电池模块的寿命现在已可多次达到美国能源部25000小时的目标；截至2018年底，已有5辆AC Transit巴士超过了这一数字。

## 亚洲正由中国引领

自中国企业对该行业产生兴趣以来，FCEB在亚洲的活动已大幅增加。在中国，这也完全是政策主导—政府补贴是该行业存在的理由。亚洲车型比欧洲或美国的车型较小，使用更小的燃料电池作为电池驱动汽车的续航里程增程器。中国应该有比欧洲更多的巴士在运行，消息人士称，到2019年第三季度末，中国将有126辆巴士投入使用，但目前尚不清楚有多少辆在服役。注册过程需要时间，而氢基础设施才刚刚起步。

然而，越来越多的中国公司正在提供或开发FCEB。2019年，吉利推出了F12 FCEB；北汽福田汽车于2019年11月展示了其FCEB项目，计划到2022年底部署1000辆；金龙汽车宣布到2020

年底将为浙江省交付100辆FCEB，包括8.5米和12米长的车辆；Ronn汽车集团和安徽汽车集团都表示为中国和出口市场开发轻型FCEB的意向。



目前，燃料电池技术通常来自巴拉德和Hydrogenics。其他非中国的燃料电池开发商也在进入，比如丰田。潍柴宣布，将把Ceres Power SteelCell SOFC作为30KW的天然气的燃料电池续航里程增程器投入公共汽车试验。

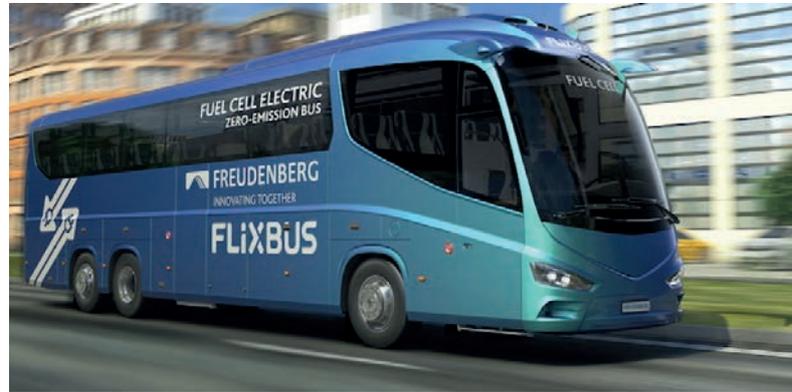
日本和韩国目前都在发展更大规模的FCBE动作，主要由丰田和现代(Hyundai)推动，并得到政府激励措施的支持。韩国计划于2019年为37辆公交车提供资金，2018年为7辆，2022年为2000辆。据报道，每辆车的补贴约为17万美元。现代汽车也计划在2021年至2028年期间，用FCBE取代警察部门运营的802辆巴士，尤其是为了减少城市中经常闲置的巴士的排放。



日本计划到2020年为东京奥运会提供100辆巴士，到2030年提供1200辆。其中18辆已经在东京及周边地区投入使用。所有这些都是丰田2019年新款的10.5米SORA。现代和丰田使用的电堆与乘用车相同—现代使用的是95KW的NEXO电堆，丰田使用的是114KW的Mirai电堆，这有助于使供应链效益最大化。

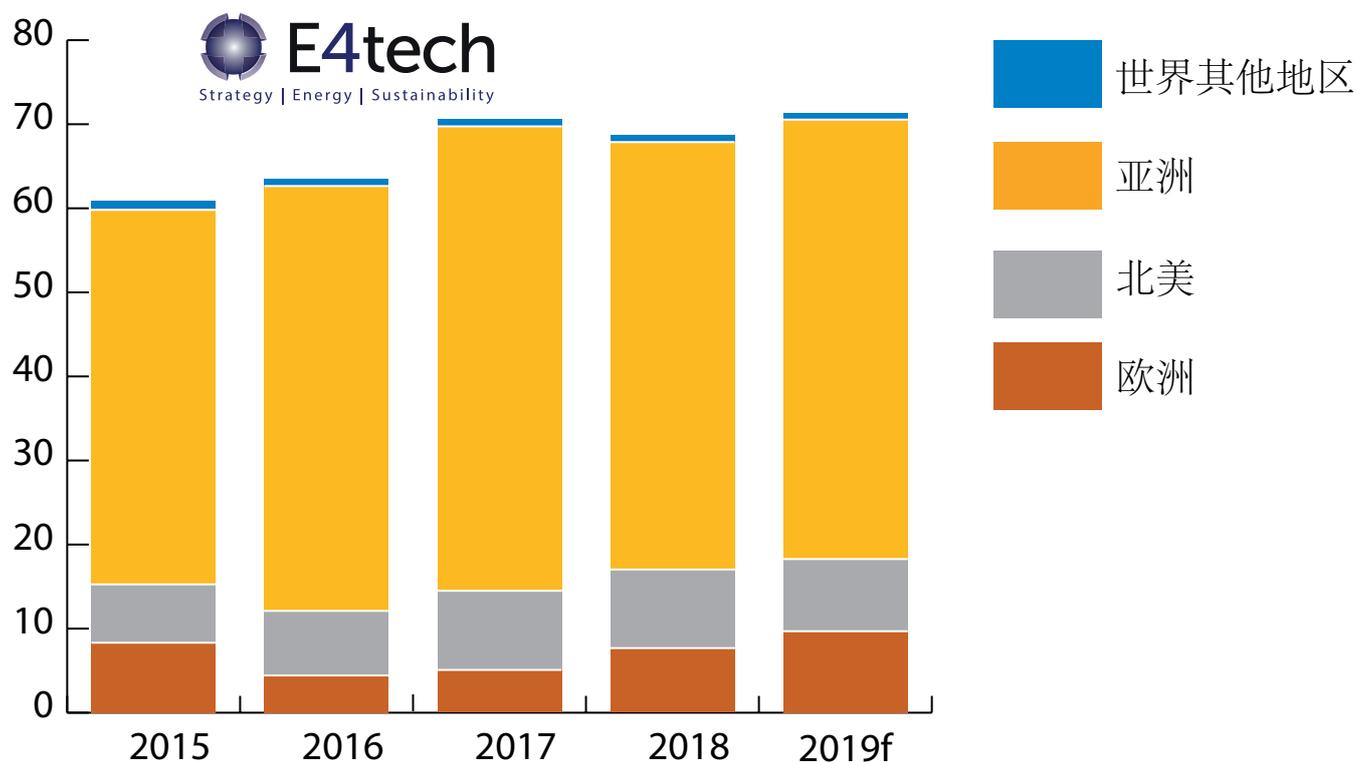
马来西亚已经在Santibong国家公园测试了佛山飞驰汽车的三辆FCBE。在印度，在塔塔(Tata)于2018年开发出Starbus Electric的燃料电池动力版本之后，印度新可再生能源部(Ministry of New And Renewable Energy)启动了一项采购活动，为4辆FCBE在新德里进行为期5年的试验。就连新西兰也加入了：Auckland Transport从当地制造商Global Bus Ventures订购了首架FCBE。

最后，长途运输也加入进来了。欧洲长途汽车运营商FlixBus正在与Freudenberg合作开发一辆可以在加油间距可行驶500公里的长途汽车。计划首批使用30辆公交车。

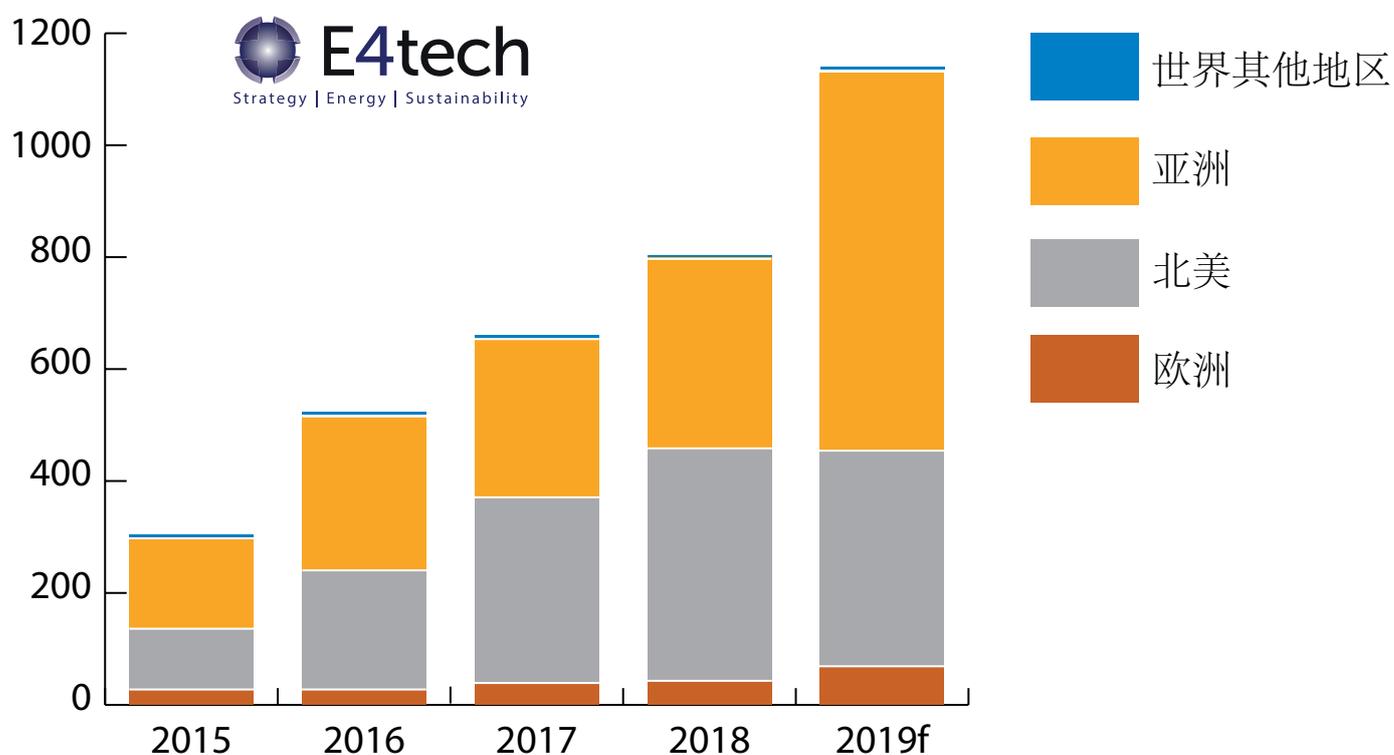


# 按地区的出货量

2015 - 2019年采用地区出货量(单位1,000 台套)



2015 - 2019年采用地区的兆瓦出货量



2019f是我们基于1月至9月的可靠数据对全年的预测。

我们对2018年的数据进行了修正。主要的变化是日本2018年的最终数据低于原本的预测。

## 按地区的出货量

在燃料电池系统的出货量方面，亚洲一如既往地领先于世界，得益于“Ene-Farm”计划，日本也一如既往地排在首位。2019年，燃料电池的总出货量为7万台套，比2018年增长了几个百分点，其中4.5万台套左右进入了日本家庭。在出货数量中，亚洲重新夺回了它在2017年授予北美的桂冠，出货量是几乎去年同期的两倍，达到约680MW。

这一增长几乎完全是由现代NEXO在韩国的销售推动的。韩国在2019年超过丰田，在头10个月销售了近4000辆NEXO燃料电池汽车，在韩国超过3000辆，其余在北美和欧洲。相比之下，同期丰田Mirai的总销量为2200辆，主要销往加州，然后是日本，但在其他许多地区也有少量销售。2019年在亚洲部署的燃料电池汽车，包括在中国部署的卡车和巴士，占全球燃料电池总运力的50%。

各国都有相应的政策来推动燃料电池的发展，这意味着部署将持续。预计中国将继续支持燃料电池。韩国的氢能路线图计划在2040年之前将大部分经济转移到氢能上。日本的支持是基于其氢基础经济愿景。丰田将在2020年将产能提高到每年3万辆。

除亚洲外，燃料电池发货量的主要地区仍是欧洲和北美，这两个地区的单位发货量类似(分别占燃料电池总发货量的14%和12%)，但北美的兆瓦出货量是欧美的五倍。北美的‘兆瓦出货量’中很大一部分来自丰田Mirai、现代NEXO和一些本田Clarity在美国的销售。

相比之下，对世界其他地区(亚洲、欧洲和北美以外的地区)的出货仍然微不足道，主要与备用电力系统有关。

尽管规模仍然很小，但欧洲的燃料电池总出货量已经从2018年的8600多台套增长到了2019年的9700多台套。同期运往欧洲的兆瓦出货量显著增加，从41MW增至69MW，这主要也是由现代NEXO发货量的增加，以及PACE发货量和KfW 433批准发货量的小幅增长推动的。

运往北美的燃料电池总量几乎没有变化，从2018年的8900台套增加到2019年的8600台套。船舶运力也随之下降，同比从425MW降至384MW。固定设备出货量同比几乎没有变化(从79MW增至93MW)，而运往北美的运输出货量从345MW降至290MW。



# 日益商业化的车辆

随着温室气体排放和管制排放的压力不断加大，加之电池并不总是一个合适的电气化战略，依赖柴油的商用车市场正加强关注燃料电池。许多车队使用“返回基地”的操作模式，以方便加氢。而运作更长距离的车队则可以通过燃料走廊来实现。尽管特斯拉宣称其Semi将以20万美元左右的价格提供300-500英里的续航里程，并将于2020年投产，但电池的重量和卡车的充电负担使其在经济上举步维艰。

## 长途市场

HGV市场对成本极其敏感。与公交车相比，政府的支持和干预是有限的。卡车OEM制造商并不总是拥有汽车OEM制造商的资产负债表，因此无法跟上每一个新趋势：

CNG、LNG、LPG、DME、混合动力车…以及燃料电池。但随着柴油卡车开始在主要城市中心被禁止，燃料电池的成本效益也在增强。尽管如此，商用车的工作周期相当艰难，燃料电池制造商目标5万小时的电堆寿命要比目前公路上最好的公共汽车3.5万小时的寿命要更长。

尽管有“车队效益”，加注卡车并不是一件小事。在十几分钟内(10-15分钟被认为是一个合理的目标)，在一辆长途汽车上获得足够的行驶里程，需要的氢流量比汽车的SAE标准高5-6倍—包括喷嘴和需要进行的冷却改造。尼古拉汽车公司(Nikola Motors)计划在2028年前建立自己的基础设施(不过将允许竞争对手使用)：700个加氢站，专注于可再生氢燃料。它正与法国液化空气公司、现代汽车公司、法国Nel公司、壳牌公司和丰田公司合作，测试商用前的70MPa高流量(H70HF)用于未来8级卡车的燃料硬件。



与特斯拉一样，尼古拉卡车也接受无约束性的预订。至少13000辆汽车的订单已经完成(包括Anheuser-Busch的800辆)，具有1000马力(746KW)和2000ft-lbs(2700Nm)的扭矩，行驶500-750英里和15-20分钟的加氢时间。它的合作伙伴博世已经和依维柯合资，虽然PowerCell不再直接参与。看来这两家公司在业务条款上不能达成一致。不过，博世与PowerCell有自己的协议，所以在尼古拉开发自己的PowerCell时，博世仍然能够提供电堆和系统支持。

但依维柯与母公司CNH Industrial的合作，使依维柯得以在美国支持尼古拉，在欧洲则反之。尼古拉的贡献包括燃料电池专业知识，车载H2存储和电力电子系统，以及潜在的加氢网络。依维柯除了现金投资尼古拉也提供大量实物支持，帮助这家初创公司实现工业化。尼古拉将利用依维柯的销售、服务和保修渠道，加快进入欧洲市场的步伐，而这家欧洲合资企业将覆盖2022年第四季度推出的电池和燃料电池电动汽车。在D轮融资期间，博世和韩华也投资了尼古拉。博世积极支持FC系统和电池的开发，而韩华的太阳能电池板制造能力使其成为尼古拉光伏电池板的独家供应商，用于生产可再生的氢气。

PowerCell在其他地方有很多事情要做，包括在重载领域中。它是欧盟资助的卡车项目H2Haul的一部分，与液化空气、Eoly、H2能源、欧洲氢气、IRU项目、ThinkStep和WaterstofNet一起。Iveco和FPT Industrial(都是CNH Industrial的子公司)和VDL ETS将开发和建造三种最高44吨的卡车模型。ElringKlinger和Hydrogenics将加入Powercell作为电堆供应商。Hydrogenics公司将在一辆中型卡车上安装MS-100燃料电池系统，由RTWH Aachen大学进行测试，用于LiVe项目开发中型卡车低成本的高效电力传动系统。

## 不断变化的行业格局?

该行业的重要性也益发显著，更大的参与者正在进入。康明斯购买了Hydrogenics所有非Air Liquide持有的剩余股份，并与现代签订了一份谅解备忘录，研究开发和商业化电力和燃料电池动力系统。现代的FC系统将和康明斯的电力传动系统、电池和控制技术相结合。这使人联想到2018年康明斯电气化电力业务的启动，该业务生产全电动和混合动力系统，以服务于开始采用电气化的商业市场。现代汽车最初的重点是北美商用车市场，包括与OEM制造商合作，将动力系统整合到他们的汽车中。其他步骤包括开发下一代燃料电池系统，甚至开发固定式发电机为备用和远程站点使用。Loop Energy也从康明斯的投资热潮中受益，该公司一直在开发用于中型和重型运输的燃料电池电动增程器，并将为康明斯提供用于示范卡车的系统。

## 又是加州

肯沃斯和丰田正在合作开发10款使用丰田燃料电池动力系统的零排放肯沃斯T680，用于南加州一个由加州环境监管机构提供部分资金的项目。首批卡车将于2020年初投入使用。CARB已暂定拨款4100万美元，用于建设零排放和近零排放的货运基础设施(ZANZEFF)，洛杉矶港是主要申请者。这是一项8200万美元计划的一部分，该计划将在2020年把燃料电池电动拖拉机、氢燃料和零排放货物装卸设备投入长滩和洛杉矶港以及洛杉矶盆地。Nel与EQUILON Enterprises(交易名Shell Oil Products US)签署了一份价值600万美元的供货合同，为洛杉矶的重型车辆提供H2Station®解决方案，服务于一家大型OEM的卡车。

Horizon(译者注：江苏清能)最初以遥控燃料电池汽车模型而闻名，多年来一直在扩大规模，并于2019年大举扩张。该公司公布了由福特合资企业江淮汽车(JMC)生产的、经过道路认证的42吨重卡车的150KW新电堆。Horizon、上海杰宁新能源及其合作伙伴今年还展示了首批20辆8级燃料电池卡车，计划在未来几年部署至少2000辆。据称里程为500公里，下一代目标为1600公里。

Horizon专注于更大的燃料电池系统，并宣布将大批量生产世界上功率最高的单堆300千瓦PEMFC系统，用于重型车辆、火车、船舶和港口设备。第一个应该在2020年实现。



## 现代的大计划

现代汽车继续扩大其影响范围。或许最初是在2018年被拉入瑞士合作项目的推动下，近年来该项目的扩张主义明显增强。该公司还将于2020年与Colmobil Group和Taavura Holdings合作，在以色列测试氢燃料卡车。Colmobil向以色列进口奔驰、Smart、三菱和现代汽车，包括卡车和巴士，Taavura则代表DAF卡车。它的技术和后勤中心收集卡车车队的数据，如压力、疲劳和磨损，以及以色列多变的气候，加利利和戈兰高地的极端道路倾斜，阿拉瓦的漫长道路使它成为主要的试验场。令人尴尬的是，以色列目前还没有氢燃料的基础设施，但是来自能源部的概念证明投标应该很快就会到来。



现代定制燃料电池卡车X2 Xcient于9月亮相。两个95KW的NEXO电堆同时驱动提供190KW的电力，而7个储氢罐中的35公斤氢气应该可以行驶400公里。第一批50辆将于2020年交付给瑞士，另一批交付给新西兰。瑞士车队将由H2Energy管理，并由Hydrospider提供燃料——这是他们与Alpiq和Linde于2019年初成立的合资公司。卡车融资将是‘按使用量付费’，就像尼古拉的计划一样。

现代汽车的设计团队显然一直在加班加点地工作，他们还推出了一款HDC-6海王星概念卡车，灵感来自上世纪30年代的Art Deco Streamliner铁路列车，并有多达8个氢气罐的空间。然而，现代必须开发新的，更强大的电堆来拉动这8万磅的野兽做长途运输。



### 燃料电池不仅仅用于牵引车

多年来，燃料电池一直被研究作为HGV的辅助动力单元(APU)，为制冷单元和其他酒店负荷提供动力。法国的Malherbe目前正在进行“世界上第一辆”燃料电池制冷半挂车的最终测试，这是由Chereau公司建造的，是550万欧元(650万美元)道路项目的一部分。燃料电池系统由CNRS FCLAB研究联盟提供。瑞士主要的冷藏食品运输公司Christian Cavegn也加入了瑞士的H2 Mobility。

### 矿卡？是的

矿卡体积庞大，需要大量的电力，而且越来越多地采用电气化技术来提供扭矩。虽然它们通常在恶劣的条件下工作，但这些特性可借助于燃料电池解决方案。因此，包括英美资源集团和ENGIE在内的一个财团正在为此努力。英美资源集团同时也是Ballard投资者，已订购了9×100KW的燃料电池模块(其中一个为备用的)，为一辆改装过的超重型采矿卡车提供动力。该项目是2020年期间英美资源集团在南非的一个采矿项目的示范项目。如果一切进展顺利，英美资源集团预计将在世界各地的其它业务中进一步部署这些MW级卡车。由于该矿现有的小松(Komatsu)卡车以电力驱动为特色，改造措施包括将柴油油箱换成氢罐箱，将发动机换成燃料电池和电池组。氢将来自矿区的太阳能发电。

### 轻型商用车开始交付

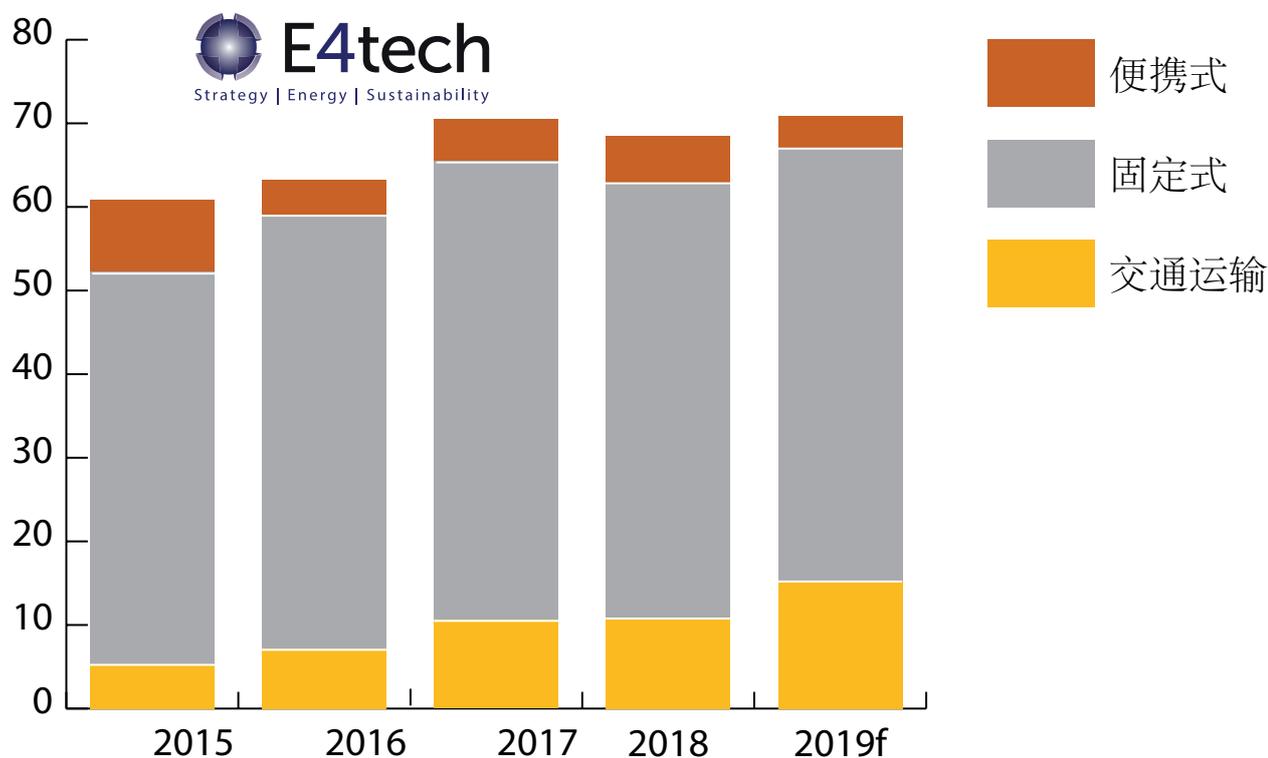
StreetScooter已经花了一些时间寻找它的燃料电池合作伙伴来为商业运输货车提供动力。从2020年开始，该公司计划在德国部署100辆“H2板车”，其他伙伴包括Plug Power和DHL快递。它们将是首批4.25吨的商用燃料电池增程车，最大续航里程可达500公里，配备26KW的燃料电池和40KW的电池，以及6公斤的氢气。有效载荷800公斤，最高时速75英里。

Plug Power也一直在与联邦快递合作，示范和测试货物供应链中的燃料电池。一辆燃料电池运输车正在纽约州奥尔巴尼运送包裹，测试结果可能会扩大到20辆卡车。联邦快递也在奥尔巴尼机场安置了Plug Power公司的货运拖船，加入了之前进入孟菲斯的货运拖船队伍。

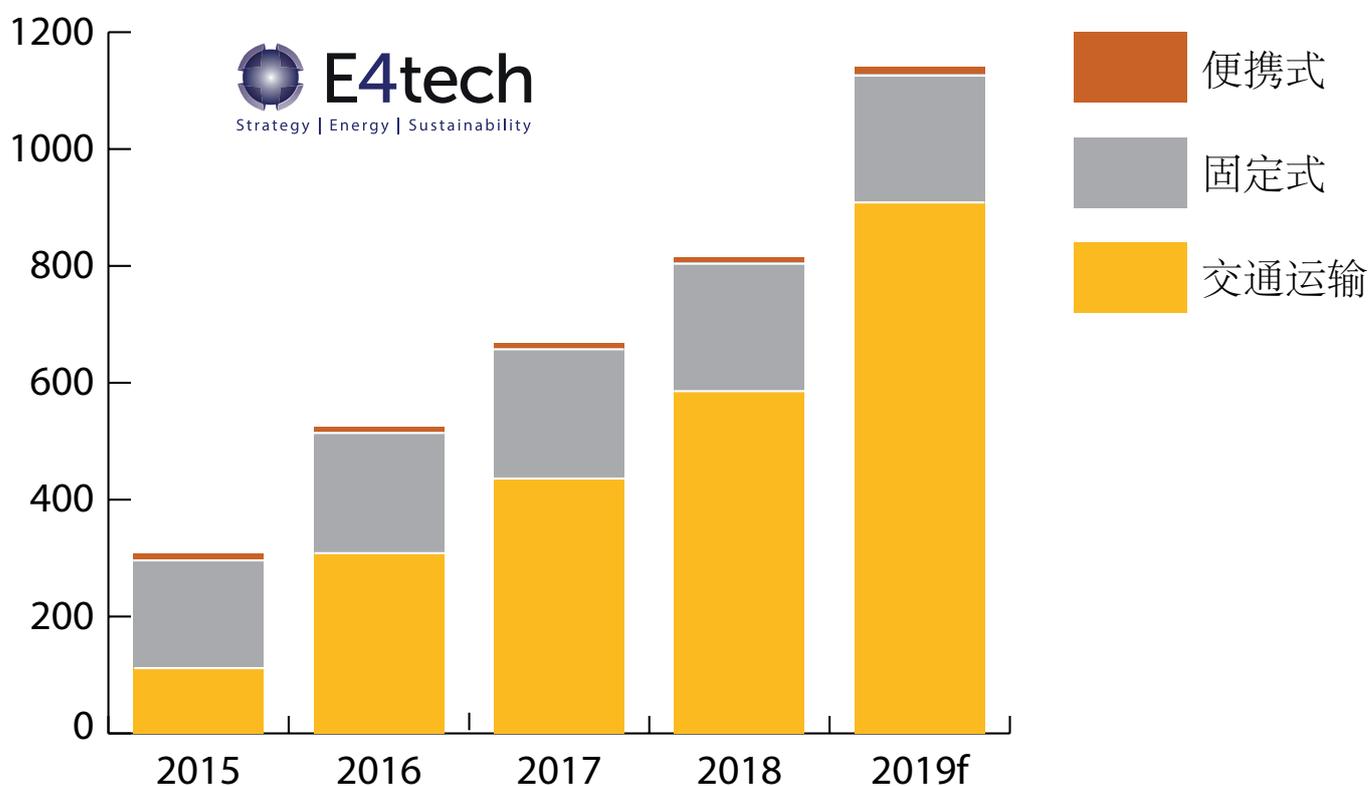
雷诺，实际上已经在燃料电池领域缺席多年，已经正式将燃料电池增程器引入其电动轻型商用车系列(Kangoo ZE和Master ZE)，在33KW的电池基础上增加了10KW的燃料电池。这些燃料电池来自米其林的子公司Symbio。Symbio在2014年左右首次将其燃料电池放入从雷诺(Renault)购买的Kangoos中。燃料电池的价格为4.83万欧元(合4.73万美元)。

# 按应用的出货量

2015 - 2019年按应用的出货量 (单位1,000台套)



2015 - 2019年按应用的兆瓦出货量



2019f是我们基于1月至9月的可靠数据对全年的预测。

我们对2018年的数据进行了修正。主要的变化是日本2018年的最终数据低于原本的预测。

## 按应用的出货量

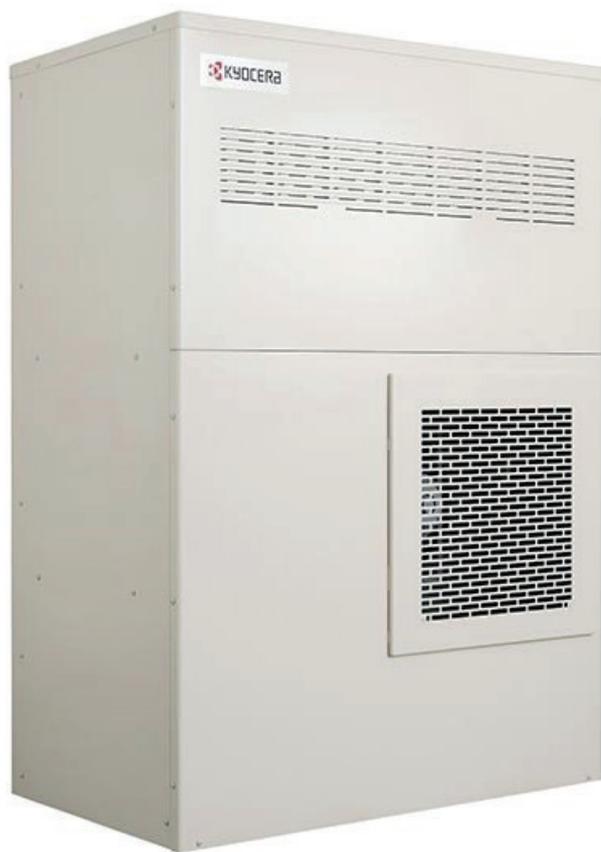
去年，我们预测2019年将有1GW的燃料电池系统出货量。令人高兴的是，这是保守的，我们现在预测超过1.1GW已经进入市场。前几年的趋势仍在继续，燃料电池汽车日益占据主导地位。从2014年到2019年，它们的兆瓦份额从20%增长到80%。同样在2019年，现代汽车取代丰田成为领头羊。到2019年底，该公司预计将出货约4750辆汽车，即450MW。丰田紧随其后，预计年底前将有近2700辆，略高于300MW。这两家公司占2019年燃料电池出货量的三分之二。

此外，中国的卡车和公共汽车数量也相当可观。我们估计出货超过1500台。本田(Honda)和戴姆勒(Daimler)进一步增加了运输数据。在中国运行的多数燃料电池汽车是卡车和公交车，不过上汽集团已经销售了几百辆面包车。今年中国的订单数量预计会更多，但积压的订单可能会在2020年初推出。根据补贴的变化，平均电堆功率将会更大，因此每辆车可能为装机量贡献60-80KW，而不是目前的30-40KW。

从商业货车(雷诺，与米其林/Symbio合作)到垃圾运送车，甚至是奇怪的大卡车，例如洛杉矶的丰田/肯沃斯，或者最近Anhauser-Busch的尼古拉“啤酒之旅”，也有数量虽少但仍在增长的专业燃料电池汽车。总而言之，所有类型的车辆超过1.5万辆(或预测)，即所有燃料电池系统出货1.1GW总功率中的900MW。在2018年短暂放缓之后，物料搬运车辆再次增长，预计2019年将超过5000辆。这些约占总汽车数量的三分之一。

尽管发电能力较低，但固定设备领域的出货量和预测出货量仍超过5.1万台套，新增220MW左右。热电联产(CHP)在单位数量上仍然遥遥领先，这是因为日本的Ene-Farm项目——来自欧洲的PACE项目的一些帮助，更重要的是德国KfW 433的支持。总的热电联产贡献也包括更大的容量单位，尽管它们的数量很少。

便携式燃料电池部分几乎不出现在兆瓦数量中。然而，相对较小的系统在25 W+范围内产生大量的销售，例如用于军事应用。直接甲醇燃料电池(DMFC)以及小型SOFC设备在这一领域发挥着重要作用。“便携式”燃料电池也可用于远程应用，可以作为电网备份，也可以作为离网电源，由SFC Energy、Adaptive Energy等公司提供。销量同比下降的主要原因是，最后一家FC驱动USB充电器供应商MyFC也离开了这一领域。



# 火车

在火车和电车中使用的燃料电池不再被认为是一件怪事。Alstom的燃料电池混合动力Coradia iLint已经在德国实现了超过13万公里的收入服务，新技术的可靠性达到了95%。自2018年以来，下萨克森州的Eisenbahnen Verkehrsbetriebe Elbe-Weser (EVE)已经服役了两列Coradia iLint。尽管如此，随着技术的成熟，可靠性仍需要提高，在2021年交付14列新设备之前，将对进展情况进行评估。

尽管如此，欧洲各地的其他铁路运营商仍对此感兴趣。德国莱茵-梅恩运输公司在2019年5月订购了27辆，用于法兰克福以北目前使用柴油的线路。联邦政府将承担40%的额外费用。Alstom已与Infraserv GmbH合作交付这些设备，并签署了一份为期25年的维护和氢供应协议。预计将于2022年底交付。

就像英国在2018年宣布的到2040年逐步淘汰所有柴油车的雄心一样，法国运营商SNCF也计划到2035年替换所有现有的柴油车。这个过程似乎已经开始了，SNCF订购了第一批阿尔斯通多机组氢列车，用于法国欧塞尔和奥弗根-罗纳-阿尔卑斯地区的线路。该概念是专为法国地区运输设计（被SNCF称为Regiolis的地方），要比300多千瓦的iLint使用多50%以上的电力。罗马尼亚也表现出了兴趣，从布加勒斯特奥托普尼机场到城市的线路，iLint将于2020年初在格罗宁根进行为期两周的测试。



燃料电池火车的好处被广泛宣传。由欧洲的FCH JU和Shift2Rail JU资助的一项关于在铁路环境中使用燃料电池和氢的研究表明，到2030年，20%新购买的列车将使用氢燃料。Alstom及其竞争对手西门子(Siemens)都可能从中受益—后者正在开发一种燃料电池动力版的Mireo，使用巴拉德公司(Ballard)的200KW燃料电池。Alstom和西门子(Siemens)原本打算合并，但合并可能会扼杀竞争，但欧盟委员会(European Commission)以更广泛的市场主导地位为由，取消了合并计划。

在英国，当前的重点是翻新旧火车，而不是购买新火车。火车租赁公司Porterbrook和Eversholt的上世纪80年代的老式电力机车已被新型号的机车取代。他们想用燃料电池来重新改装旧的机组，以在非电气化线路上运行，这些线路占据60%的英国铁路。Porterbrook和伯明翰大学已经开始测试装有Ballard燃料电池和200KW电池的HydroFlex 319级机组，而Eversholt公司正在与Alstom公司合作开发Breeze项目，目标是在321级机组上安装燃料电池。



同样在英国，VivaRail公司正在与系统集成商Arcola公司合作，以现有的230级电池模块为基础，设计并制造一款燃料电池混合动力车。在2020年初，可能会有一列概念列车展示其性能。

最后，Abellio将在其Midland Mainline上推出氢动力列车，这是英国为数不多的几条没有电气化计划的干线之一。

尽管几年前日本铁路的努力，但亚洲在燃料电池动力火车方面落后于欧洲。但2019年的公告表明，这些装置可能很快就会被展示出来。日本铁道技术研究所已经开发出一种混合动力列车，它有两个90KW的燃料电池和一个540KW的锂离子电池。JR East计划在2021财年测试燃料电池列车，并可能在2024年实现商业化。这些列车时速可达100公里，不过行驶里程有限，约140公里。

韩国对所有氢燃料应用的推动也包括铁路。铁路研究所正与Woojin工业系统合作250亿韩元(2150万美元)的项目，开发1.2MW的燃料电池混合动力列车。这将使列车时速达到110公里/小时，里程超过600公里，并可能在2022年进行测试。据报道，现代的列车制造商Rotem也有兴趣开发使用现代汽车燃料电池电堆的燃料电池列车。据估计，在未来十年左右的时间里，韩国将有131辆柴油通勤列车需要更换。

在2017年的几条头条新闻之后，中国在该领域的尝试已经平静下来。中国铁路股份有限公司(China Railway Rolling Stock Corporation)使用巴拉德(Ballard)燃料电池的轻轨混合动力车在佛山进行了试运行，但没有宣布进一步的发展。与此同时，印度铁路在2018年与SMR大学签署协议后，应该开始运行燃料电池调度机车。该公司将在印度钦奈的一家铁路设施进行车辆运输，以取代排放高的老式柴油机车。这种调度机车在世界范围内都很普遍，而且由于大量时间都在空转，因而导致排放加剧。

早在2010年，北美就尝试过用燃料电池机车进行调度，加州的Burlington Northern Santa Fe铁路就是一个例子。一直到现在才有重大进展，圣贝纳迪诺县交通管理局(SBCTA)宣布从瑞士Stadler Rail公司购买一辆氢动力火车，还有另外四辆的选择。两节车厢火车有趣的命名为FLIRT，将于2024年投入使用，这是连接雷兰德和圣贝纳迪诺地铁车站的9英里长的铁路项目的一部分。

除此之外，只有安大略在大多伦多地区的MetroLinx服务对燃料电池列车进行了深入的检查，因为该服务的电气化计划正在进行中。虽然最初的分析在经济上是积极的，但似乎还没有决定是用燃料电池还是用架空电线。

轻轨最近没有受到如此多的关注。然而，当地市政机构Gorelektrotans已经在圣彼得堡推出了一辆燃料电池驱动的有轨电车，并将其与电气化线路进行了对比。



# 物料搬运车辆及叉车

物料搬运仍然是燃料电池的主要应用领域。目前，美国有3万多辆燃料电池叉车投入日常使用，主要是出于经济考量。大多数叉车都是由Plug Power制造的，但Hyster-Yale和其他公司正在慢慢地进入市场。Hyster-Yale的产品比Plug目前的最佳产品要大，其燃料电池公司Nuvera目前向欧洲和中国的合作伙伴提供45KW的模块，用于集成到商业、重型应用中。Nuvera也内供给Hyster-Yale。

Horizon与美国公司Off Grid Logistics达成协议，将成立Horizon物料搬运有限责任公司(Horizon Material Handling LLC)，该协议旨在在近期引领II类和III类叉车系统的发展。长期目标包括大型起重卡车，甚至港口设备。

Plug继续巩固其地位，包括生产其下一代GenDrive系统的一级工业叉车。Lipari Foods食品公司已经加入了其密歇根州基地的客户名单。今年7月，法国公司FM logistics成为Plug在欧洲的第一个GenKey客户，菲亚特克莱斯勒紧随其后，在11月订购了超过240台。

其他地区也紧随其后。欧洲目前只有大约500辆物料搬运车，主要是小型叉车。不过，事情正在逐渐发生变化：Intelligent Energy与德国的Fahrzeug Entwicklung Sachsen合作，从2020年开始为3级电动手推车提供燃料电池产品。欧洲的3级卡车在过去显然是个问题，与美国的大型卡车不同，欧洲的3级卡车使用的是窄宽电池，很难用燃料电池替代。

Powercell将MS-100 FC系统的体积缩小了30%，同时还考虑了物料搬运。英国的Auriga能源公司在-辆布里斯托尔叉车上试用了AurigaGen FL燃料电池动力机组原型，而林德公司则扩大了燃料电池“Roadster”叉车的范围。与此同时，德国联邦运输和数字基础设施部(BMVI)正通过高达420万欧元(合510万美元)的资金来支持FC物料搬运车辆。

在日本，丰田在丰田市的本町工厂安装了简易加氢站。该加氢站提供氢燃料可供多达8辆FC叉车使用，由子公司丰田工业公司提供，它也为机场，海港和工厂提供了160个FC叉车，主要在日本。他们计划到2020年生产500套，到2030年达到每年1万套。当然韩国也有氢叉车计划，全北省为10辆电池电动叉车替换成燃料电池提供补贴，约₩6600万韩元(合56800美元)。这一举措是促进氢工程机械行业发展的更大战略的一部分。



# 轮船

随着小型船舶的成熟，一场为世界各地不同燃料电池轮渡项目争取“水中金属”的竞赛正在展开。苏格兰、挪威和加利福尼亚都有自己的计划。在苏格兰，海斯III项目正在准备混合动力客运渡轮的动力传动系统测试阶段，由巴拉德HD100 100KW PEMFC和Leclanche电池供电。计划于2021年在奥克尼Kirkwall - Shapinsay线路运行。奥克尼已经有很多氢元素的活动了。该项目的造船商弗格森海事(Ferguson Marine)在资不抵债后被收归国有，刚刚摆脱了濒死的经历。

挪威也在稳步前进。挪威规定，到2026年，只有零排放的船只才能进入受联合国教科文组织保护的峡湾。Hyon公司(Nel、Hexagon和PowerCell的合资公司)在NCE海上清洁技术集群的合作伙伴的帮助下，正在研制两艘燃料电池船：Norled、Selfa Arctic、LMG Marin和Servogear。第一艘是一艘混合动力快速渡轮2018年12月，挪威将从试点e创新支持计划中获得1050万挪威克朗(合120万美元)，计划在2020年投入使用。它的水翼艇允许它以25到45节的速度搭载100到300名乘客。第二艘是一艘沿海货轮，它可以自动装卸多达200个集装箱的货物，由柴油或天然气电力推进、电池和氢气驱动。两艘船都将使用Hyon集团的技术。



Havyard 集团获得1.04亿挪威克朗(合1190万美元)的合同，为Havila Kystruten开发一艘使用氢气的远程ROPAX(滚装、滚装、载客)船。在Sintef Ocean、挪威电力系统公司和Protech公司的支持下，这款远程FC-电池混合动力车将于2022年投入使用。

海事开发仍在进行中，因此在很大程度上依赖于项目。从Horizon2020提供的500万欧元(合600万美元)，Flagship还计划为挪威开发一艘客运和汽车轮渡，由Stavanger的Norled公司运营，可容纳199名乘客，外加60辆轿车或6辆卡车。

法国里昂也计划建造一艘更小的氢燃料电池动力船。这艘渡轮的电力将来自ABB和巴拉德，使用460公斤的氢气，每天可行驶260公里和运行19个小时。这些氢储存在一个600公斤容量250bar压力的氢罐。巴拉德计划在2020年推出2×200KW的PEMFC，并在2021年进行运行测试。最后，Brødrene AA，一家高端和低能耗碳纤维快速渡轮制造商已经公布了其新氢燃料运行的AERO，也为挪威峡湾与行业合作伙伴Westcon, Boreal和Ocean Hyway Cluster达成了适合生产的设计。

法国也在考虑内河航道。Helion氢动力公司将把一个燃料电池集成到一艘河驳上，与Shipowner The Crew和Orion Naval Solutions公司合作。HyBarge项目将于2020年开始进行系统验证。

在更大范围内，Bloom Energy和三星重工(Samsung Heavy Industries)已联手建造SOFC动力船舶。Bloom的专长是固定式FC系统，而三星重工(Samsung Heavy Industry)则是造船。认证机构已经开始参与：该项目已获得DNV-GL原则上的批准。与此同时，现代与江原道省签署了一份谅解备忘录，将燃料电池安装到5吨渔船上。长期的计划是到2022年建成一个可入海的电堆模块，到2030年应用于更大的船只。

通用电气Power Conversion公司也在关注更大的船舶：它正在与Nedstack公司合作，为游轮开发氢燃料电池系统。Nedstack提供了MW级的燃料电池技术，从2MW级燃料电池发电厂概念开始，而通用电气则提供了动力和推进系统方面的专业知识。

巴拉德在丹麦的霍布罗建立了一个Excellence中心，专门为海事部门设计和制造重型燃料电池模块。该中心预计将于2019年底建成，每年可生产15MW的燃料电池模块。

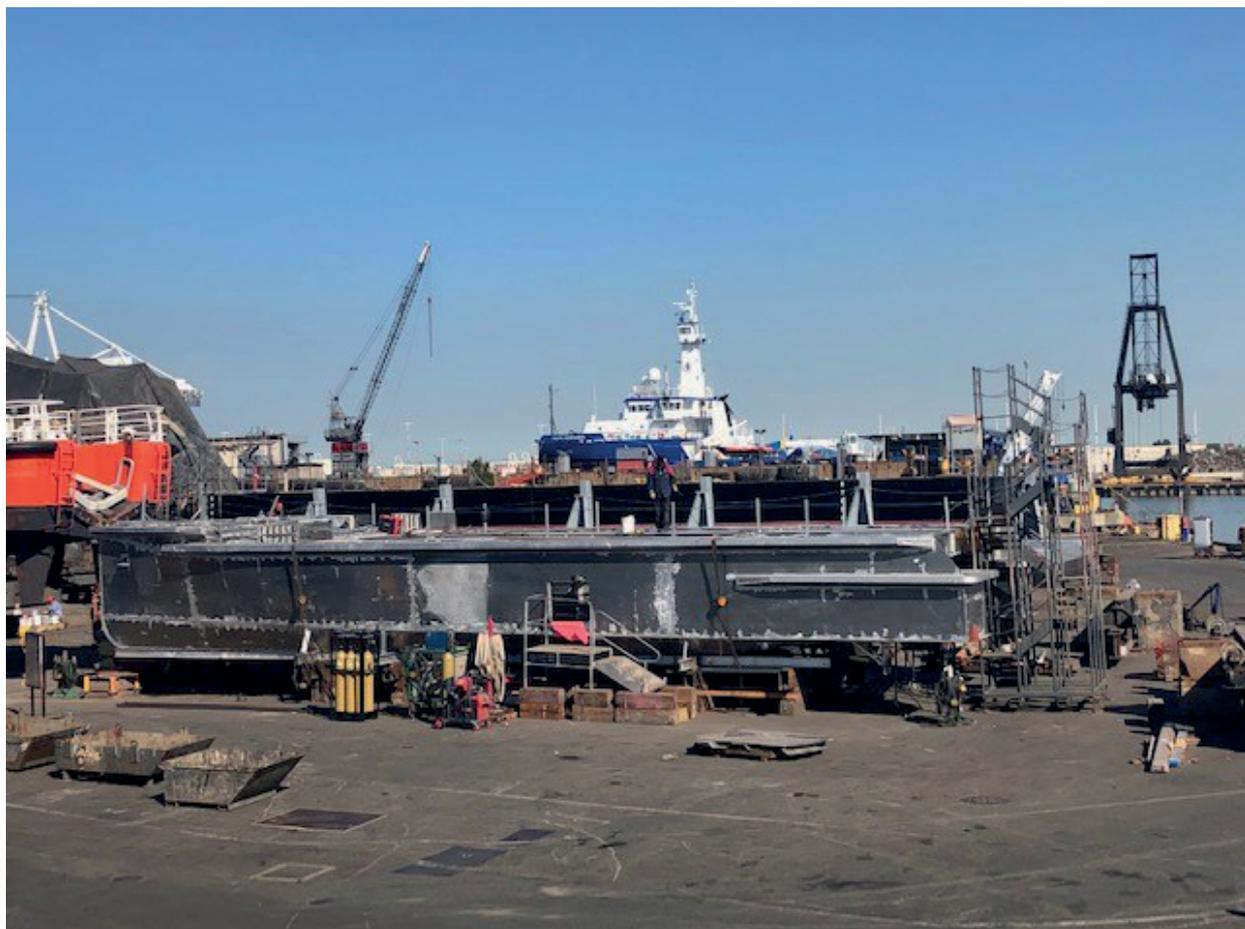
Nedstack还将在OSD IMT的帮助下，为一艘65吨级的港口拖船提供燃料电池系统。20英尺ISO容器中的氢气可以让船只独立操作2到4天。45-50吨和75-80吨的概念在设计中。荷兰也在研究氢的概念：Nouryon、NPRC和Lenten Scheepvaart想把盐从Delfzijl运输到鹿特丹，但只是在分析阶段。

在高端市场，美国Daedalus Yachts设计了Daedalus 80号，并声称这是第一艘配备有电解槽、燃料电池和电池系统的新型豪华帆船。这艘24米长的双体船载有一艘电力供应船，去离子海水将为电解槽提供原料，可再生能源来自航行(最高60KW/小时)、风能(4KW/小时)和太阳能(4KW/小时，每天10-16小时——如果有阳光的话)。另一家造船公司Fincantieri也计划从Proton Power Systems公司订购一块38KW的燃料电池。如果初步的可行性研究显示有希望的话，它可能最终会被装上轮船。

最具雄心的设计奖由荷兰Sinot公司的燃料电池动力概念超级游艇轻松获得，6尺高的模型来展现这艘名为Aqua的367英尺长的帆船。它两个28吨液氢罐和4MW质子泵燃料电池(PEMFC)将允许最高17节的航速和3750海里的航程。价格和交货日期没有透露，但可以肯定的是，如果你需要询问，你买不起…

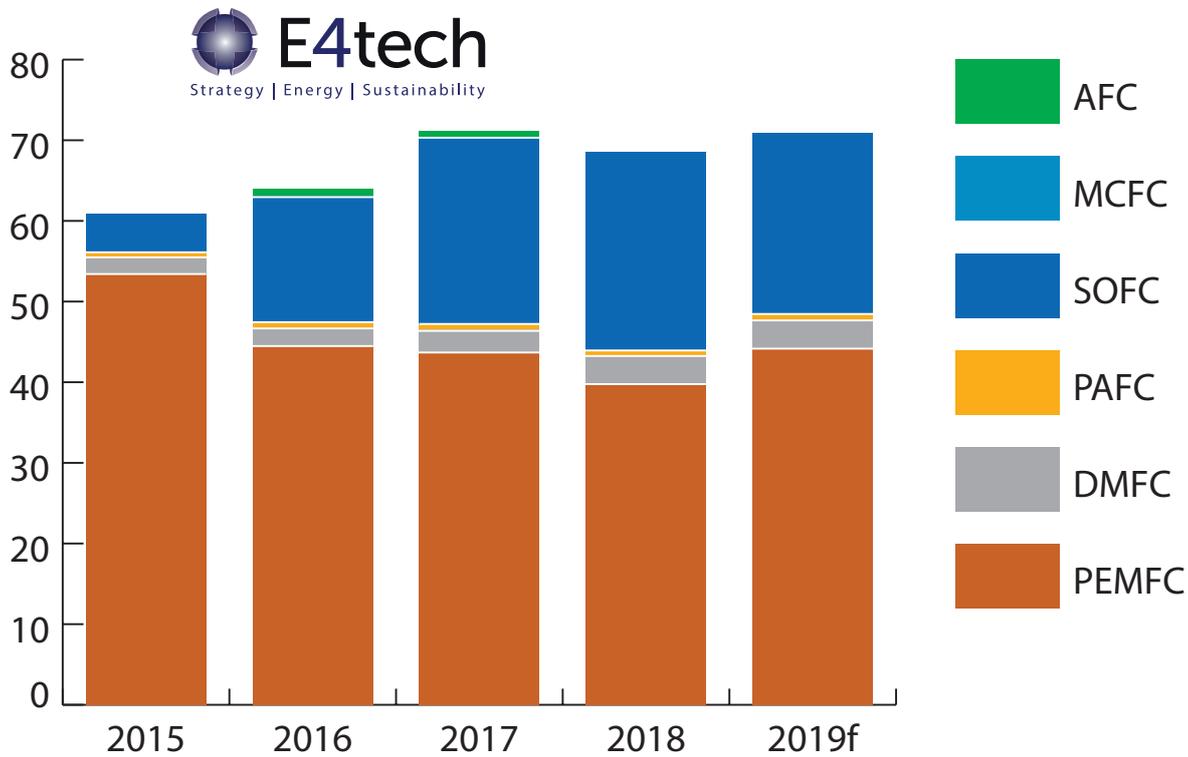
在日本，丰田的燃料电池可以为渔船提供动力。该船的设计已经开始，预计2020年初将会有一艘重达19吨的原型船。海洋测试计划在2022年进行，并在长崎后藤岛的一个金枪鱼养殖场进行初步实施。“e5 tag”是一艘由燃料电池和电池驱动的电动港口拖船，将由东京Kisen公司和e5实验室公司开发。该船配备两个1500千瓦的方位推进器，将有50吨的拖曳力和14节的服务速度。启动计划于2022年在横滨和川崎港口进行。

这艘水上往返渡轮可能在2019年下水，目前仍在建造中，但仍有可能赢得让船体下水的竞赛。工程正在迅速进行。

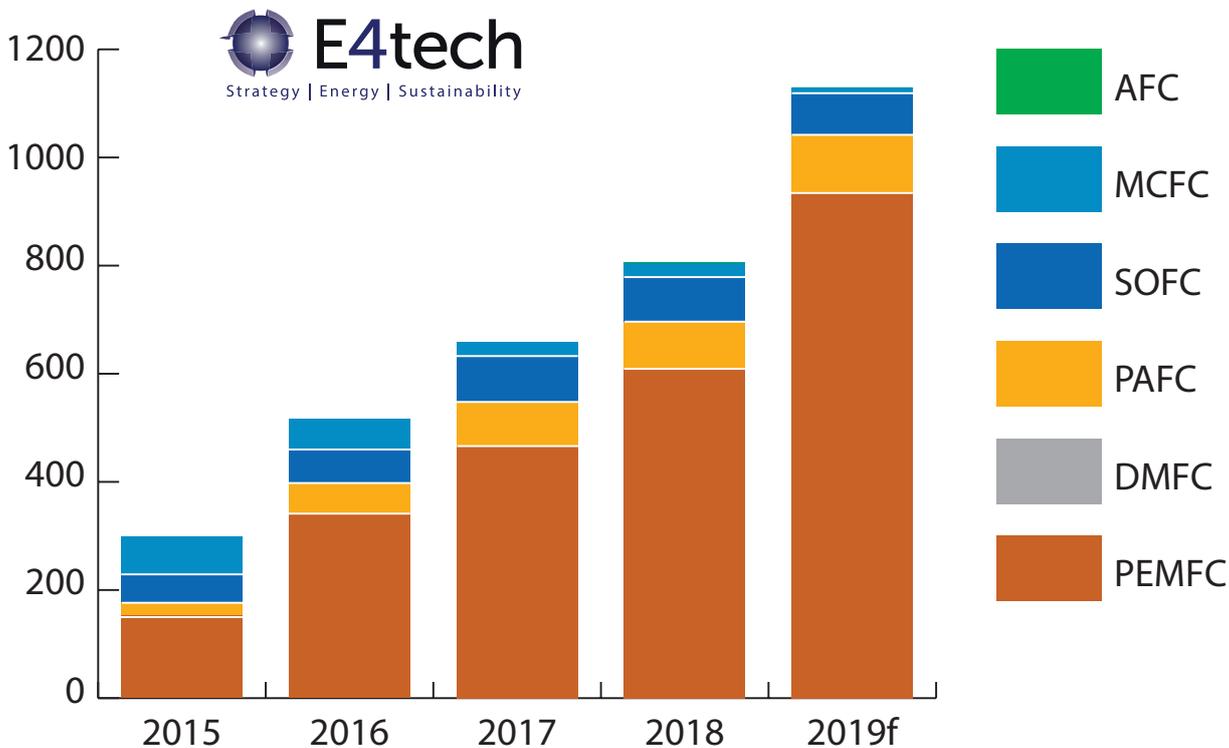


# 按燃料电池类型的出货量

2015 - 2019 年按燃料电池类型的出货量(单位1,000 台套)



2015 - 2019 年按燃料电池种类的兆瓦出货量



2019f是我们基于1月至9月的可靠数据对全年的预测。

我们对2018年的数据进行了修正。主要的变化是日本2018年的最终数据低于原本的预测。

# 按燃料电池类型的出货量

与2014年以来的情况一样，PEMFC在燃料电池类型的发货量中占据主导地位，无论是台套数(目前每年超过44,000台套)还是兆瓦出货量(目前超过900MW)。前者大部分来自Ene-Farm，后者大部分来自交通运输，尤其是现代和丰田的燃料电池乘用车。运输行业出货量的预期增长表明，我们可以预期PEMFC未来将进一步增长。

SOFC的机组台套数量位居第二，超过22,800台，主要用于固定电源，尤其是家用热电联产。很多来自日本的Aisin和欧洲的SOLIDpower。近80MW的SOFC装机量中，大部分来自美国的Bloom Energy。

SOFC非常适合于CHP和主供电源，但是将SOFC组合应用于车辆应用的协议，比如潍柴使用Ceres power的技术，可以看到未来的一些多样化。

PAFC在数量上落后于SOFC，但在兆瓦出货量上领先，其中斗山(Doosan)燃料电池出货量领先，富士电机(Fuji Electric)紧随其后。我们估计2019年PAFC的总出货量将超过100MW，比2018年增长25%。

MCFC的出货量受到唯一供应商FuelCell Energy的影响。预计2019年将增加10MW，但生产线目前正在加速运行。

DMFC预计将在2019年贡献与2018年类似的台套数量—约3700台套，总兆瓦出货量不到1MW。DMFC用于便携式充电(主要是露营、一些国防应用)和远程小功率输出供应。目前唯一批量供应的是SFC Energy，不过仍有几家公司在继续探索这项技术。

统计在PEM里的基于PBI的解决方案继续由Serenergy(专注于固定设备)和Blue World Technologies(交通)开发和销售，Palcan在中国运营。即使有像UltraCell这样的小众供应商的贡献，目前基于PBI的电堆的出货量和容量都很小。

尽管AFC Energy和GenCell已经发布了几项关于AFC的积极声明，但出货量非常有限。



# 固定式燃料电池系统

固定燃料电池市场仍然参差不齐。日本的Ene-Farm或多或少保持了年销售额，Bloom Energy和斗山也在继续寻找客户。不过，FuelCell Energy公司度过了艰难的一年，直到2019年底才收到延期订单，并获得了资金支持。多数的销售仍需依赖某种政策的支持。如果必须识别趋势的话，那就是“商业化”发展。Ene-Farm的功率一直在1kW或以下，而上述其他公司专门生产几百kW或以上的功率。而大约5-10kW的机组现在开始崭露头角。

## 日本依然领先

日本政府和工业界都对燃料电池和氢燃料做出了非凡的长期承诺。尽管PEMFC系统的补贴已经用完，SOFC的最高补贴也只有8万日元(合730美元)，但其年安装量仍接近4.5万台。自该计划启动以来，我们统计了35万台订单的总出货量，但根据日本经济产业省的数据，到2019年9月，只有29.5万台订单申请了补贴。该计划已实施了一段时间；对一些人来说，政府提供的少量资金不被认领并非不可能。

尽管日本有世界上最大量的民用燃料电池系统，但2020年的安装目标将无法实现。销量需要出现非同寻常的增长才能达到最初宣布的140万台的销量。2030年530万台的目标也很激进，尤其是在只有松下(Panasonic)和爱信精机(Aisin)这两个玩家的情况下。松下是最早的Ene-Farm公司中唯一的幸存者，它生产和销售的燃料电池可能比地球上任何其他公司都多一超过16万台。不过，从年度销量来看，它现在与爱信精机并驾齐驱，因为SOFC系统的受欢迎程度与PEMFC不相上下。不过，随着日本制造企业大日一雄(Dainichi Kogyo)、京瓷(Kyocera)和东京燃气公司(Tokyo Gas)在10月份发布了Ene-Farm Mini，新的竞争形式将可能涌现。拥有400W电力和一个整体热水箱的SOFC热电联产机组，将于年底开始销售。

松下基于700W PEM的热电联产系统是它的第五代，令人印象深刻的是它的PEM模块保证90000小时的寿命。

爱信精机的700W SOFC系统的迭代次数较少，在补贴的目的上仍被认为是不成熟的。这两家公司都与日本主要的地区天然气公司直接合作，后者也开发了小型天然气转化氢气装置。大部分天然气是通过天然气公司出售的。日本最大的两家燃气公司—东京燃气公司和大阪燃气公司—已经分别售出了超过10万台系统。

该项目的规模之大，再加上不断改进以减少零件数量和精简生产流程，使得PEM系统能够达到每台80万日元(合7350美元)的目标价格—这也是补贴停止的原因。由于SOFC系统尚未达到123万日元(11300美元)的目标价格，因此仍有资格获得适度补贴。此外，地方和地区政府也提供少量的额外补贴。



## 转向商业规模?

多年的发展可能会在具有商业规模的领域结出硕果，尽管迄今为止安装数量仍然是个位数，但是随着三浦10月份宣布的4.2 KW的SOFC系统，以及京瓷公司即将推出的3 KW系统，2020年可能会有一些变化。三浦作为Ceres Power的日本OEM合作伙伴之一，已经与这家英国公司合作多年，将其SteelCell系统投入使用。FC-5B系统有50%的电效率和90%的热电联产效率。

三浦是日本最大的锅炉制造商，正在利用SOFC热电联产技术开发低排放产品。电装(Denso)和日立造船(Hitachi Zosen)都有发展相关产品，但没有重大的公告，富士电机(Fuji Electric)继续致力于SOFC开发，据报道其规模为几十KW。同时它维持了FP-100i PAFC装置的部分销售。

## 氢能正在加速？

随着全球对氢燃料的兴趣日益浓厚，专为纯氢燃料设计的固定燃料电池的数量也在增加——尤其是日本。在2018年底，松下推出了基于质子交换膜的氢燃料电池发电机，5KW的系统据称有57%的电效率。首个示范单位应该是东京的HARUMI FLAG城市再开发项目，其系统将在2021年商业化。松下加入了东芝(Toshiba)和兄弟(Brother)公司的行列。东芝公司提供了H2Rex系列系统-包括700W、3.5kW和100kW(使用多个3.5kW组件)三个规格，供小型商业如零售商店及酒店应用。兄弟公司与Seiryu Power Energy和森松工业(Morimatsu Industries)合作，展示了一个4.4 KW的纯氢热电联产系统G-Force，再次瞄准商业市场。

## 韩国的电力市场

由于政府在电力市场上的不断收紧，迫使越来越多的可再生能源(以及燃料电池)投入使用，日本在小型系统中独占鳌头，而韩国则是大型系统之王。韩国的装机容量已经达到了300MW左右，其中京畿道绿色能源公司运营的世界最大的燃料电池园拥有59MW的FuelCell Energy/POSCO MCFC系统。还有更大型的规模，今年3月，韩国西部电力公司(Korea West Power)、韩国核能与水电公司(Korea Nuclear and Hydro)、韩国江东能源公司(Gangdong Energy)和庆州市(Gyeongju City)签署了一份在江东工业园区建设一座200MW电厂的谅解备忘录。

近年的加速增长是必须的。韩国的氢能路线图显示，政府正在寻求在2022年之前将其装机容量增加两倍，计划在2040年达到8GW，这将需要政府、产业和能源行业的共同努力来实现。

直到2017年，通过与FuelCell Energy的协议，POSCO一直是固定式燃料电池的主要供应商。然而，据报道POSCO提供的系统的电堆寿命非常短。

这导致电堆需在服务协议前提前更换，给POSCO带来了1万亿韩元(8.59亿美元)的维护费用，这是一笔较大的损失。自2017年以来，POSCO一直试图退出该行业，据报道，今年7月，POSCO终于与FCE达成协议，允许其退出该行业。POSCO将继续为已安装的机组提供服务，并在8月份与京畿道(Gyeonggi)重新谈判了一项长期服务协议，该协议将为POSCO续签其它地方的协议设定基准。

随着POSCO的退出，韩国MCFC的销量下降，2019年的销量为零。但斗山燃料电池填补了这个空间，其PAFC PureCell机组的订单积压，而Bloom Energy基于SOFC的能源服务器也正在进入市场。

韩国的氢能趋势也很明朗：斗山已经有了纯氢的PureCell变种，而PureCell在历史上只使用天然气。今年8月，全球最大的氢燃料电池工厂——韩国韩华能源(Hanwha Energy)和斗山(Doosan)联合开发的50MW的Seosan装置开始动工。它将使用来自邻近的化学处理工厂的副产氢。2019年的其他斗山订单包括韩国西部电力公司(Korea Western Power)的22MW和韩国米德兰电力公司(Korea Midland Power)的5MW，预计2019年初将增加约160MW的装机容量和235MW的管道装机容量。2019年的总销售额将超过4亿美元。这本来可以让该公司实现盈利，但去年10月，该公司从斗山公司(Doosan Corporation)剥离出来，新的财务状况尚未确定。2019年10月，斗山的全球PureCell机队有306台(合175MW)在运行，另有554台(226MW)在准备中。

韩国对氢燃料电池的兴趣在去年10月进一步增强，当时现代和斗山与蔚山科技园区(Ulsan TechnoPark)签署了一份谅解备忘录，将利用氢燃料电池PEM和PAFC燃料电池系统，建立一个氢能微电网示范。

Bloom通过与韩国合作伙伴进入韩国市场，特别是与韩国SK工程建设公司(SK Engineering and Construction company)的协议实现的。Bloom在韩国通过SK房地产和能源部门SK D&D的协议拓展了合作。据报道，2019年已有三份合同：韩国米德兰电力公司(Korean Midland Power)将在首尔获得6MW的装机容量，韩国最大电信企业KT Corporation将获得两份900KW的装机容量。

为了进一步深化双方的关系，SK Engineering and Construction宣布与Bloom成立一家韩国合资企业，“开发和生产针对国内外客户的燃料电池”。Bloom公司获得合资公司51%的股份，SK公司获得49%的股份。

其他韩国企业也很活跃，不过规模不同。现代的战略是继续使用NEXO汽车PEM模块，使其使用在尽可能多的应用上。2月，现代在南忠州市的一栋建筑安装了5台NEXO电堆，可产生450KW的电力的固定式发电系统，在4月，现代宣布将于2019年年底韩国蔚山落成1MW系统。固定系统领域的新公司还有海根电力(Hygen Power)等公司，它们应该会在2020年开始运送住宅机组，并计划建造更大的系统，还有来自斗山(Doosan)、S-Fuelcell和HnPower的PEM机组。

### 美国喜忧参半

美国拥有世界上安装最多的固定式燃料电池电力系统，主要是工业级100kW以上的机组，由三家美国企业提供：加利福尼亚州和特拉华州的Bloom Energy，以及斗山美国燃料电池公司(Doosan)和Fuel Cell Energy公司，这两家都位于康涅狄格州。

但这些设备只在美国50个州中的小部分州安装：加利福尼亚州占了相当大的比例，还有一些东北部的州，包括纽约州、康涅狄格州、宾夕法尼亚州、特拉华州和马萨诸塞州。它们都有某种形式的支持性监管：严格的排放要求、强有力的可再生能源投资组合标准和/或优惠补贴，以补充联邦税收抵免制度。例如，在2019年，加州南海岸空气质量管理委员会宣布为三个项目提供资金支持：洛杉矶峡谷学院的Bloom Energy服务器，长滩水族馆的1.32 MW系统，以及与SoCalGas合作的住宅燃料电池项目。

斗山燃料电池美国公司是新近分拆出来的斗山燃料电池业务的一部分。除了最近在韩国Iksan的姐妹工厂，南温莎工厂还生产PureCell。根据2019年初的估计，斗山在美国的装机容量为45MW，其中康涅狄格州为18MW，而据报道，康涅狄格州的管道容量为30MW。该州有配套的对环境友好能源的采购框架。这包括去年宣布的20MW的PureCell机组，用于New Britain, CT数据中心。这44个机组预计将在2020年投入使用。

斗山今年继续接到康涅狄格州其他终端用户的新订单，包括布里斯托尔市污水处理厂(City of Bristol facility)的一个机组，该机组将根据20年PPA从2019年底开始运营，还有康涅狄格州大学和康涅狄格州立学院和大学的潜在订单。



在去年上市并重新引入联邦投资税收抵免之后，Bloom Energy在2019年一直稳步发货，主要订单来自数据中心和医疗行业。Bloom在美国50个州中的11个州拥有终端用户，前三名分别是加利福尼亚州、纽约州和宾夕法尼亚州。许多是回头客，例如家得宝(Home Depot)在美国部署了202台能源服务器。2019年值得注意的交易包括杜克能源一号(Duke Energy One)的37MW机组，潜在价值2.5亿美元。

据报道，杜克已经在其客户群中确定了30个地点，这些地点可以在未来18个月内接收到机组。硅谷的Extreme Networks公司也订购了这款机组，其中3.5MW将用于Illumina在圣地亚哥的总部，2.5MW将用于新泽西州的电子产品制造商II-VI。安吉伦(Agilent)在加利福尼亚州和特拉华州的电力需求为3.5MW，而福特汉姆大学(Fordham University)、纽约大学(NY)和洛杉矶的阿尔罕布拉开发项目(Alhambra Development)已分别签署了250KW和1MW的合同。Bloom现在也在“升级”旧的能源服务器，包括由南方公司提供资金支持的30MW的Delmarva。纯氢再次出现在视野中，Bloom在6月份表示可以将其用作燃料。

沼气的试验也在进行中，有一个50KW的示范装置。来自废物的燃料是与加州生物能源公司拟议的一项协议的一个特点，其使用奶牛产生的废物为能源服务器提供燃料。

除了美国和韩国，Bloom公司还在向印度进军，在Maharashtra的Shirala，印度有4MW的发电机组正在排队等待使用，它们也将使用生物废料作为燃料。

印度班加罗尔的怀特菲尔德大厦(Whitefield Tower)项目计划使用1MW的能源服务器,使用天然气,这将与英特尔(Intel)在班加罗尔的Bloom公司3.5MW的服务器并举。

到2019年底, Fuel Cell Energy公司将走出黑暗时期。它艰难地度过了年初,4月份解雇了135名员工,占丹伯里和托灵顿员工总数的三分之一。但去年11月,曙光以Orion Energy Partners的形式出现。Orion Energy Partners是一家总部位于纽约的公司,专门提供创造性的债务解决方案。Orion已将FCE的生命线延长了8年,2亿美元,并可购买至多2000万股FCE股票的认股权证。8000万美元的贷款被立即提取出来,以支持项目的执行。剩下的1.2亿美元将在未来18个月用于营运资本和战略增长投资。FCE有一个很大的积压订单,据报道有84.5MW的在建项目,并且正在打开已封存的生产线以交付这些项目。

FCE的管道完全由20年的PPAs提供,比如长岛电力管理局,康涅狄格州的德比和哈特福德。这种商业模式需要大量的资金,而FCE在过去的三个季度中没有任何产品销售收入。但这笔贷款,加上与埃克森美孚(ExxonMobil)价值6000万美元的两年联合开发协议,改变了局面。后者的碳捕获技术使用MCFC电堆作为集中器。

FCE已经宣布了2019年的一些成功:圣伯纳迪诺已经签署了20年的SureSource 1500厌氧消化气体操作PPA;今年5月,FCE收购了Dominion Energy旗下的14.9MW的MCFC布里奇波特燃料电池园(MCFC Bridgeport Fuel Cell Park)。今年4月,该公司启动了一个由美国能源部化石能源办公室支持的2个200KW规模的先进SOFC系统演示。FCE在第三季度业绩报告中称,该公司16MW的资产价值1.56亿美元。

### 欧洲正在加速…缓慢地

固定燃料电池系统在欧洲的部署速度仍低于韩国、日本或美国。尽管整体上的支持是强大的,但大规模推出的支持还没有出现。因此,部署国内燃料电池热电联产系统的财政激励往往是针对成千个单位,而不是上万个单位,而且几乎不存在促进更大规模的商业和工业系统。最重要的项目来自欧盟的公私合作伙伴关

系FCH2 JU(燃料电池和氢联合事业2)和德国的KfW 433计划。

FCH2 JU与欧洲5家国内燃料电池热电联产系统供应商合作,为这个为期5年的9000万欧元(1.07亿美元)PACE项目提供资金。该项目的重点是刺激市场: BDR Thermea、博世(Bosch)、SOLIDpower、Sunfire和菲斯曼(Viessmann)正共同寻求到2021年在10个国家安装2800台设备。增加设备数量有助于降低成本,获得操作和维护经验,提高意识。现在已经是第三个年头了,虽然没有日本的规模,PACE项目的数字也很可观。据报道,这些企业在10个成员国安装了大约800台,比利时更是高达近400台。已经订购了数百台,最终目标是安装2800台。

这些供应商还受益于德国的KfW 433计划,该计划自2016年开始实施。250W至5KW之间的燃料电池系统的最终用户可获得最高28200欧元(合33,400美元)的资助,包括补助金和与产量相关的补贴。从2016年开始到2019年9月底,几乎有9000台机组得到了支持。仅2019年前9个月就批准了3403份申请。安装超前审批几个月。

菲斯曼的下一代750W的Vitovalor PT2系统包含一个额外的锅炉和热水缸,并使用松下下的PEM模块。菲斯曼报告称,截至2019年6月,欧洲各地已安装了4500多台,PACE项目售出了710台。基于SOFC的750W系统也将是菲斯曼合同的一部分。



Sunfire提供SunfireHome 750W SOFC系统据报道已安装250多台，它PACE项目的目标是500台左右。它整合了Vaillant的技术和Sunfire自己的SOFC电堆。这些也为Sunfire的PowerPlus商业规模系统和更小的SunfireRemote产品提供动力。



今年早些时候，Sunfire与NewEnergyday于2018年秋季收购的Neubrandenburg站点被宣布为其新的燃料电池能中心(centre of competence)。

SOLIDpower还在2019年初推出了下一代基于SOFC的BlueGEN BG15。该1.5 kW热电冷联产系统声称具有55%以上的电效率，并附带10年的全面维护协议。据报道，全球有1400台BlueGEN机组。SOLIDpower的意大利25MW生产工厂(两班倒则有50MW)应在年底前完工，与德国的Heinsberg工厂形成互补。BDR Thermea和博世都提供基于PEMC的国内热电联产系统，博世正在与Ceres合作开发SOFC产品。在PACE项目下，BDR的Senertec Dachs Innogen 700W PEM系统的目标是500套和博世650套。与此同时，SOLIDpower公司还宣布，除了现有的完整微CHP和其他固定式机组业务外，还将向OEM企业和系统集成商出售SOFC模块。

与日本一样，商用固定式燃料电池在欧洲才刚刚开始受到关注。法国工业大学资助的COMSOS项目将提供23-25套10-60KW的商用SOFC机组。SOLIDpower公司将交付15 x 12KW的SOFC系统，Convion公司的两个60KW的C50系统和Sunfire公司的20KW系统。SOLIDpower公司正在扩大其产品的规模，今年向德国的一个学术合作伙伴交付了一个25KW的SOFC系统，加入了韩国和美国的几个SOLIDpower商业级机组。Convion还将向芬兰LEMENE项目交付两个C50系统，其中SOFC电堆来自爱沙尼亚的Elcogen。

Convion是一家集成商，之前在交付给意大利DEMOSOFC项目的系统中使用过IKTS/Plansee电堆。

由于在欧洲缺乏商业吸引力，Convion正在亚洲、韩国、日本和最近的中国寻找机会，SOLIDpower和Sunfire已经在这些市场开展了业务。Sunfire报告在中国安装了两个25KW的发电机。

AFC能源公司自其250KW的碱性发电机组作为由FCH JU支持的发电项目的一部分进入汉堡以来一直保持沉默，但在2019年发布了一系列声明。今年4月，该公司筹集了81.3万英镑(合100万美元)，为商业部署做准备，并获得了400万英镑(合500万美元)的可转债安排，6月又筹集了100万英镑(合125万美元)的营运资金。与De Nora一起工作，它的电堆现在已经连续运行了12个月，目标电解质寿命超过4年。这些电堆被标记为HydroX-Cell(L)，并配置在10KW模块用于大规模工业应用。AFC也有一个新的固体电解质为基础的电堆，更高的功率密度HydroX-Cell(S)，旨在为移动式和固定式应用。两种电堆设计都可以使用“低”等级的氢，即使不是SOFC也比PEM有优势，尽管二氧化碳仍然必须被清除。

AFC还开发了一个集成氨裂解器，允许燃料被传送到远程应用如电信备用电源。和其他一两家公司一样，该公司已经开始推广一种支持电动汽车充电的系统。“H-Power”是以氢为基础的。去年11月，他们通过认购股票筹集了52万英镑(合66.3万美元)，以帮助为这款设备的订单筹集资金。这款设备计划于12月与电动汽车充电器公司Rolec合作推出。

Ceres Power的许可模式使其在2019年进一步增加了OEM合作伙伴。今年7月，该公司与斗山(Doosan)签署了一项价值800万英镑(合10.2美元)的韩国市场合作与许可协议。它5-20kW的SteelCell科技将会在商业化使用。

Doosan和博世同列，博世在2019年与Ceres、日本的三浦(用作热电联产)和美国的康明斯签署了类似的技术协议。与此同时，Ceres正在英国Redhill试运行其新的电堆制造工厂，计划于2020年完工。这个2MW装机量的试点工厂将向其OEM合作伙伴证明它的生产能力，然后在英国以外建立更大的工厂。博世已经在建造自己的类似装置，以实现快速的技术和专有技术转让。Ceres也对氢感兴趣。为了应对政策导致科技过时的担忧，Ceres展示了以纯氢为燃料的设备，也可使用天然气或两者的混合物而没有任何副作用。

欧洲部署的工业规模的固定式燃料电池系统在100千瓦以上的是少之又少。由FCH JU支持的Electrou项目一直在努力为伦敦国王十字车站占地67英亩的重建项目寻找1MW以上的固定燃料电池。Fuel Cell Energy退出了该项目，据报道斗山一直有兴趣，但搜索仍在持续。尽管FCE在7月份宣布将重新推出SureSource MCFC系统的次MW级，250和400型号将在德国使用来自美国的电堆进行组装。去年10月，该公司与德国能源企业EOn Business Solutions达成了一项协议，共同向欧洲市场出售FCE的SureSource部门，因此，现在公司充足的资金可能会在未来在欧洲有重大的活动。

### 混合动力车

多年来，有几家公司已经看到了开发混合固定燃料电池系统的优点——为工业规模和60%以上的效率而设计——但现在只剩下一家。原则上，将燃料电池(通常为SOFC)与利用燃料电池废气发电的涡轮相结合，可以充分利用燃料中的能量。实践中实现它是昂贵和复杂的。21世纪初，西门子西屋电气(Siemens Westinghouse)曾尝试过燃料电池领域，但目前已不再涉足；通用电气曾计划推出一款带有往复式发动机的SOFC，然后花了数年时间试图出售该技术和IP，最终在7月份成功地卖给了康明斯；2018年底，韩国LG电子(LG Electronics)与劳斯莱斯(Rolls-Royce)合资的地方政府融资平台终止了自己的SOFC混合动力车开发。

讽刺的是，它最终取得了长足的进展，在美国能源部支持下，在一个250KW的增压混合SOFC系统上进行5000小时的测试。当斧头落下的时候，这个装置已经运行了超过1800个小时，达到了55%的净输入，并向俄亥俄电网供电。但由于LG电子和劳斯莱斯都在“专注于自己的核心业务”，俄亥俄州坎顿和英国德比削减了70多个燃料电池岗位。留下了最后一家日本的MHPS。具有讽刺意味的是，劳斯莱斯电力系统公司(Rolls-Royce Power Systems)和梅赛德斯-奔驰集团(Mercedes-Benz group)旗下的Lab1886公司正在合作开展一个试点项目，在数据中心现场使用燃料电池供电。以MTU品牌命名的劳斯莱斯将利用梅赛德斯-奔驰燃料电池公司(Mercedes-Benz fuel Cell GmbH)生产的汽车燃料电池开发发电机组，并在劳斯莱斯位于德国弗里德里希港(Friedrichshafen)的数据中心进行测试。

MHPS的250KW SOFC涡轮混合系统MEGAMIE已经安装在东京丸之内大厦。今年春天，Hazam Ando Corp公司为其位于茨城县的技术研究所又下了一份订单，将于2019年年中交付。这六个示范机组已经在日本各地的MHPS发展伙伴关系的不同成员中运行，如丰田和NGK Spark Plug。MEGAMIE中的Solida燃料电池来自于2014年MHPS和NGK Spark Plug的合作。今年7月，NGK和MHPS同意成立一家合资公司，在更广阔的市场上生产和销售SOFC电堆，可能是为了增加销量。MHPS计划将该机组的发电能力提高到1MW，并最终将其与燃气轮机和蒸汽轮机相结合，以适用于电力效率达到70%以上的公用事业规模的发电厂。

## 保持离网

虽然燃料电池在原则上对电网以外的应用有吸引力，但采用起来并不像人们曾经预期的那么容易。电信公司需要高可靠性，而现有的竞争对手以低价进行反击。但一些适应性强的玩家存在。台湾中兴电工公司(CHEM)从H2PT和Ballard公司获得技术，据报道，该公司在全球拥有3000多套系统，主要在亚洲运行。

他们在4月份宣布了一项偏离原始技术的举措：ME2Power的甲醇燃料系统(带有转化装置)将从巴拉德技术转向PlugPower的ProGen模块。今年9月，该公司计划在南非建立一家生产工厂，为G5 me2电力系统提供电力。据悉，VodaCom自2011年以来已经为其国内电信网络部署了300套系统。CHEM还参与了南非农村电气化项目，为离网村庄示范小型固定燃料电池系统。当地的HyPlat公司据说正在为这些系统开发膜电极。

另一个竞争者是以色列的GenCell，其碱性的G5和A5 4-5KW系统开始在电信和其他偏远市场销售。该公司曾计划在2019年进行IPO，但后来暂停了。与此同时，2月份GenCell与Flex有限公司达成了一项协议，该协议将把生产能力从每年100台提高到5000台。Altery在这一领域有着悠久的历史，其5KW的自由电力系统已销往加利福尼亚、佛罗里达和纽约，并拥有700多套设备；巴拉德有自己的H2PM系统，Hydrogenics提供了h2m - x。PlugPower在相同的市场销售其GenSure E系列产品，功率从200W到4.4 KW不等。据报道，PlugPower公司有4500台设备在使用中。

巴拉德FCgen-H2PM有1.7和5KW的不同种类。巴拉德报告的销售额非常温和，这些机组的稳定收入来自欧洲和日本。今年2月，巴拉德与两家丹麦网络运营商Eniig和Fibia签署了框架协议，为其提供30 x 5KW的FCgen-H2PM机组，包括储氢装置。这些系统将加入丹麦公司目前使用的125套系统。最初的30套订单价值120万美元，2019年可能会增加40-70套。

SFC Energy去年收购了相关的氢燃料电池资产和知识产权，今年10月从合作伙伴adKor GmbH获得了一份框架合同，为德国数个州的无线电发射塔提供氢燃料电池。价值530万欧元(约合590万美元)合同将于2021年到期，届时将配备2.5KW的Jupiter系统。

10月,德国Sunfire公司宣布与Ensol系统公司的合作，Ensol是一家提供离网供电解决方案的加拿大制造商和供应商，在北美市场为Sunfire固体氧化物燃料电池提供集成、分销和服务，我们可以看到一个份额增加的固体氧化物燃料电池走向未来。

最后，Proton Power Systems公司与德国APEX Energy Teterow公司签署了一份意向书，将在2020年至2022年期间提供10个燃料电池集装箱，最多可提供150KW的燃料电池。意向书还提到了生产最高可达500KW系统的集装箱的许可证协议。Proton公司通常为铁路基础设施等关键系统UPS制造这些基于集装箱的系统。



# 远程，便携式和军用选项

原则上，燃料电池在许多离网应用中可以胜过电池。在实践中，高成本和复杂的系统工程，加上电池性能的显著提高，降低了便携式燃料电池的可达市场，导致多年来公司和产品失败。随着MyFC退出市场，小型“消费电子”燃料电池在2019年宣告终结。

## 远程和便携式

不过，作为最早成立的燃料电池公司之一，SFC Energy仍引以为豪。它已经售出了41000个基于DMFC的系统，最初的产品是为露营的自动充电电池。Simark子公司允许它向加拿大石油和天然气行业销售，现在贡献了38%的销售额。去年11月，Simark与蒙特利尔的Axsera公司签署了一项合作协议，为EFOY Pro燃料电池解决方案提供北美地区的电信应用。香港证监会的另一家子公司PBF集团向电子行业销售专业设备。2019年，PBF成功融资2700万欧元(合3000万美元)，以加速核心市场的有机增长，引进新开发的氢燃料电池(Jupiter系列，与adKor合作)，并为进一步潜在的战略收购和投资提供资金。预计SFC energy全年收入约为6000万欧元(合7100万美元)。

## 很少有人追求便携式电源

便携式领域的其他公司包括英国的Adelan(微管状SOFC设计的先驱)、Adaptive Energy公司(前身为USSI，在此之前是AMI，拥有一系列用于地基无人机系统的SOFC产品)、和Upstart Power(原Protonex，其发展SOFC)。2019年，巴拉德将原Protonex power manager业务出售给了Revision Military。SAFCcell继续取得进展，与UltraCell和帝国/伦敦大学学院(Imperial/UCL)的分拆公司Bramble Energy合作，目的是在其成熟后，将其基于印刷电路板的PEM电堆设计出售给便携式设备，或者其他市场。

Adelan经历了困难时期，但它扩大了团队和场地。它已经开发了一个小型发电机系统，并与英国客户进行了测试。在中国有两个项目，一个是SOFC动力无人机。Adaptive Energy已经出售了数百台用于远程电源和无人机的轻型SOFC。SAFCcell正在寻求1000万美元的资金，以扩大规模，将其50W功率的系统提升至1KW，从而进入石油、天然气和电信市场，并继续开发军用的JP-8燃料系统。Bramble Energy应于2020年上半年向中行推出首个商业化的20W产品，目前正在寻找一轮融资，以扩大自己的业务规模。



## 重新包装，何去何从？

在军事领域之外(燃料电池现在被用于超过12小时的任务)，产业的道路上布满了试图与电池竞争却失败了的公司和产品。因此，像MyFC这样的公司(拥有最新的LAMINA-MAX)现在正在寻求许可他们的设计来生产大型汽车燃料电池。相当小的便携式燃料电池可以重新包装，以供远程/离网使用(通常在封闭的环境中)。对SIQENS的甲醇燃料的Ecoport 800来说，EcoCabinet就是这样一个例子。今年1月，高速公路维修机构“北电高速”(Autobahndirektion Nordbayern)购买了一台以用于驱动摄像机。Adaptive Energy和SFC也采用了类似的重新包装方式。BOC从未寻求重新包装，而是使用小型燃料电池和长效氢气罐，瞄准需要长时间运行、低噪音或低排放的离网客户。比如泰勒建筑公司(Taylor Construction Plant)，它为埃塞克斯高速公路(Essex Highways)的Heybridge仓库提供了一座TH200型照明塔。

## 无人机复制新型叉车?

叉车是最早的燃料电池商业市场之一，它的表现确实优于电池。无人机也有类似的特点。随着无人机或无人驾驶飞机市场的增长，几乎每天都有新的用途，燃料电池被越来越多地用作动力来源。它们可以提供更长的运行时间，节省充电时间，减少特定区域所需的装备数量。大坝和管道的监测、测绘、森林火灾或野生动物偷猎者的监视都是适合燃料电池无人机的应用。

出售到这个市场的燃料电池现在是无人机的一个组成部分，而不是一个附加零件。Doosan Mobility(在PAFC业务剥离时由其Doosan母公司保留)和Horizon Energy Systems支持这种程度的集成。

斗山的无人机在2月份持续飞行2小时(电池版本仅30分钟);现在，电力公司KEPCO用它来检查输电线路。在2019年第一季度，Intelligent Energy公司演示了一架微型无人机，它携带了5公斤的有效载荷(包括一个6升的压缩氢燃料箱)，持续飞行70分钟。重量是至关重要的;韩国MetaVista公司生产的一个液氢储罐(每磅储氢量更大)可以连续飞行10小时以上。IE也推出了它的Power Path模块，允许800W的电堆连接在一起，用于更大的无人机。

今年4月，一架4.8KW的无人机使用AMS复合气缸，飞行了2小时。7月，南非BM动力公司演示了一架2.1KW无人机，飞行了3.5小时。



较大的玩家也参与其中。今年4月，巴拉德(Ballard)的子公司巴拉德无人系统公司(Ballard Unmanned Systems)推出了FCair™系列产品：包括额定功率为600W和1200W的液冷堆、420 bar的轻型氢罐和调节器，以及内置混合电池控制和充电。

今年6月，Plug Power收购了总部位于加拿大的EnergyOr公司，该公司为无人机和UGV开发了轻型燃料电池平台，这将为Plug Power开辟新的市场，并为将燃料电池集成到Plug Power的ProGen燃料电池引擎中打开一扇门。

Alaka 'I Technologies(及其Skai型号)和ZeroAvia等这类公司与Intelligent Energy合作，目前正寻求将燃料电池应用于小型载客飞机，这是一个更艰巨的挑战。

## 军事应用

燃料电池正在慢慢地扩散到军事用途中，如充电平台，用于需要静音观察的任务，以及在纯电池太重的长时间任务中。燃料电池具有高的燃料能量密度，可以在小范围内持续充电。

SFC Energy仍在陆地能源市场占据主导地位，其产品质量足够好，甚至被赋予北约(NATO)的库存编号。SFC Energy目前约15%的收入来自国防销售，其中三分之二来自德国以外。2019年2月，一家总部位于亚洲的防务采购机构向JENNY订购了100万欧元(合120万美元)的燃料电池，并在今年5月向JENNY、EMILY和电力经理们订购了140万欧元(合170万美元)的燃料电池。

进一步的目标应用是1千瓦或以上的战术发电机，其中高效率燃料电池可能需要更少的燃料。Precision Combustion继续开发1-10KW的JP-8燃料SOFC发电机，并获得了美国国防部的支持。

Atrex公司还于2019年在JP-8上展示了一个1.5 KW的SOFC系统。SAFCcell的目标是1KW的JP-8燃料发电机，依靠其固有的高温堆来提高对CO的耐受性，从而提高燃料的灵活性。

最后，在2019年10月，海军造船厂Thyssenkrupp Marine Systems, TKMS在基尔(Kiel)发布了第4代燃料电池(FC4G)，该公司完成了一个广泛的测试项目，在真实环境中运行了7万多个小时，这证明了燃料电池的耐久性。燃料电池的优点是长时间静音运行，没有核推进的成本和安全影响。

## 远程工作?

与电池相比，恶劣的环境更适合燃料电池。位于斯瓦尔巴群岛的卡尔·弗兰德岛的生物圈记录装置是SFC燃料电池驱动的，每年需要补充一次甲醇燃料。寒冷和偏远地区的油气管道监测由燃料电池完成。今年1月，SAFCcell在加拿大阿尔伯塔省落基山住宅的壳牌公司(Shell Canada)油井完成了一项为期8个月的远程甲醇燃料发电系统的现场试验。

电信燃料电池通常用于远程备用电源，但在德国Dettelbach附近，生物甲醇燃料和来自HYREF的高温PEM燃料电池系统在一个3000升的燃料罐中提供9个月的连续运行时间。



# 如何了解中国？

中国发生了很多事情。到底发生了什么，速度有多快，在哪里发生，结果如何，这些都很难预测。预计在许多城市和地区推出的数百辆公共汽车和卡车落后于原计划，但仍有可能实现。但政府已经证实，目前慷慨的补贴计划将沿着之前宣布的轨迹缩减。第一步是所有车辆下降20%，传言称支持将从汽车制造商转向零部件供应商和最终用户。

## 燃料电池有什么不同吗？

人们对当前体系的一个担忧似乎是，政府投入了大量资金，但收效甚微。中国商务部的一个网站表示，一些制造商对补贴“上瘾”，使得这些公司难以在全球竞争。在这方面，燃料电池行业可能会受到中国政府此前对其他技术推动的影响。在中国决定采用太阳能、风能甚至电池之前，它们都是相当成熟的行业，发展需求主要集中在扩大生产规模上。然而，燃料电池仍然是一项不完全成熟的技术。每一代技术与上一代都有很大不同，不同的制造商采用的策略也大不相同。供应链在发展阶段，专业知识在生产周期中与专利同样重要。此外，产业还缺乏人力资本。中国一直在吸引全球各地的人才，以吸引经验丰富的燃料电池人才，尽管取得了一些成功，但是却没有足够的经验可以解决。

这意味着，中国一直无法提振一个成熟的行业并推动其发展。涌入该体系的资金，鼓励了数十家投机性初创企业加入老牌强大企业的行列。有些资金雄厚，令人印象深刻；其他人则严重分心。这表明，到目前为止，一些支持措施确实没有达到目标。但令人沮丧的是，中国已经成功地发展了一些良好的工程技术，并开始发展本土技术—只是这些技术不在道路上，因此不太显眼。像东岳和潍柴这样的公司在全球都很重要，且占据战略优势。上汽集团和长城汽车拥有良好的内部能力。供应链的许多其他部分也有很强的代表性。

但补贴的重新调整可能有助于淘汰实力较弱的企业—在许多情况下，中国技术的表现并不好，用海外技术贴牌也不是什么新鲜事。

已有两家公司成功申请了道路车辆补贴：重塑和上汽。这一过程并不适合胆小的企业：只有在公路上行驶了2万公里的车辆才有资格申请，重塑项目在12个月前就提交了申请但在2019年10月才收到现金，且需要得到官员的现场核实。这笔发放给重塑的款项用于购买东风的114辆卡车，上汽集团则获得了20辆车的款项。这当然比路上行驶的车辆少得多：仅上海汽车就声称，从1月到9月，累计销售了305辆Maxus面包车。

路线图和白皮书继续出版和更新，尽管国家政府的政策中仍然没有具体的数字。然而‘到2030年，中国的燃料电池汽车保有量预期将达到100万辆’重复足够多次后，听起来就像是一种国家事实上的政策。中国氢能联盟在其白皮书中提出，到2035年将有130万辆燃料电池汽车，到2050年将有500万辆汽车，这在中国宏伟的汽车计划中仅占小数。



## 地区的竞争

过热的增长阶段可能正在放缓，但区域竞争仍很重要。江苏、河北、天津以及宁波、成都、广州、福州、嘉兴等城市已经发布或更新了规划。一些城市继续提供慷慨的支持，比如河北省的张家口市，那里的公司得到了在该市落户的补贴。如果另一个谣言成为现实，城市和地区可能会调整自己的位置—燃料电池和氢燃料的开发可能会被限制在少数地区。

这可能会阻止混战，减少投资稀释，并有足够的关注使该行业起飞。

## 工业仍然是一个重要的驱动力

在中国，没有国家政府的批准，任何事情都不会发生。但中国既有大型企业也有灵活的企业家来打造产业。对于前者，中石化正变得更加积极—建造一些加油站(包括氢燃料和常规燃料并非供应的加油站)，与法国液化空气公司(Air Liquide)签署关于加速氢燃料移动出行的谅解备忘录，并投资了上海重塑。潍柴正在建设一个价值106亿元人民币(合15亿美元)的“工业化工厂”，而长城汽车将其氢燃料总部设在上海(嘉定)。美锦能源集团已将其在鸿基创能的投资增至51%，额外投资1亿元人民币(合1450万美元)；同时美锦现在持有国鸿氢能10%的股份。它还拥有巴士制造商飞驰汽车51%的股份，这家公司向佛山交付了190辆巴士，向马来西亚沙捞越的古晋交付了3辆；据我们所知，这是中国出口的第一辆燃料电池汽车。雄韬集团收购了双极板供应商上海弘枫近6%的股份，大连化学物理研究所(新源动力的创始股东之一)将其近18%的股份出售给了一家汽车产业供应商。作为中国的领导者之一，新源动力经历了一段艰难的时期，员工和知识产权通过另一个所有者上汽集团成为上海捷氢的一部分。



清能发布了几项重大声明，称其拥有全新的高功率密度双极板设计、专门为重型车辆设计的370千瓦燃料电池，以及“世界上最大的燃料电池重型卡车亮相”。

至少2000辆的42吨卡车将在未来几年部署，与杰宁新能源合作，由福特合资的江铃汽车制造。其中20辆已经在路上了。与此同时，武汉泰歌氢能正在与江铃汽车合作，为18吨卡车开发80KW的系统，并与力帆集团、恒天领锐和重庆国能签订了公交车等车辆的协议。直到最近，格罗夫还一直在低调运营，它宣称将兴建一座5000辆汽车的产能工厂，并一直与丹麦的Blue World公司保持关系，后者宣布将在上海设立一家子公司。

## 合作伙伴的选择

许多中国公司和海外公司正在合作。丰田现在向一些公司和合作伙伴提供燃料电池组件，包括重塑、苏州金龙、海格客车和中国一汽，并与广州广汽集团达成协议。Powercell正在上海设立办事处。清能不仅通过江铃与福特建立了联系，还在2月份宣布与达拉斯公司Off Grid Logistics合作，在美国成立了一家物料搬运公司。长安汽车已与英国Intelligent Energy合作，后者将把其燃料电池整合到长安SUV中。IE还与武汉氢阳和总部位于湖北的三环集团签订了三方协议。巴斯夫继续研究其高温PBI膜，与BLEST和PBI专业初创公司坤艾新材料有联系。威孚高科公司目前拥有66%的丹麦IRD燃料电池公司的股份，这些股份是从众宇动力公司的特殊目的公司(SPV) FCCTapS购买的，价格为700万欧元(合830万美元)。总部位于英国的空气压缩机制造商Aeristech与Easyland Group达成了一项技术转让协议。Easyland Group将建造一座价值1亿元人民币(合1450万美元)的工厂，为上汽集团(SAIC)、一汽集团(FAW)、比亚迪(BYD)、力帆(Lifan)等汽车行业公司供货。

## 中国的零部件企业

中国零部件制造商也在竞相扩大产能：武汉理工新能源将其MEA生产线规模扩大至每年2万平方米，而苏州擎动声称首次生产了直接涂层的卷对卷膜电极。鸿基创能调试了自己的MEA生产。AMT表示，该公司已开始向汽车制造商供应金属双极板，车载存储也有运作，其中70兆帕的储氢瓶已开始整合到汽车上。沈阳斯林达安科将为上汽集团生产高压复合气瓶。其他电堆开发商包括弗尔赛，该公司发布了76kW的电堆，并从其母公司潍柴的相关公司获得了4500万元人民币(合650万美元)的订单；众宇动力，开发了一个120kw的金属板电堆；新研创能，它的电堆产品从1-80kW都有；还有雄韬集团的87kW系统。

# 展望2020

2019年的趋势将在2020年更加明显。大型企业的参与正日益加持全球对氢能的需求。到2020年，全球氢燃料电池的装机容量将远远超过今年，甚至可能翻倍。考虑到中国的积压订单和其他交通领域的OEM制造商——汽车、公共汽车和卡车——PEM的发货量在今年整个行业几乎肯定会达到的神奇数字。在激进的情况下，仅现代汽车就可能达到1GW。

固定式设备的出货量很可能在2019年上升，尤其是FuelCell Energy期望可以让它们的生产能力恢复到正常水平。随着韩国政府最近出台的建筑法规开始发挥作用，小型系统的数量也将增加，预计将安装数百个相关的系统。

与此同时，集群发展也成为一种时尚。除了FCH JU为荷兰的“氢谷”项目提供资金外，德国NOW也已宣布了三个项目。“Valley”是不同的氢和燃料电池应用的混合，作为一个区域集群一起构建，所有协调一致以最大化系统效益。这在2020年不会引发大规模的装机量，但会为未来几年打下基础：建设基础设施，确保安全案例完成，并提高公众意识。在美国，燃料基础设施和汽车将开始在一些东北部州普及。

除了丰田和现代之外，汽车企业预计规模不大，因为它们仍将重点关注如何在道路上设置足够的BEV，以实现欧盟2021年的目标。可预期的是，资源开采、回收和充电基础设施的商业模式将会得到更多审查。

一个不确定因素是通用/本田计划在美国开设制造厂。但幸运的是，巴士将继续出现，特别是在欧洲和亚洲，还有数十辆重型卡车和一两艘渡轮。所有这一切，加上供应链上越来越多的大公司的参与，意味着强大的、面向大众市场的燃料电池系统的供应能力将显著增强。

反过来，这些供应链公司的投资将强化开始形成的价值创造：燃料电池和氢能如何支持就业和地方、地区或国家经济。与此同时，我们预计将有更广泛的公司采取更有针对性的市场进入策略，包括那些刚刚听说这个行业的公司。

企业和政界人士对供应链的重视，将影响现有的融资机制。在中国，正在发出的信号是，零部件供应商可能得到支持，而不是最终用户。在欧洲，围绕FCH JU的继承者的相关讨论已经涉及到价值创造和环境改善。即将上任的欧盟委员会所采取的应对气候变化的措施将对该行业产生积极的连锁效应。FCH JU项目的最终后续项目可能会有更多类似的项目，重点将转向氢生产和更大项目的推出。

东京的“氢奥运”将是一个重要的全球展示平台，但除此之外，项目、产品和信息的流动似乎将开始变得势不可挡。这当然是个好消息，我们将尽最大努力理解、消化和报导这一切！

在企业方面，可能会有更多的并购和投资活动。就连金融投资者也在回归这个框架，无论是对老牌企业还是初创企业。

明年的出货量真的会达到2GW吗？也许吧。但即使不是所有的事情都按计划进行，产业也会坚定而强劲地向上发展。



# 数据表

按应用的出货量					
1,000 台套	2015	2016	2017	2018	2019f
便携式	8.7	4.2	5.0	5.7	3.9
固定式	47.0	51.8	54.9	51.9	51.7
交通运输	5.2	7.2	10.6	10.9	15.3
<b>总和</b>	<b>60.9</b>	<b>63.2</b>	<b>70.5</b>	<b>68.5</b>	<b>70.9</b>

按采用地区的出货量					
1,000 台套	2015	2016	2017	2018	2019f
欧洲	8.4	4.4	5.1	7.7	9.7
北美	6.9	7.7	9.4	9.3	8.6
亚洲	44.6	50.6	55.3	50.9	52.3
世界其他地区	1.0	0.5	0.8	0.6	0.3
<b>总和</b>	<b>60.9</b>	<b>63.2</b>	<b>70.5</b>	<b>68.5</b>	<b>70.9</b>

按燃料电池种类出货量					
1,000 台套	2015	2016	2017	2018	2019f
PEMFC	53.5	44.5	43.7	39.7	44.1
DMFC	2.1	2.3	2.8	3.7	3.7
PAFC	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3
SOFC	5.2	16.2	23.7	24.9	22.8
MCFC	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AFC	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0
<b>总和</b>	<b>60.9</b>	<b>63.2</b>	<b>70.5</b>	<b>68.5</b>	<b>70.9</b>

2019f是我们基于1月至9月的可靠数据对全年的预测。

我们对2018年的数据进行了修正。主要的变化是日本2018年的最终数据低于最初的预测。

# 数据表

按应用的出货量					
MW	2015	2016	2017	2018	2019f
便携式	0.9	0.3	0.6	0.7	0.6
固定式	183.6	209.0	222.3	220.6	221.2
交通运输	113.6	307.2	435.7	584.5	907.8
<b>总和</b>	<b>298.1</b>	<b>516.5</b>	<b>658.6</b>	<b>805.8</b>	<b>1,129.6</b>

按采用地区的出货量					
MW	2015	2016	2017	2018	2019f
Europe	27.7	27.4	38.9	41.2	68.6
North America	108.4	213.6	331.8	425.3	384.1
Asia	159.7	273.8	285.8	337.9	676.7
RoW	2.3	1.7	2.1	1.2	0.2
<b>总和</b>	<b>298.1</b>	<b>516.5</b>	<b>658.6</b>	<b>805.8</b>	<b>1,129.6</b>

按燃料电池种类的出货量					
MW	2015	2016	2017	2018	2019f
PEMFC	151.8	341.0	466.7	609.0	934.2
DMFC	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4
PAFC	24.0	56.2	81.0	86.3	106.7
SOFC	53.3	62.9	85.2	84.1	78.1
MCFC	68.6	55.7	24.7	25.8	10.2
AFC	0.2	0.5	0.6	0.1	0.0
<b>总和</b>	<b>298.1</b>	<b>516.5</b>	<b>658.6</b>	<b>805.8</b>	<b>1,129.6</b>

2019f是我们基于1月至9月的可靠数据对全年的预测。

我们对2018年的数据进行了修正。主要的变化是日本2018年的最终数据低于原本的预测。

# 注解

- 2014年至2019年的数据是直接来自燃料电池制造商和集成商那里收集的，如果他们可以分享的话。为了补全那些没被分享的数据，也同时为了核对数字，我们收集了并参照公开的数据来源如公司报表、法定报告、新闻稿、示范和推广项目，同时还与其他供应链各方讨论。
- 我们的数据是基于2019年1月至9月底的公司数据，极少数情况下是基于2019年10月。在剩余期间，我们使用个别公司与我们共享的预测，或我们与行业讨论时准备的预测。
- 我们将在2020年的版本中适当修改2019年的数据。我们在这份报告中修订了2018年的数据：与我们发布的2018年预测相比，台套数量减少了约8%，兆瓦数量增加了0.3%。台套数四舍五入到最近的100个台套。如果条目为0，则表示当年发货的系统少于50台套。
- 兆瓦出货量四舍五入到最近的0.1MW。零表示当年的装机量不足50KW。
- 报告的数字指的是最终制造商的出货量，通常是系统集成商。在交通运输领域，我们计算从工厂出来的车辆。
- 我们不计算现有应用中的替换电堆，在可能的情况下，我们也不计算库存，只计算交付给用户的系统。
- 便携式燃料电池是指可移动的燃料电池。它们包括小型辅助电源(APU)和消费电子产品(如手机充电器)。玩具和教育工具包不包括在内。
- 固定式燃料电池是指在“固定”位置提供电力的燃料电池单元。它们包括小型和大型固定式主电源、备用和不间断电源、热电联产(CHP)和冷电联产。车载APU“固定”到更大的车辆，如卡车和大型船舶也包括在内。
- 交通运输燃料电池是指为车辆提供推进动力或增程功能的燃料电池装置，包括无人机、汽车、公共汽车和物料搬运车辆。
- 我们把地理区域划分为亚洲、欧洲、北美和世界其他地区(RoW)，包括俄罗斯。

按燃料电池种类的出货指的是电解质。这包括六种主要的电解质类型。高温质子交换膜燃料电池和常规质子交换膜燃料电池一起显示为质子交换膜燃料电池PEMFC。其他类型的燃料电池目前处于早期阶段，如微生物燃料电池和固体酸燃料电池，不包括在报告数目内。

# 关于E4tech和作者

自1997年以来，E4tech帮助客户了解在可持续能源(新能源)中的机遇和获利方式，在许多行业以及能源转型方面拥有深厚的专业知识和长期经验。燃料电池和氢是E4tech特别有优势的领域，我们为全球范围内的早期公司，中小型企业，大型公司，金融机构和政府完成了数百个项目，这些包括：

- 市场预测和竞争对手分析
- 商业计划制定和策略
- 科技和商业尽职调查
- 支持政策制定。详情请到 [www.e4tech.com](http://www.e4tech.com)。

报告是由以下人员领导，并得到E4tech许多成员的支持，以不同语言（例如中文，法语，意大利语和德语）进行数据收集，起草和解释。



**Prof David Hart** 是E4tech总监，专注于燃料电池和氢产业。他这个领域里有25年专家顾问经验，为各国政府、工业巨头、初创企业、金融组织和非政府组织提供咨询和开展研究。David在全球六大洲受邀担任过主题演讲嘉宾。



**Franz Lehner** 是E4tech经理顾问，专注于燃料电池和氢生产技术。

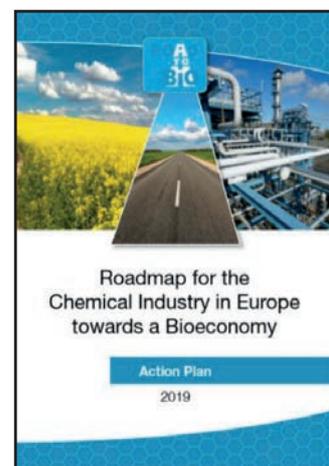
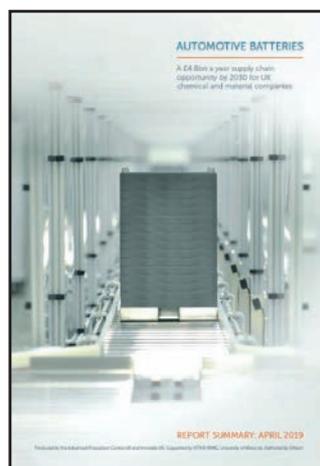
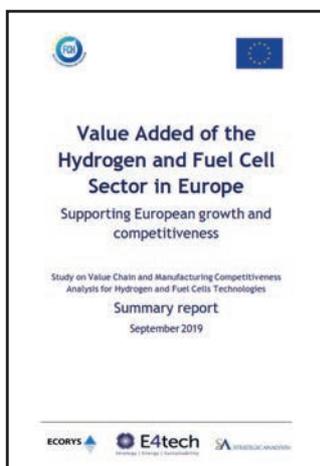
**Dr. Stuart Jones** 是E4tech的能源技术知识经理。他在燃料电池，氢能和电池技术方面拥有丰富的行业经验



**Jonathan Lewis** 拥有20多年的业务发展经验，包括战略、政策、业务计划和技术商业化。在燃料电池和氢能领域超过10年的经验，他曾在劳斯莱斯燃料电池系统公司任职，现为独立顾问。他丰富的经验包括在FCH JU的各种职务。



E4tech除了对燃料电池和氢能领域进行过许多有影响力的分析外，其他工作包括可再生和生物基燃料和化学原料、电池和其他储能、低碳运输、创新政策以及支持和广泛的可持续性研究。我们的公共工作示例可以在[www.e4tech.com](http://www.e4tech.com)上找到，示例如下：



我们还要感谢德国VDMA燃料电池工作组（Verband Deutscher Maschinen-und Anlagenbau或德国机械工程工业协会）的有益支持。VDMA对德国燃料电池行业进行了调查，并协助我们与其成员保持联系。

# 需要帮助吗？

您想进一步了解燃料电池或氢能产业吗？我们对未来发展有什么观点？它将如何影响您？我们已为全球燃料电池和氢气行业，以及其他受氢能发展影响的相关领域和组织提供了20多年的支持。我们很乐意与您讨论这篇回顾，以及您其他的需求。

我们的服务包括：



## 特制专家简报

– 您想为您的**团队**或**董事会**集中讨论**燃料电池**领域的细节或**氢能**的整个范围吗？

我们可以定制演示文稿或**讲习班**，长短不一，以涵盖**整体**或**细节**。

## 市场和供应链分析

– 您是否在寻找比一般常见的**燃料电池市场预测**更好的研究？我们可以针对**地域**、**应用**和**工程组件**建立**特制的预测**

– 您是否需要更好地了解**供应链**、**价值池**、**全球市场机会**或**竞争者**？

我们对全球大型和小型公司进行过详细的分析，涉及技术和供应商选择，**业务发展和战略**。



## 商业和技术尽职调查评估

– 您是否正在考虑**投资**和**收购**技术或公司？

我们进行过许多出于**尽职调查目的**的**技术和商业分析**已帮助各类型投资者了解**风险和机遇**。

## 业务和战略支持

– 您的**业务计划**或**战略**是否可以增强？

我们的**数据**、**预测**、及对燃料电池行业过去和**可能的未来**深入的了解都可帮助制定和压力测试您的**战略**或加快其实施。



## 客观审查和专家资源

– 您是否需要**外部视角**或**其他资源**？

我们可以评估您的**策略**或**规划**，提出您可能未曾考虑过的**观点**，或为您的**团队项目**或**工作**提供**针对性的专家资源**。

我们非常乐意与您讨论燃料电池和氢能领域的各个方面及其它您可能遇到的问题。请直接通过[www.e4tech.com](http://www.e4tech.com)与我们联系，我们会找到合适的人与您交流。

# 图片来源

燃料电池产业回顾中的图片来自各种来源，标注如下。我们感谢所有参与的组织。

页数	图片	图片来源
4	Hyundai NEXO and Toyota Mirai	Teknikens Värld
8	Mitsubishi Fuso fuel cell truck	Mitsubishi Fuso Truck and Bus Corporation
11	BMW i Hydrogen NEXT FCEV concept car	Bayerische Motoren Werke AG
12	Yamaha YG-M FC prototype personal mobility FCEV	Yamaha Motor Co., Ltd.
12	Handal HyPER fuel cell concept race car	Handal Energy Solutions SDN BHD
13	Hyundai NEXO in Vancouver	David Hart
14	True Zero hydrogen refuelling station in California	True Zero Network
16	Solaris Urbino 12 hydrogen fuel cell bus	Solaris Bus & Coach S.A.
17	New Flyer Xcelsior CHARGE H2 fuel cell bus	New Flyer of America Inc.
18	Geely F12 fuel cell bus (Yuang Cheng brand)	Zhejiang Geely Holding Group Co., Ltd.
18	Fuel cell powered FlixBus	FlixBus
20	Co-op truck refuelling in Switzerland	Keystone SDA news/Gaetan Bally
21	Nikola Two fuel cell truck	Nikola Corp.
22	Horizon-Jiening New Energy fuel cell truck	Shanghai Jiening New Energy Technology Development Co., Ltd.
23	Hyundai H2 Xcient fuel cell truck	Hyundai Motor Company
23	CHEREAU hydrogen refrigerated semi-trailer	Jean Chereau SAS
25	Kyocera 3 kW fuel cell system for commercial CHP	Kyocera Corp.
26	Coradia iLint hydrogen fuel cell train	Alstom SA
26	Vivarail Class 230 hydrogen fuel cell train	Vivarail Ltd.
27	St Petersburg fuel cell tram	Nikita Fastov.
28	Linde hydrogen fuel cell forklift	Linde Material Handling
29	Norled hydrogen fuel cell powered ship concept	Norled AS
30	Water go-round ferry in build	Dr. Tim Lipman
32	Norway telco site with Serenergy fuel cell	Serenergy A/S
33	Miura 4.2 kW fuel cell system for commercial CHP	Miura Co., Ltd.
35	PureCell Model 400 PAFC system	Doosan Fuel Cell Co., Ltd.
36	Vitovalor PT2 domestic CHP system	Viessmann Group
37	Zero emission H-Power BEV charger system	AFC Energy plc
39	FCgen-H2PM stationary PEM system	Ballard Power Systems
40	H2O 20 W portable power unit	Bramble Energy Ltd.
41	BFD H2-6 multi-rotor UAV, with FCair-1200 fuel cell	Ballard Power Systems
42	RP-50-M 50 W remote area power system	SAFCCell Inc.
43	Grove fuel cell passenger car	Grove Hydrogen Automotive Co., Ltd.
44	Foshan Feichi FCEB in Sarawak, Malaysia	Foshan Feichi Automobile Manufacturing Co., Ltd.
45	Toyota Mirai sedan FCEV concept	Toyota Motor Corporation

## 货币说明：

以下指导汇率可以用作转换本报告中所提到的货币。这些是2018年11月30日至2019年11月30日的平均汇率。

US\$1 = € 0.8917	€1 = US\$ 1.2716	1£ = US\$ 1.2727	1¥ = US\$ 0.0092
US\$1 = £ 0.7862	€1 = £ 0.8817	1£ = € 1.1347	1¥ = € 0.0082
US\$1 = ¥ 119.24	€1 = ¥ 122.53	1£ = ¥ 139.06	1¥ = £ 0.0072



# E4tech

Strategy | Energy | Sustainability