

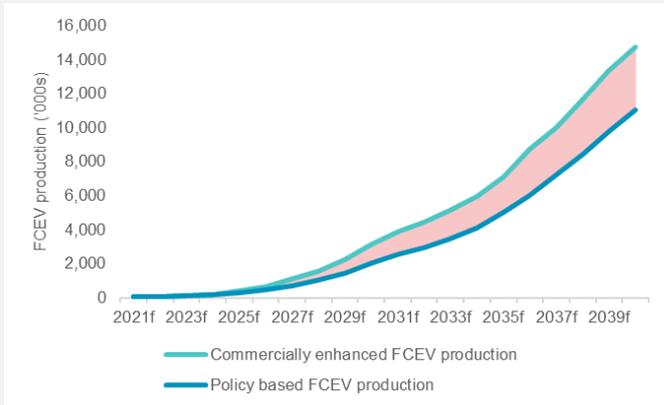
铂金摘要

燃料电池汽车将推动铂金长期需求的增长

支持氢能发展的政策将推动燃料电池汽车 (FCEV) 对铂金的需求，预计到 2039 年，用铂量将达到与目前汽车行业铂金需求的相等规模，但燃料电池汽车的广泛商业应用将把这一时间提前到 2033 年，这意味着 11 年后，汽车领域的铂金年需求量将增加 300 万盎司。

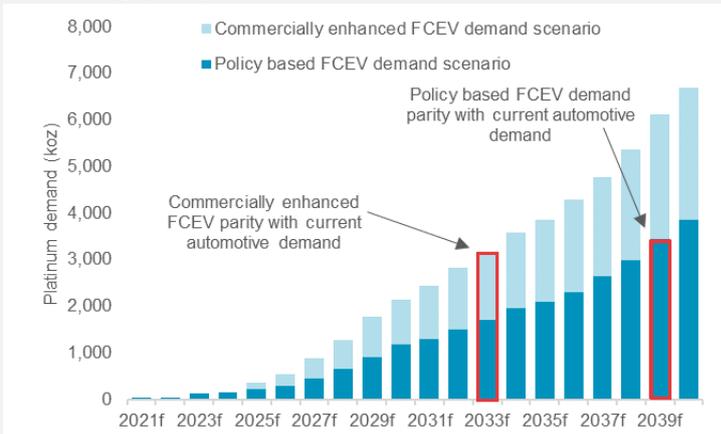
长期以来，人们一直认为，燃料电池汽车在脱碳时代能够抵消汽车行业铂金需求的潜在下降。事实上，由于车辆和绿氢的产量限制了规模经济和加氢基础设施的部署，燃料电池汽车的广泛采用进展缓慢。现在这些挑战正在被克服。由于燃料电池汽车车型在全车型类别中的增加，世界多国政府都出台了支持政策，同时氢气和燃料电池汽车产量的规模经济效应也在提高。此外，当前俄罗斯引发的地缘政治危机，减少欧洲对俄罗斯天然气供应的依赖（目前约占欧洲需求的 40%），以及天然气价格高企，都将进一步加快欧洲对绿氢的支持政策。本报告分析了燃料电池汽车对铂金的潜在需求，讨论了政策支持，及政策叠加广泛商业化应用这两种情景，两者都会带来初始较为缓慢但最终非常显著的铂金需求增长。

图 1 在政策支持和商业应用增强这两个场景下，燃料电池汽车的全球普及预测都将显著加快



来源：WPIC 研究

图 2 到 2033 年，燃料电池汽车的广泛商业应用将推动其铂金需求至当前汽车行业的铂金需求水平



来源：WPIC 研究

Trevor Raymond

研究总监

+44 203 696 8772

traymond@platinuminvestment.com

Edward Sterck

研究分析师

+44 203 696 8786

esterck@platinuminvestment.com

Brendan Clifford

机构销售主管

+44 203 696 8778

bclifford@platinuminvestment.com

世界铂金投资协会

www.platinuminvestment.com

Foxglove House, 166 Piccadilly

London W1J 9EF

2022 年 3 月

- 燃料电池汽车的铂金需求增长未来可能非常显著
- 政策驱动的燃料电池汽车铂金需求可能在 2039 年达到 2022 年汽车行业铂金需求的水平
- 燃料电池汽车的广泛商业应用可使其铂金需求在 2033 年达到 2022 年的汽车铂金需求水平
- 地缘政治的紧张局势和能源价格高企正加速欧洲氢气产量的发展，极大地支持燃料电池汽车的商业应用

目录

简介.....	错误!未定义书签。
什么是燃料电池及它如何工作?	5
交通运输业的燃料电池.....	错误!未定义书签。
多彩的氢气.....	10
国家氢气政策.....	10
现有和开发中的燃料电池汽车.....	13
燃料电池汽车产量估计.....	16
建立燃料电池汽车的需求前景.....	19
预测燃料电池汽车对铂金的需求.....	21
燃料电池汽车与内燃机汽车前景的比较.....	21
结论.....	22

简介

在当前世界脱碳的迫切需求下，现实经济中提前采用新技术是代价高昂的，这需要多种不同的技术路线，包括电池电动汽车 (BEVs)、燃料电池汽车 (FCEV)、以及包括轻混汽油车和柴油车在内更高效的内燃机汽车 (ICEs)。此处值得一提的是，柴油车的二氧化碳排放仍远低于汽油车。由于早期汽车和氢气产量有限，制约了规模经济效应，以及缺乏加氢基础设施，导致长期以来承诺普及燃料电池汽车的计划一直受阻。我们认为，随着燃料电池技术在重型和轻型汽车上的成熟应用，全球主要市场对氢气政策的支持，以及绿氢生产经济的改善，这些挑战正在被克服。

在本报告中，我们解释了燃料电池汽车的工作原理，概述了国家和地区的氢气政策，绿氢的地缘政治战略利益，并提出了燃料电池汽车的普及和相关铂金需求增长的两种场景。

我们要强调的是，本报告只覆盖用于道路交通的燃料电池车，而没有考虑潜在在部署和用于绿氢生产的质子交换膜电解槽、用于建筑、铁路或海运的燃料电池以及固定式燃料电池的铂金需求。这一数量可能是相当可观的。

燃料电池汽车的普及：单一政策支持 vs 广泛商业应用增强的政策支持

全球不少地区和国家已经宣布了对氢气和燃料电池汽车的政策支持及目标，在多数情况下，还公布了相关的资金细节和承诺。我们将这些视为燃料电池汽车普及的基石。当然，这些政策的目的是促进氢气产量和燃料电池汽车行业的增长，直到规模经济和/或实用有效性因素的出现得以实现自我增长的广泛商业应用。

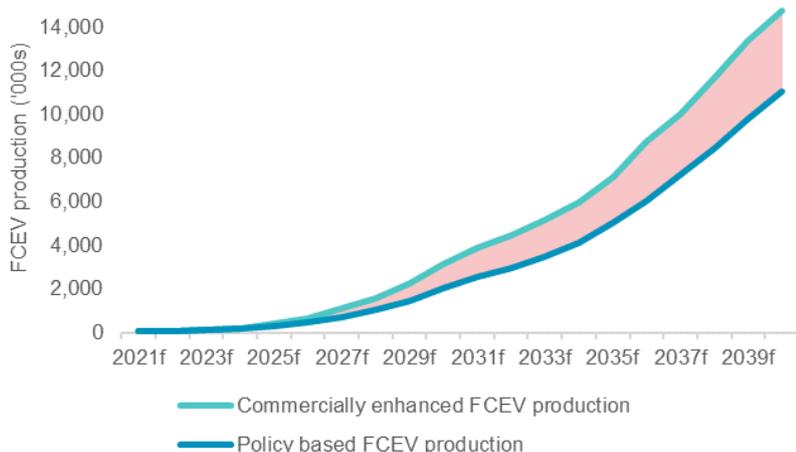
因此，这两种场景成为我们预测的两端，而最终结果很可能介于两者之间，但不排除任何或所有在氢气供应、技术应用、政策支持和成本方面发生阶

交通脱碳需要所有的技术；燃料电池汽车是电动车的重要补充，对于不适合电池电气化的脱碳领域至关重要。

建立两个场景模型：政策驱动型燃料电池汽车增长及广泛商业化普及。

跃变化而出现的上升趋势。我们预测，在单一政策支持场景下，到 2030 年，燃料电池汽车的年产量将达到 200 万辆，2040 年将增至 1100 万辆，而在广泛商业应用的场景下，燃料电池汽车的产量将分别增加到 300 万辆和 1500 万辆。就市场渗透率而言，比较单一政策支持与商业化增强型政策支持这两者，燃料电池汽车产量相当于 2030 年全球汽车年产量的 2-3%，增长至 2040 年的 8-11%。

图 3 在政策驱动和商业化增强两种场景下，燃料电池汽车的全球普及都将显著加快



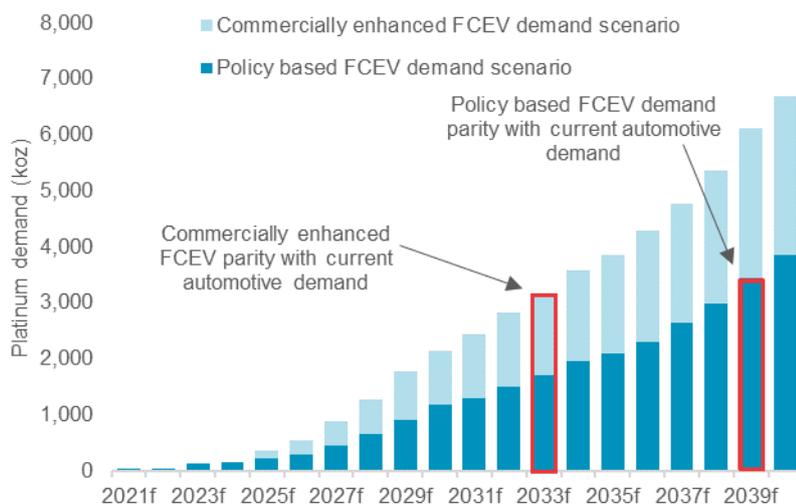
来源: WPIIC 研究

在政策驱动场景下，燃料电池汽车产量在 2030 年达到 200 万辆，到 2040 年增长至 1100 万辆。

在广泛商业化应用场景下，燃料电池汽车的产量将加速至 300 万辆和 1500 万辆。

尽管汽车燃料电池应用相对成熟，在这两种场景下，即使假设未来它的铂金用量将比目前的载铂量大幅减少，但潜在的铂金需求量依然是非常显著的。在政策支持的情景下，我们估计到 2039 年燃料电池汽车对铂金的需求可能相当于 2022 年汽车行业的铂金用量。在商业化增强的场景下，该时间会提前到 2033 年。

图 4 广泛商业应用将使燃料电池汽车行业对铂金的需求在 2030 年代初达到当前汽车行业的铂金需求



来源: WPIIC 研究

如果在单一政策驱动下，到 2039 年，燃料电池汽车对铂金的需求将与 2022 年汽车行业的铂金需求相等，或是在广泛商业化应用的场景下，在 2033 年达到汽车行业的铂金需求量。

在未来的 11 年后，汽车行业的铂金年需求量将增加 300 多万盎司。这是一个显著的额外铂金需求水平。我们预计到本世纪 30 年代，内燃机汽车仍将

是全球传动系统组合中的重要组成部分；从铂金需求的角度来看，汽车销量下降造成的影响很可能被更严格的排放标准所对应更高的用铂量，以及在汽车催化剂中的铂钨替换完全抵消。在无法增加供应的情况下，内燃机汽车排放控制相应的铂金需求，加上燃料电池汽车对铂金的额外需求，可能会导致铂金稀缺，从而阻碍燃料电池汽车的增长速度（正如未来十年电池材料供应限制电动汽车）。然而，铂金的探明储量和资源量很大，假以时日，产量可以扩大以满足需求增长。虽然铂金的稀缺将推高铂族金属一篮子价格，但这是刺激矿产供应增长所必需的（在 2022 预测年约 610 万盎司开始），而且全球日益支持的氢政策和资金的激增将大大促进这一增长。这也应该鼓励这一重要脱碳技术的广泛推广。

主要观点和结论

- 燃料电池汽车正在采用一种成熟的燃料电池技术，有望从规模经济效益上获得与纯电动汽车抗衡的成本竞争力
- 燃料电池汽车相对纯电动汽车而言是一种补充而非竞争关系；燃料电池汽车更适用于脱（电）网操作、高续航、耐低温、高扭矩力、性能稳定性、高容量利用率/快捷加氢和最低用户操作要求
- 燃料电池最适合重型（“HD”）车辆，其续航里程、系统轻量化和高容量利用率是最显著的优势
- 但燃料电池制造商也期望推动燃料电池乘用车和轻型商用车的增长，以提振生产的规模经济效益，从而降低所有燃料电池车系统的成本
- 国产绿氢更广泛地取代化石燃料（包括在交通运输领域）是具有能源安全的战略利益，尤其在地缘政治不确定性时期，会更可能发挥显著作用
- 燃料电池汽车的增长预测与纯电动汽车的历史增长成就具有可比性
- 尽管应用相对成熟，但我们预测燃料电池汽车对铂金的需求是基于其载铂量逐步减少这一假设
- 在预期政策的支持下再加上广泛商业化应用的成功加速，燃料电池汽车的铂金需求最早可能在 2033 年达到 2022 年的汽车行业铂金需求预测量

最后一个考虑因素是，在编写本报告期间，俄乌冲突的影响仍在不断演变，这可能会加速绿氢生产的发展以应对地缘政治紧张局势及当前天然气价格的经济合理性。在这种情况下，燃料电池汽车的发展前景将偏向于我们设定的广泛商业应用场景。

欧洲扩增绿氢产量以替换俄罗斯天然气供应的举措将支持燃料电池车的广泛商业增强型普及。

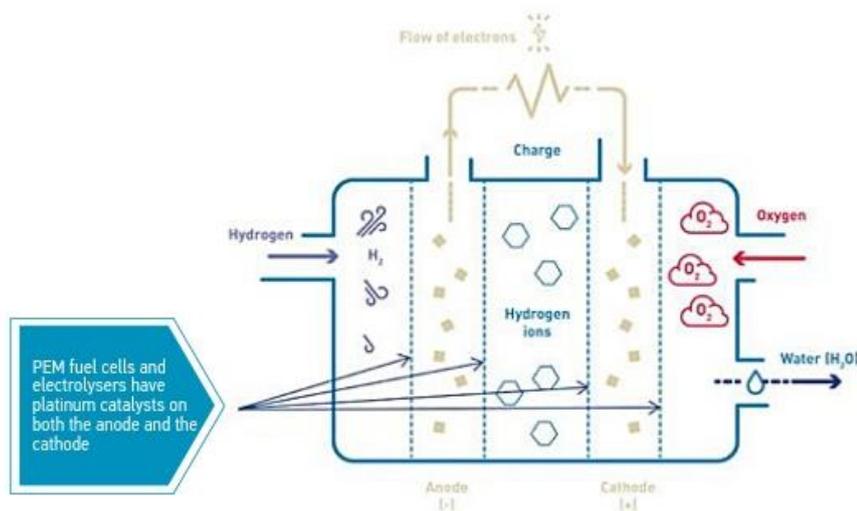
什么是燃料电池及它如何工作？

燃料电池通过氧化还原反应将燃料和氧化剂的化学能转换为电能。大多数燃料电池目前使用氢气作为燃料，空气中的氧气作为氧化剂，尽管其他燃料曾经被使用过，如甲醇，或考虑在未来使用，如绿氨。

第一个燃料电池原型是在大约 200 年前即 1838 年由威廉·格罗夫爵士发明，今天已经有几种不同的类型。然而，在汽车领域，占主导地位的是铂基质子交换膜燃料电池，因为它体积小，电流密度高，能够快速改变功率输出。质子交换膜 (PEM，有时也被称为聚合物电解质膜) 是一种半透性离子膜，可以允许质子 (H+) 通过，但是一种电绝缘体和反应物屏障，即不导电和氧氮无法渗透。质子交换膜燃料电池由“堆”或膜电极组件 (MEA) 组成，每个膜夹在阴极和阳极之间，两者都掺有铂，膜作为固体电解质。氢气被输送到阳极，然后与铂催化剂发生反应，使每个氢原子分离成一个电子和一个质子。电子以电流的形式流向阴极，质子穿过薄膜与空气通道中的氧气结合进入阴极，电流产生的纯水然后从可渗透的催化剂表面释放出来，离开燃料电池。

目前领先的燃料电池技术是质子交换膜 (proton exchange membrane, 简称 PEM)，它利用铂催化氢分裂成电子和质子，并分别用氢加速氧的还原。电、热和纯净水是反应的产物。

图 5 燃料电池系统工作图



来源：图片来自法空液公司质子交换膜

从运动的角度来看，阳极的电化学过程是快速的，需要低的载铂量，但发生在阴极的过程是缓慢的，需要更大的载铂量，并且通常为减少载铂量(节约)和使用其他材料(替代)提供了更大的机会。

铂作为阴极催化剂的巨大优势在于其能够在氧还原反应中极端腐蚀性环境下保持稳定，同时仍能激活氧并释放生成的水分子。此外，铂的特性限制了过氧化氢的生产，这会降解阴极。

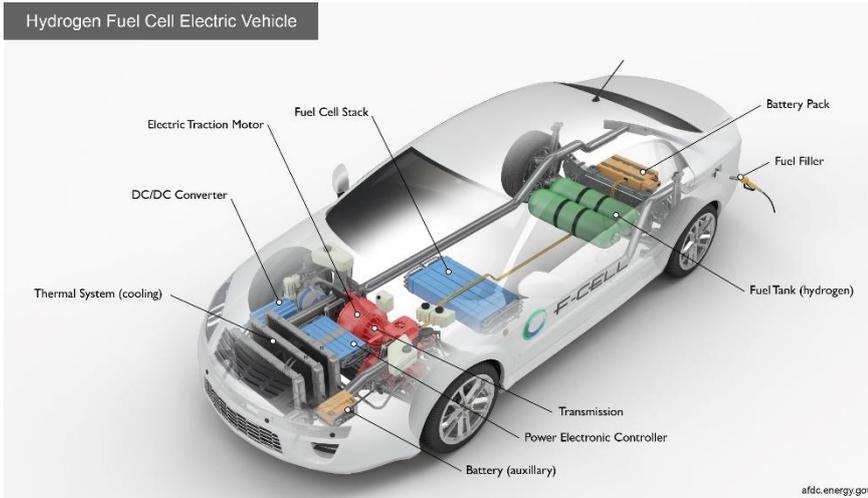
与所有催化剂一样，铂也有杂质中毒的危险；氢的主要问题是硫和一氧化碳。杂质可能有不同的来源，但氢的清洁度是减少铂中毒的关键。电解水(绿色)产生的氢通常非常纯净，而天然气重整产生的灰氢或蓝氢在用于燃料电池之前需要进行清洁。请参阅本报告后面的“氢彩虹”部分，了解氢燃料的来源和属性。

用于交通领域的燃料电池

燃料电池汽车 (FCEV) 与纯电动汽车 (BEV) 和轻混电动汽车 (MHEV) 都有相似之处。像纯电动汽车一样，原动力是由一个或多个电动机提供的，能量来源是一个燃料电池，而不是一个大而重的电池组。事实上，纯电动汽车通常有 80% 的组件和系统可以和燃料电池汽车共享。与轻混电动汽车 (MHEV) 一样，FCEV 也有一个辅助但相对较小的电池，用于储存制动时产生的再生能量，并在剧烈加速时为电机提供能量，但其原动力来自电动马达而不是内燃机 (ICE)。重要的是，燃料电池汽车是“离网”的，因为它们不需要插上电源充电，这在城市地区是一个显著的优势，因为那里的消费者可能无法路边停车和家庭充电站。

通常情况下，燃料电池车中 80% 的零部件及系统和电动车的相同。

图 6 燃料电池汽车系统图，展示燃料电池，电机和辅助电池组



这带来一个可能性，车企的每一款电动车都可以推出一款燃料电池车，甚至可以在电池老化的电动车上装一个燃料电池作为增程器。

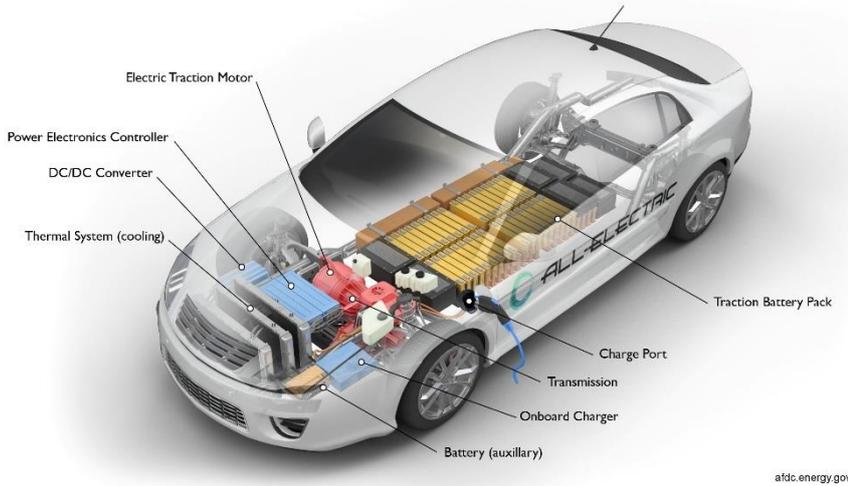
来源：“燃料电池电动汽车如何使用氢工作？” 2021. 美国能源部替代能源数据中心。访问日期：2022 年 2 月 3 日。
afdc.energy.gov/vehicles/how-do-fuel-cell-electric-cars-work

燃料电池汽车的优劣势

燃料电池汽车在以下方面是纯电动汽车的补充，它们更适合没有充电基础设施、需要长续航里程（不依赖于会造成电池退化的快速充电）或为了资本成本效率而高容量利用率的消费者。此外，燃料电池汽车在日常使用性上对消费者行为的依赖程度较低。燃料电池车在市场渗透上面临的主要挑战是早期汽车产量有限、氢燃料的规模经济限制以及加氢基础设施的缺乏。这是一个因地区而异的变数，具备最优政策的地区可以增强燃料电池车的市场渗透。

图7 电动车系统图，展示电机和大型电池组

All-Electric Vehicle

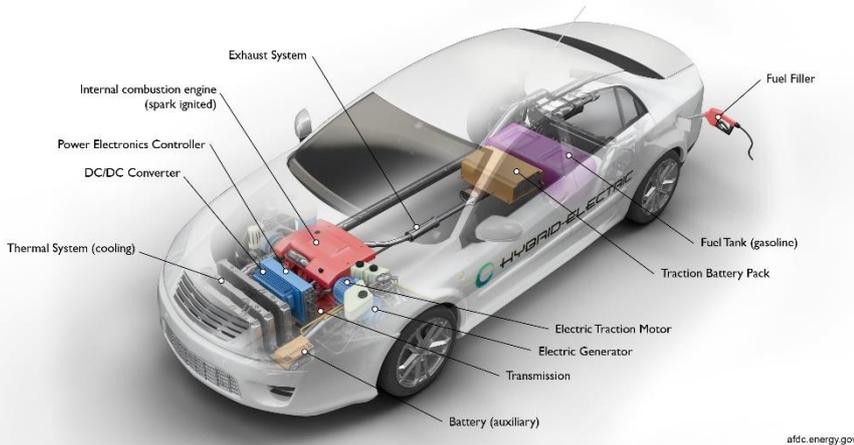


afdc.energy.gov

来源：2021年《全电动汽车是如何工作的？》。美国能源部替代能源数据中心。访问日期：2022年2月3日。
afdc.energy.gov/vehicles/how-do-all-electric-cars-work

图8 轻混电动车系统图，展示（汽油或低碳排放柴油）内燃机加辅助电机和补充电池组

Hybrid Electric Vehicle



afdc.energy.gov

来源：2021年《混合动力汽车是如何工作的？》。美国能源部替代能源数据中心。访问日期：2022年2月3日。
afdc.energy.gov/vehicles/how-do-hybrid-electric-cars-work

燃料电池车适合气候寒冷，缺少充电设施及用户要求长续航或高容量利用率的应用场景。

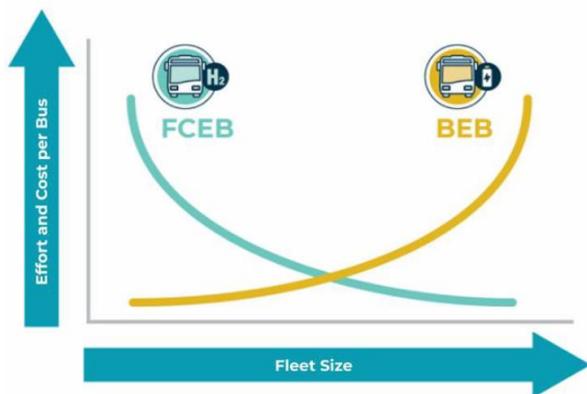
与纯电动汽车相比，燃料电池汽车的主要优势在于车身重量轻得多，续航里程长（尽管一些新型纯电动汽车的续航里程也开始接近这一水平），而且补充燃料的速度也快得多。燃料电池汽车的续航里程/加氢优势使得它们在日常可用性方面与内燃机汽车不相上下，无需担心续航里程，且只需要三到四分钟的加氢时间。电动汽车制造商会辩称，快速充电可以在15-20分钟内达到可用的续航里程，足够时间喝杯咖啡，伸伸腿。虽然这是毋庸置疑，但快速充电会使锂离子电池超出其最佳的电化学反应窗口，导致昂贵的电池组加速退化。较慢的充电速度可以最大限度地延长电池的使用寿命，但使用大容量充电器需要两到四个小时，而在家充电则需要8到10小时或更长时间，才能达到相当的续航里程。在季节性或寒冷气候中，环境温度的考虑也加剧了续航里程/电池寿命的问题。较低的温度会显著增加电池的内阻，从而降低电池的续航里程和使用寿命。另一方面，质子交换膜燃料电池在-30°C的温度下仍能保持稳定的性能，这与在较冷的气候条件下，内燃机汽车必须使用插入式块状加热器或小型石蜡或丙烷加热器类似（甚至在世界上更偏远的地区，发动机下有一点火）。燃料电池的一个有趣的、但尚未开发的机会是，以增程器方式在旧的电动汽车进行售后改造，以延长续航里程，弥补电池在

后期的寿命退化，或者甚至牺牲一些内部储物空间来换取续航里程/充电的自由。

当两种汽车都使用可再生电力充电或作为制氢能源时，纯电动汽车相对于燃料电池汽车的一个优势是，从能效转换的角度来看，纯电动汽车的效率通常为 62%，而燃料电池汽车的效率为 40%（数据来自 ANL GREET 模型[燃料电池车]和美国环保署[电池车]）。然而，当考虑到容量利用率和资本成本时，这个等式马上改变。在需要高容量利用率的环境中，如城市公交车、长途卡车驾驶、工厂或农场设备或仓库叉车，燃料电池车的容量利用率可能为 >90%，而在电池敏感充电循环中运行的纯电动汽车的容量利用率可能 <50%；当考虑资本覆盖成本时，区别更是巨大。

此外，虽然目前轻型车的充电不太可能对主要电网造成过大的影响，但它将要求电网在电动车普及到一定程度后进行重大升级。这对于在车场环境下运营的重型汽车来说尤其如此，因为在那里，为多辆汽车通宵充电或偶尔充电可能需要重大的电网升级，特别是随着车辆数量的扩充。而在另一方面，在车队规模较大的情况下，加氢基础设施的成本按照每辆车计算就会下降，因为更快的补充燃料时间意味着它可以为更多的车辆提供服务，下图展示了公共汽车运营商的燃料补充服务成本。

图 9 燃料电池车每辆车的加油成本随着车队规模的增加而下降，而纯电动汽车的额外电网升级成本则继续随着车队规模的增加而增加



来源：交通和环境中心，IDTechEx

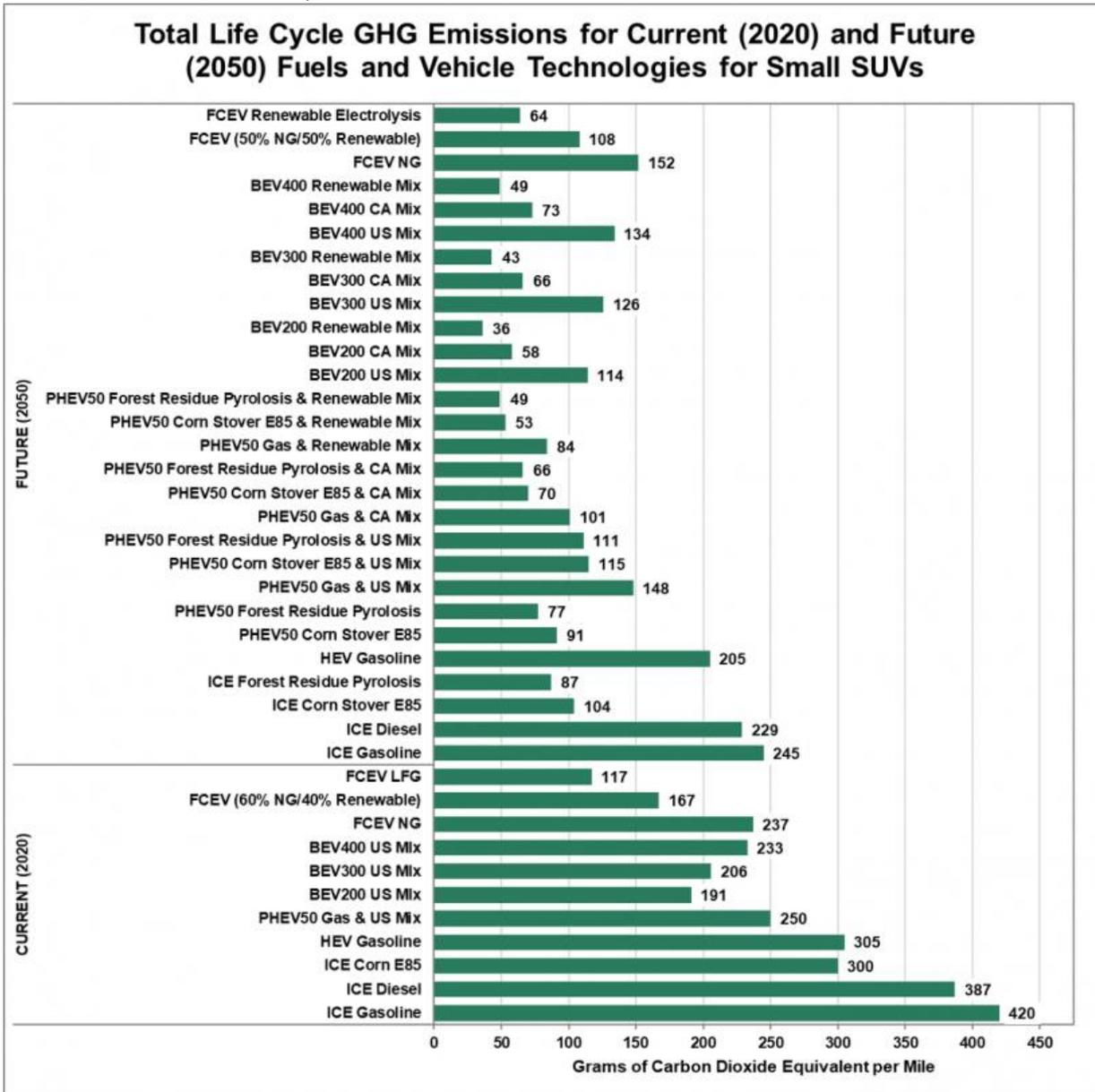
此外，在电网需求较低的时期，绿氢是储存过剩可再生电力的极佳介质，可以替代羽毛式风力涡轮机，并显著提高燃料电池车的能效转换效率。当然还有其他的储能解决方案，包括抽水蓄能、电池和压缩空气，但氢的优势在于它是可移动的，而不仅仅局限于为电网储能。

使用电力的电动车在能效上比使用绿氢的燃料电池车更高

燃料电池车的用电需求对电网影响很小，当考虑到数量众多的重型汽车时，这一因素是重要的考量。

在电网需求较低的时候，绿氢是储存过剩可再生电力的的介质，而且它可以被移动，这一点和电网级别的电池不一样。

图 10 在当前和未来的预测中，燃料电池汽车在整个使用周期的温室气体排放方面表现良好



来源:美国能源部, 汽车技术办公室, 氢和燃料电池技术和生物能源技术, 注: FCEV =燃料电池电动汽车。HEV=混合动力汽车。BEV=纯电动汽车。PHEV50 =插电式混合动力汽车, 电动里程为 50 英里。ICE=内燃机。NG=天然气。E85 = 85%的乙醇和 15%的汽油。LFG=填埋气体

最后一个比较点是纯电动汽车和燃料电池汽车之间相对绿色认证的“计分”竞争。这两种能源的绿色程度仅与用于电池充电或生产氢(在电解的情况下)的能源来源相同, 而其他氢选择, 如蓝氢和灰氢也增加了燃料电池车的碳排放增加的可能性。也就是说, 燃料电池含有比用于电池的混合金属更环保的材料, 而且更容易回收(尽管回收的经济将取决于铂金价格和车辆报废时燃料电池的载铂量)。

当前燃料电池在回收上比动力电池更方便。

希望在关于绿色证书的讨论中得出一个明确的结论, a) 很难, b) 高度取决于车辆运行的地理位置。如图 10 所示, 美国能源部估计, 在美国, 就整个使用周期的温室气体排放而言, 使用绿氢的燃料电池汽车表现比其他所有动力系统的汽车都要好。在已经讨论过的效率(但还没有考虑容量利用率)上, 它仅被使用 100%可再生电力的纯电动汽车挤下第一名。

氢彩虹

作为一种燃料，氢有许多可能的来源，它们在绿色可信值和杂质挑战的程度各不相同。为了快速区分不同的氢源，我们为这些品种分配了不同的颜色：

绿氢：直观来说，绿氢是通过可再生能源电解水生产的，二氧化碳排放量最小，杂质含量也很低。

黄氢：使用混合来源的电网电力，或可再生电力，或传统的电网电力，以达到最大限度地利用产能，通过电解水制氢。黄氢的二氧化碳排放量中等，杂质含量低。

粉氢：利用核能电解水产生的，二氧化碳足迹最小，杂质含量低。

蓝绿氢：由天然气或甲烷的热解产生，副产品为固体碳。二氧化碳排放量最小，杂质含量低。

蓝氢：通过天然气或煤的蒸汽重整和碳捕获及封存而产生。二氧化碳排放量低至中等，含杂质。

灰氢：在不减少二氧化碳的情况下，由天然气的蒸汽重整而产生。中至高的二氧化碳足迹和杂质。

棕氢和黑氢：在不减少二氧化碳的情况下，由棕煤或黑煤通过气化而产生。携带杂质的高二氧化碳足迹

白氢：历史上指的是自然产生的氢，但现在指的是工业过程中产生的副产品。

国家氢能政策

正如上所述，早期采用燃料电池汽车面临的最大挑战是基础设施和政策。在一个鸡和蛋的场景中，氢燃料补给站(HRS)是燃料电池汽车成为消费可行选择的前提，但汽车制造商不愿过度投资于燃料电池车直到氢燃料补给站网络建设成型。而政府则不愿支持建设氢燃料补给站网络，除非他们看到燃料电池车成为消费者的选择。

尽管如此，随着氢燃料补给站网络的发展，一些国家和地区宣布了氢能和燃料电池车战略，尽管可以设定电解水产能、氢燃料补给站网络规模或燃料电池车销量的目标，但情况正在变化，这使得对比较困难(见图 10)。值得关注的国家和地区包括中国，到 2030 年目标为 1000 座加氢站，韩国的目标是 8 万辆燃料电池汽车保有量，到 2022 年目标为 310 座加氢站，以及德国，计划到 2023 年目标为 400 座加氢站。从长远来看，韩国的目标是到 2040 年，燃料电池汽车的年产量达到 620 万辆，其中 320 万辆用于出口。以车队的碳排放水平为目标的汽车排放政策在北美历史悠久但在欧洲是于 2021 年生效，它已经为汽车制造商提供了动力，生产燃料电池车以减少车队的碳排放。

绿氢是利用可再生能源生产的。

鉴于欧洲正在努力减少对俄罗斯天然气的依赖，蓝氢和灰氢在欧洲已不再考虑之中。

图 11 绿氢及燃料电池车政策与资金

Country	2030 deployment targets	Public investment committed
Australia	N/A	A\$1.3B (US\$0.9B)
Canada		C\$25M by 2026 (US\$19M)
California	200 HRS by 2025	US\$20M p.a. Grants of US\$4,500 to US\$9,500 per FCEV
China	1,000,000 FCEVs 1,000 HRS by 2030 2,000 HRS by 2035	No coordinated central funding or subsidies as yet
EU	40GW electrolysis	€3.8B by 2030 (US\$4.3B)
France	6.5GW electrolysis 20,000-50,000 LV 800-2,000 HD 400-1,000 HRS	€7.2B by 2030 (US\$8.2B)
Germany	5GW electrolysis	€9B by 2030 (US\$10.3B)
Japan	800,000 FCEV 1,200 FC buses 10,000 FC forklifts 900 HRS	¥699.6B by 2030 (US\$6.5B)
South Korea	Annual production of 6.2M FCEV 1,200 HRS 80,000 FC taxis 40,000 FC buses 30,000 FC trucks 15GW stationary FC produced	₩2.6T by 2030 (US\$2.2B)
Netherlands	30,000 FCEV 3,000 FC HV	€70Mpa (US\$80Mpa)
Spain	4GW electrolysis 5,000-7,500 FCEV (LV+HV) 100-200 FC buses 100-150 HRS	€1.6B (US\$1.8B)

来源: IEA, DOE, ICCT, WPIIC 研究

顺便说一句，值得注意的是，绿氢(和蓝氢，用碳捕捉和储存技术(CCS)从天然气中生产) 日益被视为工业和家庭供暖脱碳的关键，以及存储剩余可再生能源的能源介质。

战略能源独立支持氢气生产的加速发展

此外，在地缘政治紧张时期，国际能源供应可被用作政治杠杆，而国内绿氢(或粉氢)的生产则被视为一项重要资产，这可能会影响国内的能源政策。在本报告的编写过程中，俄乌冲突成为了人们关注的焦点；这一行动导致了国际社会对俄罗斯的广泛孤立和制裁。欧洲面临的问题是，首先，40%的天然气需求依赖于俄罗斯。在危机时期能源价格上涨，欧洲实际上是在为俄罗斯的军事行动提供资金。其次，能够提供大规模天然气供应的其他来源有限。

一种解决方案(在本报告的编写过程中已经宣布)是加快绿氢的生产；在不改变其天然气基础设施(管道、阀门、家庭供暖等)的前提下，欧洲可以将 20% 的氢气掺入其天然气网络中，以减少其对俄罗斯天然气依赖的 50%。这是一个可能的长期解决方案，但 20 多年来，俄罗斯领导层一直无视国际法，我们认为，俄乌冲突开启了一种持续的需求，即尽可能减少与俄罗斯的所有经济关系，因为它为俄罗斯提供实质性的外汇收入和/或政治杠杆。

俄乌冲突和能源价格上涨的另一个副作用是，绿氢与当前天然气价格相比具有经济竞争力，尽管后者价格很明显是被当前危机所推高。

从氢气的竞争力来看：

-使用可再生能源电解水生产绿氢，目前成本在 3 - 6 美元/公斤之间

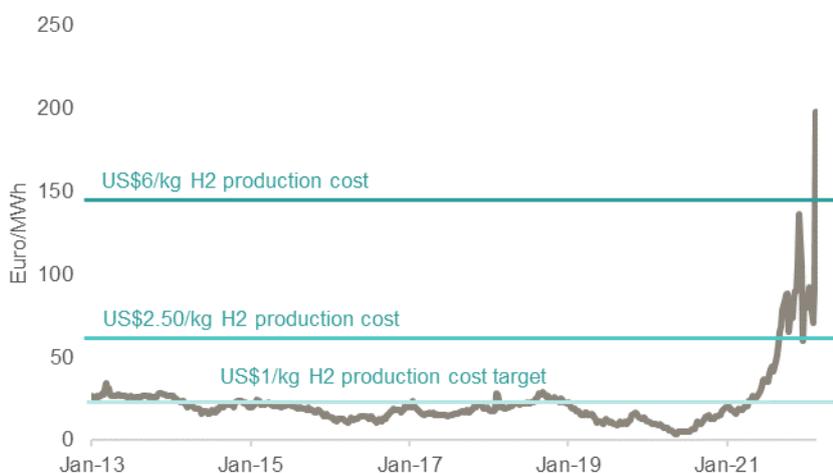
世界多国已经制定了国家政策，支持氢燃料电池汽车的氢生产和氢燃料补给站网络的发展。

绿氢可以成为国家能源独立的解决方案。

- 制氢行业的目标是通过技术改进和规模经济将其成本降低到 1 美元/公斤
- 1 美元/公斤与天然气的历史价格相比具备了竞争力的成本水平
- 全球天然气价格自 2021 年年中以来一直在上涨，尤其在俄罗斯入侵乌克兰后加速上涨
- 目前欧洲天然气价格相当于每公斤氢成本约 6 美元

这一成本分析不包括因减少对俄罗斯能源供应的依赖所带来的额外战略效益。虽然汽油价格上涨是(希望是)暂时的原因，但似乎不太可能回到历史水平。对欧洲政策制定者而言，改善能源安全的道路应该是显而易见的，也不需要大规模的投资；他们应该设定 4-5 美元/公斤的氢气底价，让私人资本投资有利可图的氢能基础设施建设。

图 12 欧洲天然气周均价图；注 天然气现货价格大于 €140/MWh 时，相当于氢气大于 US\$6/kg



来源：彭博社，WPIC 研究

虽然上述讨论的中心是天然气供应的安全，但我们认为，氢气产量的增加也会加速氢燃料加气站的推出和燃料电池汽车的广泛商业应用。毕竟，欧洲也有 25% 的石油从俄罗斯进口，尽管从基础设施的角度来看，全球石油贸易的再平衡比天然气更容易。如果这一观点得到支持，将可能推动燃料电池车的普及步伐，相关的铂金需求将达到我们估计的上限。

随着规模经济效应的增长，绿氢的生产成本预计将会下降，但在目前化石能源价格较高的情况下，其仍然具有价格竞争力。

汽车对绿氢的需求与替代天然气所需的氢气规模无法比拟；根据我们的政策驱动场景分析，到 2030 年，欧洲燃料电池车对氢的需求略小于 20 万吨，而欧洲计划到 2030 年用多达 2000 万吨的绿色氢取代俄罗斯天然气。

现有及开发中的燃料电池车

最早采用燃料电池汽车的是公共汽车和叉车运营商。基于车场的公交车队运营特性非常适合燃料电池汽车，因为运营商可以设立专门的加氢站。类似地，叉车在受控仓库环境中工作，并从燃料电池的全性能中获益，因为电池叉车在轮班结束时通常性能下降。

目前，轻型车消费市场的领先者是现代 (NEXO) 和丰田 (Mirai)，这两家公司都已推出燃料电池汽车多年。预计将在不久的将来推出轻型燃料电池汽车的汽车制造商包括宝马 (iX5, 2022)、本田 (2023 年重新推出 Clarity)、现代 (Staria, 2023)、起亚/现代 (FK)、路虎 (Defender) 和 Ineos Grenadier 等。

现代 (Hyundai)、丰田 (Toyota) 和宝马 (BMW) 是燃料电池汽车的最大支持者，但许多其他汽车制造商也在计划推出新车型。

图 13 丰田 Mirai 燃料电池车，可售可租



来源：丰田汽车公司

在轻型商用车 (LCV) 领域，新车型似乎更为广泛，尽管还不够发达，福特 (Ford)、雷诺 (Renault)、斯特兰提斯 (Stellantis) 和梯瓦 (Tevva) 都希望在两年内开始销售轻型商用燃料电池汽车。

图 14 Zerro 燃料电池救护车



来源：Zerro 救护车

与其他低碳驱动列车相比，燃料电池车的优势可能在重型车辆上表现得最为明显，这是由于容量利用率率的考虑、电池重量造成的负载能力损失、及对于最大车辆所需现实考虑的道路、轮胎磨损、甚至桥梁等基础设施的最大重量限制。事实上，这一领域有众多的制造商参与，但没有轻型车领域那么发达，大多数产品介于开发和先进试验之间。排名不分先后，参与重型燃料电池卡车开发的公司包括 Hyzon、Cummins、Ballard、Volvo、Daimler、Bosch、

Hyundai、MAN、Toyota、Nikola 等。重型车领域还包括公共汽车，如上所述，燃料电池公共汽车已经在世界上许多城市的道路上行驶，特别是在中国和欧洲。

和电动车相比，燃料电池车重型车具备多个优势：长续航里程，快速补给燃料，高容量利用率和系统轻量化。

图 15 部署于瑞士的现代汽车 Xcient 燃料电池卡车，用于消费产品物流

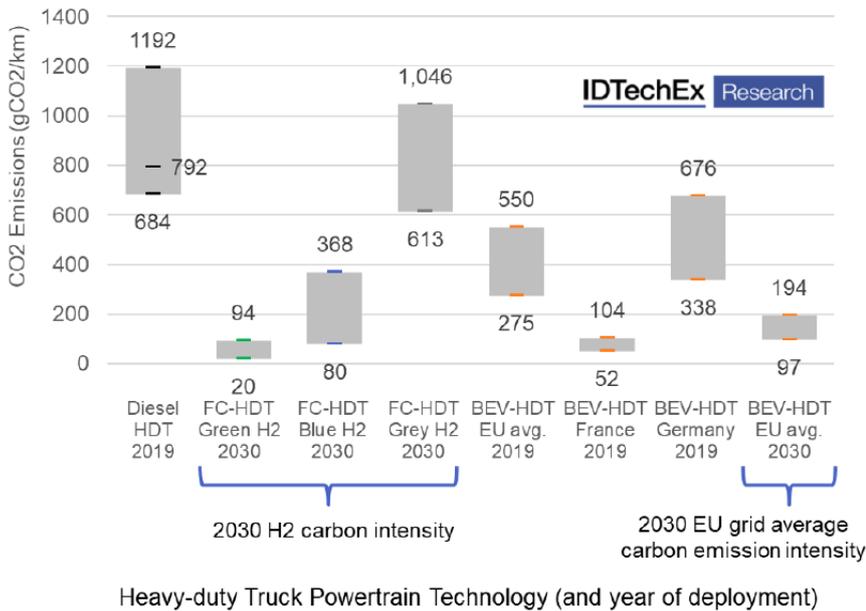


来源：现代汽车公司

根据 ICCT 的数据，重型车只占全球汽车总量的 10%，却排放了全球 43% 的温室气体。IDTechEx 估计，如果使用绿氢作为燃料，那么重型车行业改用燃料电池可以显著减少二氧化碳排放。

重型车只占全球汽车数量的 10%，但是造成了 43% 的全球汽车排放。

图 16 IDTechEx 预测，转向使用绿氢的燃料电池车，重卡汽车行业可以显著减少碳排放



来源：现代汽车公司

根据欧洲环境局(European Environmental Bureau)的数据,2017年,包括采矿在内的建筑业占全球最终能源使用的36%,占能源相关二氧化碳排放的39%。从这个角度来看,矿车重达220吨,每小时燃烧134升柴油。燃料电池非常适合用于工业和农业领域的脱碳应用,如采矿卡车、挖掘机和农用拖拉机,因为它能够就地从可再生能源中产生燃料,而且其高容量利用率是必要的优势。事实上,WPIC会员,英美铂业公司目前正在南非的Mogalakwena铂矿试运行一辆燃料电池矿车。英美资源集团的目标是希望到2034年,将其400多辆采矿卡车过渡到燃料电池汽车,其中包括英美铂业公司(Anglo American Platinum)运营的那些采矿车。

虽然本报告未包括,但燃料电池的应用已扩展到建筑和铁路部门。

此外,世界上一些国家的铁路运营商正在试验燃料电池驱动的列车,这些列车目前运行的是柴油机车,且在商业上无法实现电气化,因为它们主要运行于偏远线路和支线线路。

图 17 英美铂业采矿卡车



来源:英美资源

图 18 燃料电池公交车也属于重型车



来源:巴拉德

最后一个适合燃料电池的续航里程和加氢优势的领域是赛车。例如,为了推广氢燃料电池,勒芒将在2024年的24小时耐力赛上推出一款氢燃料电池汽车,其原型机正在研发中。

燃料电池汽车产量预测

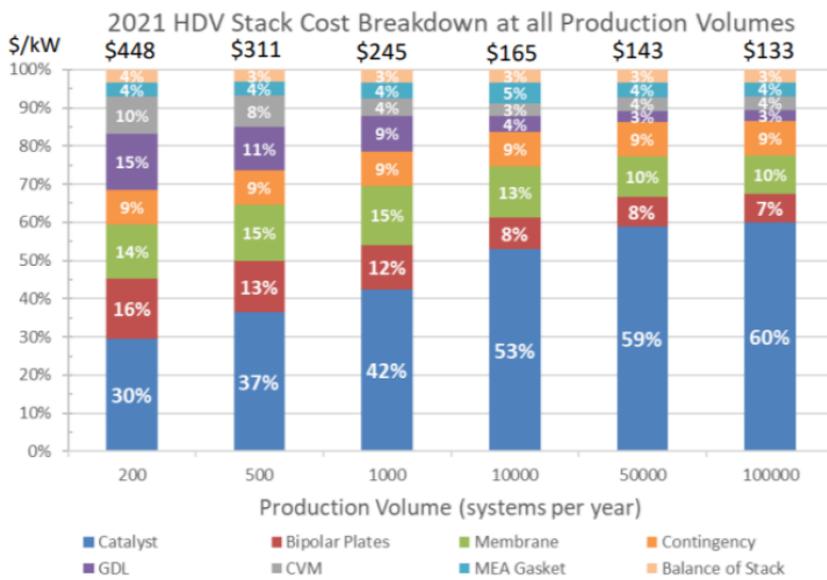
预测燃料电池车的普及速度是一件棘手的事情，正如之前所强调，氢经济得到了大量且越来越多的支持，但将近期的目标与现实行动相匹配是困难的。此外，虽然轻型商用车 (LCV) 和重型车最适合燃料电池的优势，但轻型车是目前可用车辆中发展最快的。

目前，我们掌握了迄今为止轻型燃料电池车的产量数据，以及一些主要厂商计划的燃料电池产能计划，尽管这些燃料电池是用于道路、非道路还是固定式用途还不是很清楚。

例如，现代汽车目前的燃料电池生产能力为每年 2.3 万辆，并计划在 2023 年底前再委托两家工厂生产 5 万辆，使其总产能达到每年 12.3 万辆。它的目标是到 2030 年增加到 70 万 (50 万燃料电池汽车)。但是如果我们假设所有燃料电池的动力和预测载铂量和当前的 Nexo 燃料电池车一样，每年 12.3 万辆燃料电池的铂金需求等于 175 千盎司，而 70 万辆燃料电池车需要一百万盎司铂金，尽管我们希望从现在到那时每千瓦的铂金用量将会减少。

值得注意的是，产量是实现规模经济并将燃料电池汽车的系统成本降至与内燃机持平的关键驱动因素。下面这张由美国能源部制作的图表显示，每年生产从 1,000 到 100,000 个，燃料电池的成本几乎减半。

图 19 规模经济的增长是燃料电池系统成本下降的关键因素



来源：美国能源部/战略分析公司，IDTechEX

因此，我们研究了两个场景。首先是一个政策驱动的场景，在这个场景中，燃料电池汽车的采用受到政府和地区补贴、激励措施和立法目标的驱动。其次，在商业增强推广场景，政府和地区政策已经引发了基础设施的临界量、燃料电池车和氢气生产的规模经济，足以促进基于成本和实用性的广泛普及。

预测燃料电池车产量

韩国现代汽车在燃料电池车制造上雄心勃勃，计划在 2030 年实现年产量 70 万个电堆。

产量是实现规模经济和降低燃料电池成本的关键。

首先要强调的是，我们对该地区燃料电池车的预测是基于产量而不是销售。这对北美的影响尤其大。在加州，轻型燃料电池汽车的销量一直处于全球最高之列，尽管主要是亚洲制造的汽车。相比之下，虽然美国可能是一个重要的重型燃料电池汽车生产国，但缺乏一个连贯的联邦氢政策，这促使我们在政策驱动的情况下对美国的产量估计采取谨慎的方法。

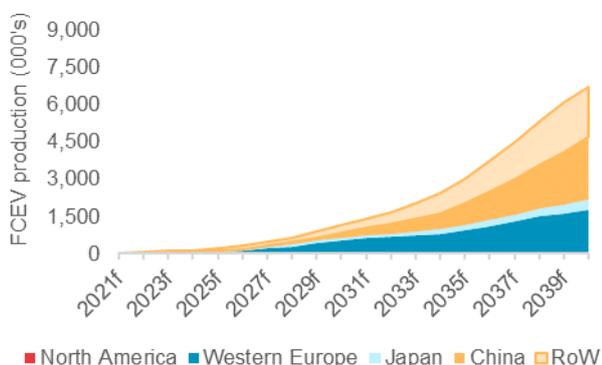
地区预测是基于产量而不是销量。

轻型燃料电池车的产量场景

在政策驱动的场景下，我们预计中国将主导轻型车的生产，其次是韩国，其50%以上的产量计划用于出口，然后是欧洲。2024年年产量将突破20万台，2030年将突破200万台。我们认为，目前更多的轻型燃料电池汽车的商业可用性意味着该领域的发展可能会领先于轻型商用车和重型车。因此，尽管商业增强的推广场景有其积极的一面，但它相对而言是沉默的。

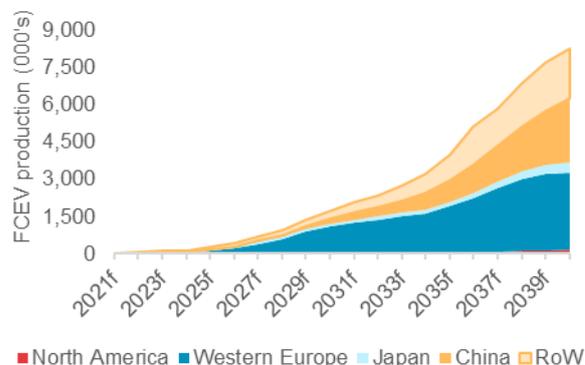
尽管发展重型燃料电池汽车有更充分的理由，但普及轻型汽车对于区域氢燃料基础设施实现规模经济非常重要。

图 20 政策驱动场景下轻型燃料电池车的区域性产量，按其他地区（韩国），欧洲和中国



来源: WPIG 研究

图 21 商业增强型推广场景下轻型燃料电池车产量，假设欧美产量更大



来源: WPIG 研究

轻型商用燃料电池车的产量场景

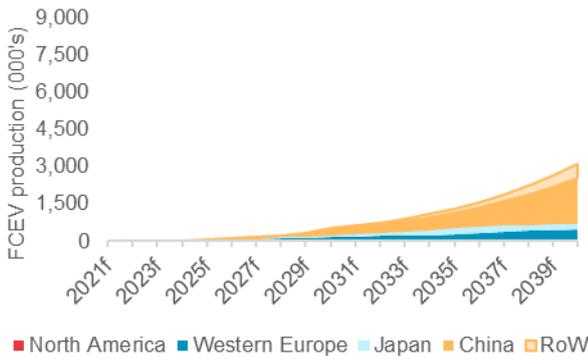
在政策驱动的场景下(图 20)，轻型商用车产量预计将在中国和韩国领先，在商业增强的场景下，所有地区的轻型商用车产量都将略有上升。考虑到燃料电池动力系统很可能在轻型商用车和轻型车之间具有高度互换性，如果相对需求导致汽车制造商优先选择其中一种，那么轻型商用车的前景可能存在很大的差异。

中国和韩国是推动燃料电池车增长的关键市场。

如果燃料电池作为多个单元使用而设计的，那么最后一个观点对重型车来说也是正确的；例如，丰田一直在使用两套丰田 Mirai 燃料电池为试行的日野卡车（Hino Truck）提供动力。

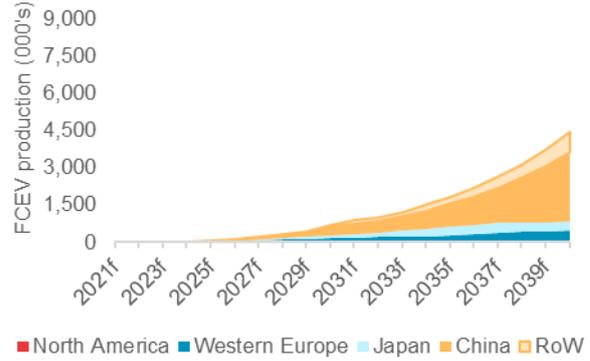
从长远来看，重型燃料电池汽车的加速普及也有可能开始蚕食轻型车市场的需求，特别是这将减少该领域的需求，增加重型车的需求。

图 22 政策驱动场景下轻型商用燃料电池车的产量将被中国市场主宰，其他地区市场补充（北美除外）



来源：WPIG 研究

图 23 在商业增强的场景下，中国依然主宰轻型商用燃料电池车产量，但其他地区的产量也增加



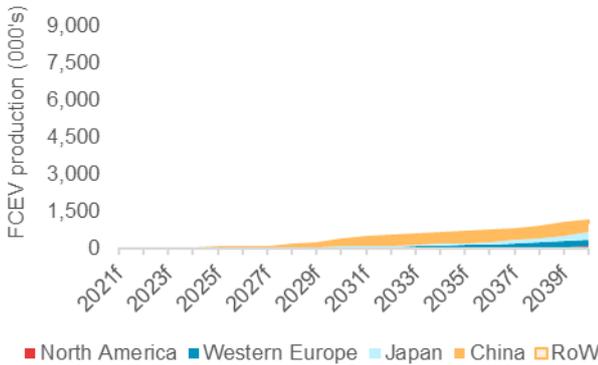
来源：WPIG 研究

重型燃料电池车的产量场景

在政策驱动的场景下，这一切都是关于中国、中国和中国，尤其需要关注专用加氢设施支持的公交车。此外，中国有着最雄心勃勃的加氢站建设计划，虽然中国是一个大国，但一个广泛的加氢站网络可以支持重型车运输和特定运输走廊的配送网络。其他地区市场也有潜力，但我们只在商业增强型场景下看到北美将有显著的早期产量。

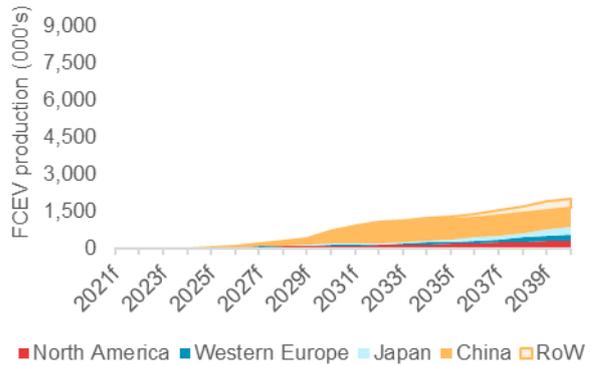
由于缺乏统一的国家政策框架，美国在燃料电池汽车的生产方面表现不突出，但预计加州将成为进口燃料电池汽车的主要市场。

图 24 政策驱动场景下，重型燃料电池车产量预计将有中国主宰，其次是欧洲和日本



来源：WPIG 研究

图 25 在商业增强的场景下，中国依然主宰重型燃料电池车产量，但其他国家的产量也显著增加，包括北美



来源：WPIG 研究

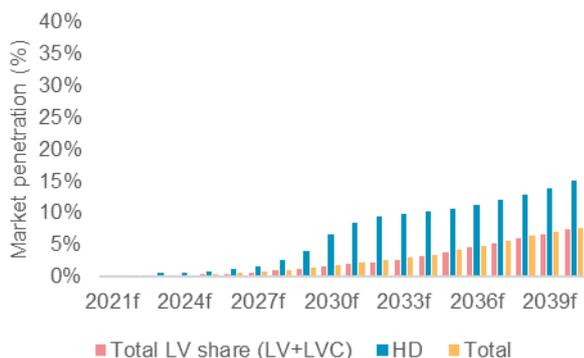
燃料电池车的渗透率相对较低

在这两种场景下，增长率非常相似，即尽管基数很低，从现在到 2030 年的复合年增长率略高于 50%，但之后会降到 20% 以下，这证明了即使是轻微的举动也能在长期发生作用。燃料电池汽车的市场渗透率仍然相对较低，到 2030 年，轻型车和轻型商用车的市场渗透率仅为 2%，之后 10 年将上升至 8%。而在商业增强的场景下，渗透率将分别上升至 3% 至 11%。虽然这些增长率看起来很高，但我们注意到，它们与过去十年的纯电动汽车增长情况大体相似。

我们认为燃料电池车的未来复合增长率与过去 10 年纯电动汽车产量的复合增长率相似。

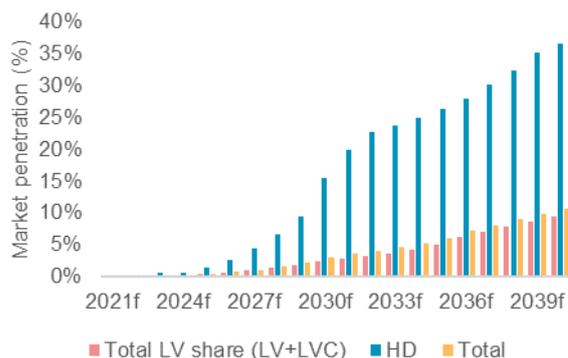
更详细地观察燃料电池车细分市场，尽管数量较少，但重型汽车的渗透率却要高得多，在政策驱动的场景下，到 2030 年将达到 8%，在未来 10 年将超过 15%，但在商业增强型的场景下，到 2040 年将接近 40%。我们假设，相对于其他动力传动技术，单个市场可能存在燃料电池车的饱和点，取决燃料电池汽车的显著普及日期和加氢站网络在不同地区的形成，这将产生一个阶梯式的产量轮廓。

图 26 在政策驱动场景下，重型燃料电池车市场的渗透率将达到 15%...



来源: WPIG 研究

图 27 ...但在商业增强型场景下，可以达到 40%的渗透率，相比之下，轻型车和轻型商用燃料电池车的渗透率较不显著

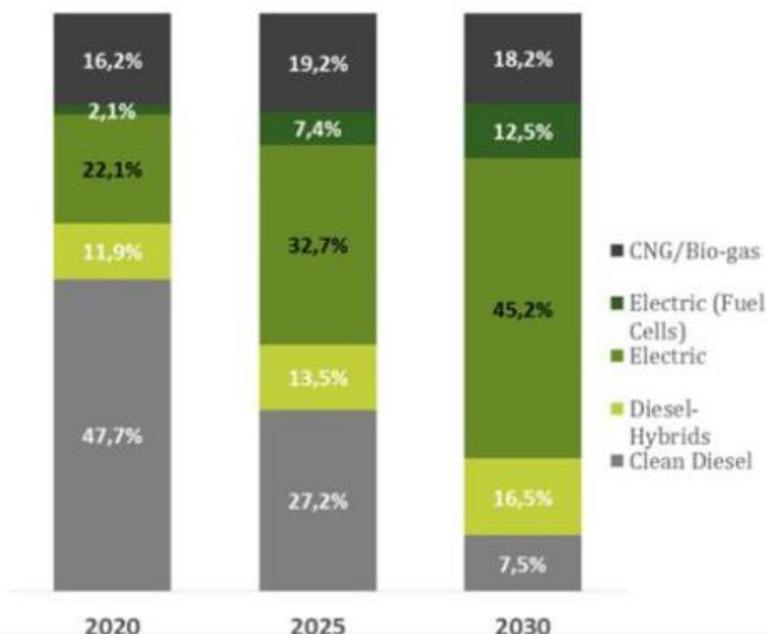


来源: WPIG 研究

欧洲最大的公交车制造商之一 Solaris 公司预计，到 2030 年，燃料电池公交车将占到欧洲城市公交车总数的 12.5%。

预计轻型和轻型商用车的渗透率仍将相对较低，但重型车的渗透率可能高达 40%。

图 28 Solaris 公司预计到 2030 年，燃料电池汽车将占其公交车队的 12.5%



来源: Solaris 公交大巴公司, IDTechEX

建立燃料电池车需求的展望

动力和铂金用量

除汽车产量外，燃料电池功率输出和用铂量是决定燃料电池汽车铂金需求的最重要因素。一般来说，由于更高的容量利用需求，燃料和其他来源的杂质导致催化剂中毒的可能性增加，所以重型车的用铂量要大于轻型车和轻型商用车。我们估计，目前的重型车辆的用铂量在 0.53 克/千瓦左右，轻型商用车和轻型车的用铂量在 0.18 克/千瓦到 0.13 克/千瓦之间。

我们预期，随着对燃料电池车的可交付使用周期里程的信心增强，燃料电池中的用铂量将会减少，而氢纯度的提高也会减少用铂量，因为杂质会导致铂催化剂中毒。

与对待催化转换器一样，研究人员也在不断努力降低质子交换膜燃料电池的用铂量，美国能源部的目标是到 2030 年降至 0.10 克/千瓦，这似乎是可以实现的。我们估计，到 2030 年，轻型车的平均用铂量将降至 0.10 克/千瓦，并在未来 10 年进一步降至 0.08 克/千瓦。同样，重型车的用铂量预计将在同一时期下降到 0.25 克/千瓦。

电池容量的两难之处

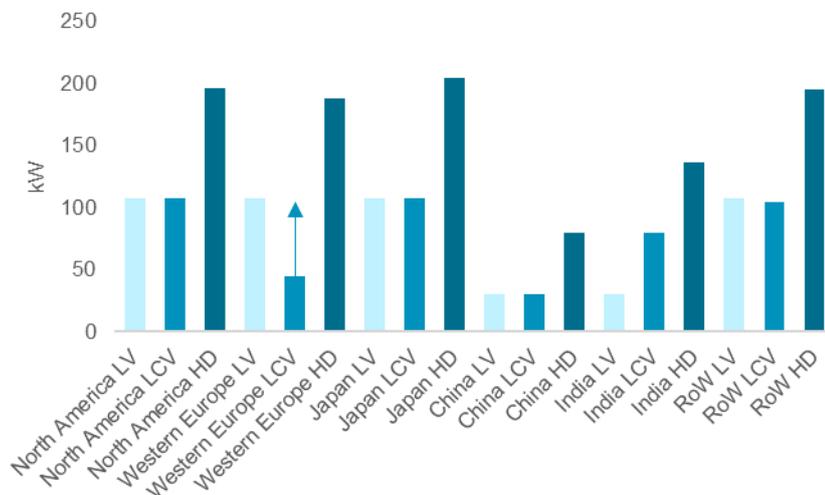
正如报告之前所述，燃料电池车包括一个辅助电池和一个燃料电池。这意味着燃料电池提供的动力往往是大大低于今天内燃机汽车所提供的动力，所以在电力负载高峰时，电机可以由燃料电池和辅助电池驱动，而在电力负载要求低时，燃料电池可以驱动电机并同时给辅助电池充电。

这意味着在燃料电池的规格与电池的规格之间有一个权衡。在权衡的一端，当要求恒载应用时，燃料电池的规格将被设计成为满足电机所需的电力，而辅助电池的规格将相对较小。在另一端，这款车几乎可以被视为纯电动汽车，使用更小的燃料电池作为增程器。后者的例子包括中国使用 30 千瓦的燃料电池和大型电池组的公交车，而欧洲的单层公交车通常使用 70-100 千瓦的燃料电池和 30-45 千瓦时的电池。为了给这些数字提供一些背景信息，在欧洲，一辆典型的单层柴油巴士的功率为 220-260 千瓦，其中差异反映了电动马达的瞬时扭矩力。

我们认为，这些偏好在某种程度上具有区域性，通常会突出在世界不同地区中内燃机功率的现有差异(例如，中国的发动机功率比美国同类汽车的小)。我们还预测燃料电池的规格将在一些地区增加，由最初的小型燃料电池配大型动力电池逐渐转向大型燃料电池配小型动力电池。在欧洲等一些地区，汽车制造商目前提供的套餐反映了这一变化。例如，Stellantis 公司正在其轻型商用车中使用 Symbio 的燃料电池，目前这种燃料电池的功率仅为 45 千瓦，但 Symbio 计划在不久的将来通过改变系统的平衡来获得运载能力，从而需要更大的燃料电池。由于目前可用的加氢站数量相对较少，所以在一开始就可以为车辆充电，而燃料电池作为增程器，这样车辆经过加氢站可以加氢，但随着加氢站网络建设的改善，这个配置开始转变。

我们预计燃料电池的发电功率将随着时间的推移而增长，特别是在轻型商用和重型领域。

图 29 燃料电池车 - 不同类型车辆在不同地区的平均动力估计



来源: WPIIC 研究

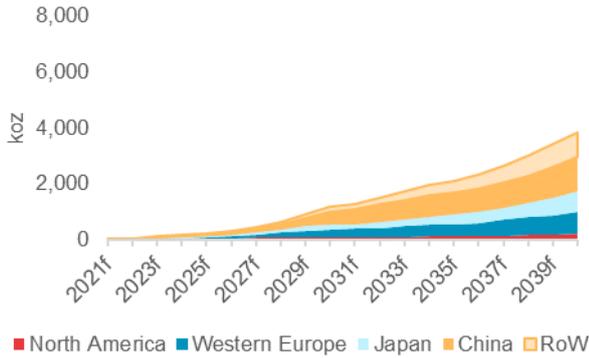
燃料电池功率输出和辅助电池容量之间的平衡存在区域性的差异。

燃料电池车的铂金需求预测

将燃料电池车产量预测、燃料电池功率输出和单辆车用铂量综合在一起，得出以下铂金需求预测。在这两种场景下，燃料电池车的铂金需求最初都非常温和，随着2024年韩国大型燃料电池生产设施的投产，铂金需求将出现第一个真正的上升。然而，随着时间的推移，需求开始变得更有意义，在政策驱动的情景下，到2030年将达到1百万盎司/年，到2040年继续增长到近4百万盎司。在商业增强型场景下，初始的发展轨迹差不多，但到2028年，铂金需求加速到1.3百万盎司/年，而2040年将接近6.7百万盎司/年。

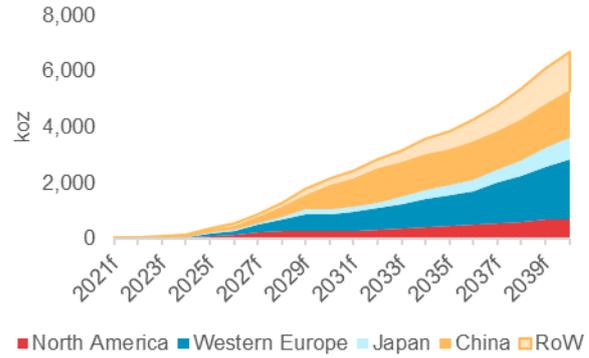
到2030年，仅在政策驱动场景下，燃料电池车的铂金需求就可能相当于1百万盎司。可供参考的是，目前铂金的矿供应总量约6.1百万盎司。

图 30 在政策驱动场景下，燃料电池车的铂金年需求在2030年达到超1百万盎司，2040年高达4百万盎司



来源: WPIC 研究

图 31 由于重型车的用铂量较高，在商业增强型场景下，燃料电池重型车较高的渗透率将提振更多铂金需求



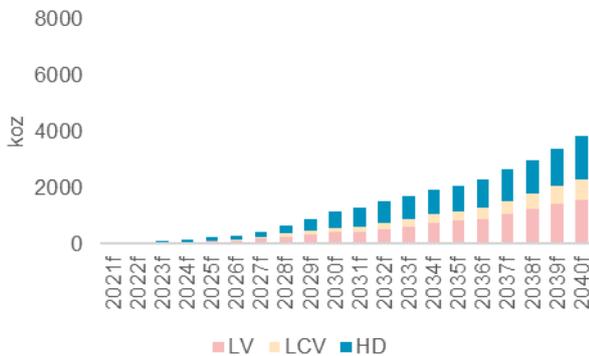
来源: WPIC 研究

在按车型分类的铂金需求，预计在政策驱动的场景下，将会相对平均地分配给轻型车+轻型商用车和重型车。在商业增强的场景下，重型燃料电池汽车因为相对较高的市场渗透率，以及与更高的用铂量，导致重型车的铂金需求显著超过轻型车和轻型商用车的铂金需求。

汽车领域之间的需求平衡可能会有所不同，但我们对燃料电池产量的前景有相对较高的信心。

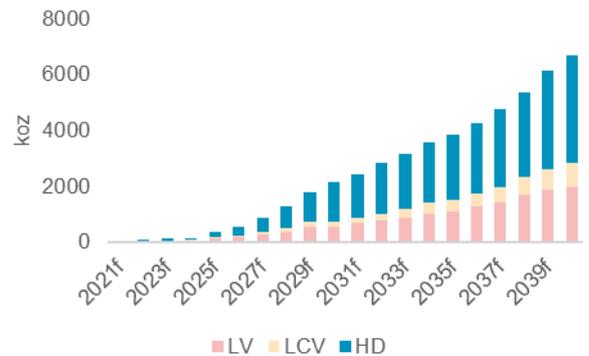
然而，正如前面所提到的，燃料电池在不同平台和汽车领域的灵活性意味着这三个领域之间的平衡可能会有所不同，尽管我们对燃料电池的总体生产前景和相应的铂金需求这两者上信心充足。

图 32 在政策驱动的场景下，燃料电池车的铂金需求在2030年将超过1百万盎司，到2040年将接近4百万盎司



来源: WPIC 研究

图 33 在商业增强型场景下，市场渗透率相对较高的重型燃料电池汽车将因为更高用铂量而提振铂金需求



来源: WPIC 研究

燃料电池车的前景与内燃机汽车比较

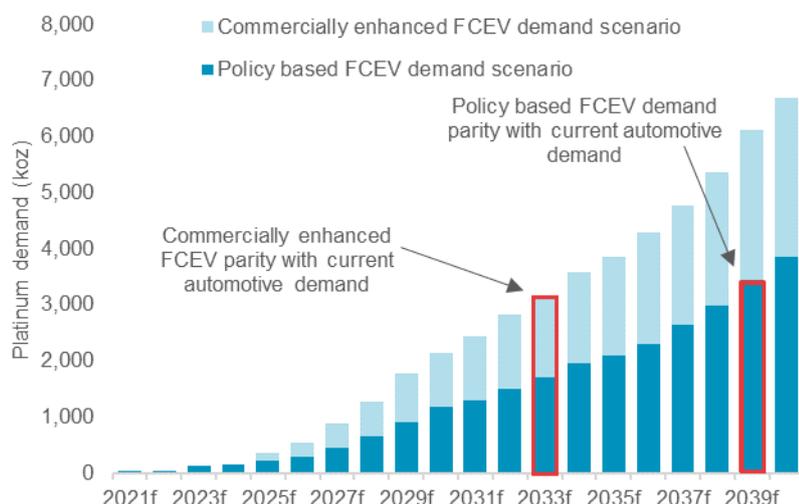
为了便于比较，此处提示汽车行业的2022年铂金需求预计将达到3.129百万盎司(用于催化转换器)。

在政策驱动的场景下，燃料电池汽车的年铂金需求将在 2039 年超过这一水平。尽管许多研究机构预测内燃机时代的结束，我们认为从电网和经济角度，这是不切实际，同时持续升级的排放法规也应该允许内燃机作为动力传动系统组合的一个重要部分在未来很长一段时间内继续存在。尽管如此，政策驱动场景也表明燃料电池车的铂金需求可能超过目前内燃机汽车的铂金需求，并加入到剩存内燃机汽车的未来铂金需求。（我们计划在未来的《铂金摘要》期刊上量化这些影响）

到 2033 年，燃料电池车的铂金需求将与目前的汽车铂金

在商业增强场景下，到 2032 年，燃料电池车的铂金需求将达到 2022 年预测的汽车需求。这是铂金需求的显著增长，这很可能导致总需求接近供应增长的可能性。为了满足未来 10 年的需求，矿业公司需要仔细规划，要求它们在现在为未来十年后的需求做出投资决策总是很困难。可能需要牺牲一些珠宝首饰或工业消费的需求，并可能在超出我们假设的情况下节省燃料电池催化剂的用铂量。同样值得重申的一点是本文分析只考虑燃料电池车的铂金需求增长，并没有考虑用于绿氢生产的质子交换膜电解槽、用于铁路或海运的燃料电池和固定式燃料电池等领域的铂金需求。这些需求数量有可能是相当可观的。

图 34 燃料电池车的铂金需求



来源: WPIC 研究

结论

现实情况是，这不是一个纯粹的电动汽车与燃料电池车竞争的案例；实现全世界脱碳是一项艰巨的任务，没有一项低碳技术能够完全胜任；我们需要用到所有这些技术。因此，未来在某些方面看起来并不完全陌生，一些消费者对纯电动汽车或燃料电池汽车的偏好就像人们对汽油车或柴油车的偏好一样，他们的偏好取决于各自的生活方式或容量利用的需求。

电动车和燃料电池车在交通脱碳中各有其角色。

在这两种场景下，燃料电池车单一的铂金需求潜力在刚起步阶段是相对较小的，但从 2020 年代末开始将变得非常显著，并在此后迅速加速到重要水平。值得再次提醒的是，本文分析的铂金需求之增长不包括来自用于生产绿氢的质子交换膜电解槽，用于建筑、铁路或航运的燃料电池，以及固定式燃料电池，而它们的数量可能是相当可观的。虽然燃料电池汽车的数量从较低水平开始增长，但预期普及率和销量与 2012 年以来纯电动汽车的普及率，以及它从目前到 2030 年的销量预测非常接近，因此我们对燃料电池汽车的预测完全合乎情理。我们在这里没有研究的是燃料电池车的铂金需

11 年后，燃料电池车的铂金需求有可能超过今天汽车催化剂的铂金需求，带来每年额外的 3 百万盎司。

求增长和内燃机汽车的铂金需求前景之间的相互作用。我们认为，到本世纪 30 年代，内燃机仍将是全球汽车动力系统的重要组成部分；从铂金需求的角度来看，可能的汽车产量下降将被更严格的排放标准、相应更高的催化剂用铂量和铂替换钨带来的增量所完全抵消。在无法增加铂金供应的情况下，对内燃机汽车的尾气排放控制相应所需的铂金，加上燃料电池车对铂金的额外需求，可能会导致铂金严重短缺，从而阻碍燃料电池车的增长速度（就像未来十年纯电动汽车的电池材料供应将限制其发展一样）。然而，铂金探明储量和资源是充足的，假以时日，它的矿产供应可以提高并满足需求的增长。铂金的稀缺将支撑更高的铂族金属一篮子价格，这是矿山供应增长的必需条件（从 2022 年预测的 6.1 百万盎司起），而全球日益支持的氢能政策和投资热潮将极大增强铂金的矿业供应增长。这也将鼓励人民广泛采用这一重要的脱碳技术。

WPIC 旨在提高铂金投资需求

世界铂金投资协会 (WPIC) 是由南非领先的铂族金属矿商在 2014 年成立，旨在通过提供市场洞见和针对性市场开发以实现铂金投资需求的增长。我们为投资者提供市场资讯以支持他们明智的投资决策，例如《铂金季刊》、《铂金远景》月刊和《铂金摘要》。我们还根据投资者、产品、渠道和区域市场分析铂金投资价值链，并与机构合作，提高铂金市场的效率，为所有类型的投资者提供兼具成本效益的投资产品。

重要通知与声明：本出版物为概括性报告，仅可用于学习用途。作为本出版物的出版方，世界铂金投资协会的成员是由全球处于领先地位的铂金矿业公司组成，意在开发市场，提升铂金投资需求。世界铂金投资协会的使命是通过具有可行性的洞见和目标明确的发展行动，向投资者的明智决策提供铂金行业信息，与金融机构和市场参与方合作，开发投资者所需的产品和渠道，从而刺激市场对铂金的投资需求。未经作者允许，本报告的任何部分均不得以任何形式复制和分发。本报告中标有 SFA 的研究和评论的版权均属金属聚焦所有。本报告所含的数据和评论的所有版权和其他知识产权均属金属聚焦。金属聚焦是本机构的第三方内容提供方之一，除金属聚焦以外，其他任何人均无权对本报告中的信息和数据的知识产权进行注册。金属聚焦提供的分析、数据以及其他信息反映了金属聚焦根据文件数据的判断，若有变更，恕不另行通知。未经金属聚焦书面同意，本报告中数据和评论中的任何部分均不可用于进入资本市场（融资）等具体目的。

本出版物中 SFA 在 2013 年至 2018 年期间的研究归©SFA 版权所有。本报告所含 2013-2018 年期间数据中的所有版权和其他知识产权仍为我们的第三方内容提供商之一 SFA 的财产，除了 SFA 之外，其他任何人都无权对本报告中的信息或数据注册任何知识产权。SFA 提供的分析、数据和其他信息反映了 SFA 在截至文件日期的判断。未经 SFA 书面许可，本报告中数据和评论中的任何部分均不可用于进入资本市场（融资）等具体目的。

本出版物不可且不应被解释为任何证券的销售或询价邀约。无论是否另有说明，出版方和内容提供方不对任何包含证券或商品的交易提供传送订单，安排、咨询或代理服务。本出版物不提供税务、法务或投资咨询服务，且其中所包含的任何信息均不应解释为销售、购买、投资或证券的持有或参与投资决策或交易的推荐。出版方与内容提供方均不是，亦不声称，交易经纪人、注册投资顾问，若有相关服务，会根据美国或英国法律（包括金融服务与市场法令 2000 或高级经理和认证制度或金融监管局）进行注册。

本出版物不可且不应被解释为针对或适合于任何特定投资人的私人投资建议。所有投资活动均须事先咨询专业的投资顾问。针对投资行为、投资策略、安全或相关交易是否符合你的投资目标、金融环境和风险承受能力，该判断应由投资方本人独自承担责任。针对具体的业务、法律和税收情况及问题，请咨询您的业务、法律和财务顾问。

本出版物所基于的信息被认为是可靠的。尽管如此，出版方和内容提供方均不能保证信息的准确度或完整度。本出版物包含前瞻性言论，包括与行业持续增长的预判性观点。出版方与金属聚焦特此声明：本出版物所包含的前瞻性言论不包含历史信息，具有影响实际投资结果的风险与不确定性。任何人因依赖本出版物中信息所造成的任何损失和伤害，金属聚焦与出版方概不负责。

世界铂金投资协会的标志、服务、记号与商标由世界铂金投资协会独家持有。本出版物中涵盖的其他商标属于各商标持有方的财产。除特殊声明外，出版方与商标持有方不存在附属、关联或相关等关系，亦存在资助，批准或起源等关系。出版方不针对第三方商标的任何权利作任何声明。

世界铂金投资协会研究的 MiFID II 状态

世界铂金投资协会已根据 MiFID II 对其研究和服务进行了内部和外部审查。据此，世界铂金投资协会特此向其研究服务接受方及其合规/法务部门做出以下特别声明：

1. 世界铂金投资协会的研究内容属于小型非货币盈利范畴，所有资产经理可免费持续使用，相关研究可在投资机构间免费分享。
2. 世界铂金投资协会不经营任何金融工具执行业务，不进行任何市场开拓、销售交易、交易或股份交易等活动。
3. 世界铂金投资协会的研究内容作为符合欧盟金融工具市场指令的小型非货币盈利范畴内的文件，可供广泛传阅，所有相关各方均可通过一系列渠道获得。世界铂金投资协会的研究报告可在其官网上免费获取。世界铂金投资协会对其研究报告汇集平台不设任何许可要求。

世界铂金投资协会目前和未来都不会向研究报告服务收取任何费用。世界铂金投资协会向机构投资者声明：世界铂金投资协会不对其免费内容收取任何费用。

如需了解更多细节信息，请登录世界铂金投资协会官方网站：

<http://www.platinuminvestment.com/investment-research/mifid-ii>