

# 氢燃料电池汽车的最新应用进展概述

文 | 刘明星 王娟

氢燃料电池汽车 (Hydrogen Fuel Cell Electric Vehicle, FCEV) 是一种利用氢燃料电池堆 (fuel cell stack) 将氢气与氧气反应产生电能驱动电机的零排放车辆。其核心优势在于快速加注 (3 ~ 5 分钟)、长续航里程 (通常超过 500km) 和仅排放水蒸气，但面临氢基础设施不足、燃料成本高和铂催化剂依赖等挑战。

截至 2025 年 11 月，FCEV 市场正从乘用车向商用车倾斜，全球销量以中国为主导 (2024 年氢燃料电池车销量超 7000 辆，占全球 55%)，预计到 2029 年市场规模将达 236 亿美元，年复合增长率 19.7%。中国市场规模预计从 2025 年的 5.91 亿美元增长至 2035 年的 110.66 亿美元，年复合增长率 30.5%。本文将分别阐述乘用车和商用车的最新应用进展，基于 2025 年上半年至 11 月的关键事件和技术突破，并特别增加中国市场情况，所有信息来源于可靠来源如 IDTechEx、MRFR 和中国汽车工业协会 (CAAM) 报告。

## 乘用车领域的最新进展

乘用车 FCEV 主要聚焦于 SUV 和轿车市场，强调长续航和家庭适用性。2025 年，亚洲制造商（如丰田、本田和现代）主导创新，欧洲市场则趋于收缩（德国仅剩 6 辆氢乘用车注册），加州仍是美国主要应用场景。基础设施瓶颈导致销量停滞，但新技术如第三代燃料电池堆和混合动力系统正推动效率提升。全球氢乘用车销量 2024 年约 1.2 万辆，2025 年预计增长 15%。中国乘用车 FCEV 占比低 (2024 年仅约 8%)，但政府目标到 2025 年累计需求达 4.99 万辆。

## 关键车型和技术更新

丰田 Mirai (2025 款)：作为氢乘用车的标杆，2025 款 Mirai 采用 XLE 单一配置，EPA 续航里程约 402 英里 (约 647km)，氢气消耗效率达 76 MPGe (城市 / 高速)。新款引入氢泄漏自动关闭阀门，提升安全性。丰田提供购买 / 租赁免费氢燃料 (最高 1.5 万美元或 3 ~ 6 年)。此外，丰田在 2025 年 1 月宣布与欧盟合作，推动跨欧洲氢燃料走廊建设，并在 SEMA 展会上展示氢动力 Tacoma H2-



丰田第二代 Mirai 系统搭载图



2025- 本田 -CRV-Efcev

Overlander 概念车，预示越野氢应用扩展。丰田第三代燃料电池堆 (FC Stack V3) 功率达 128kW，耐久性提升，支持 24 小时连续运行测试，标志着氢乘用车向商用级耐用性迈进。在中国，Mirai 销量有限，但丰田计划 2026 年后通过与 Sinotruk 合作扩展氢乘用车生态。

本田 CR-V e:FCEV (2025 款)：这是美国首款本土生产的氢 FCEV，于 2024 年底在俄亥俄州投产，2025 年正式上市。采用插电式燃料电池混合动力系统：电池提供约 48km 纯电续航（家用充电），氢燃料电池扩展总续航至 435km (EPA 估测)。燃料电池模块体积缩小 30%，成本降低，集成 Honda Sensing 安全套件。本田计划 2026 年推出更廉价、更高效版本，目标年销量 2000 辆，到 2030 年达 6 万辆。这款车标志着氢乘用车从专用车型向主流 SUV 融合的转变。中国市场暂无本土生产，但本田通过 HTWO 品牌探索氢乘用车合作。

现代 Nexo (第二代，2025 款)：在 2025 年首尔移动展首发，续航里程超 800km (WLTP 标准)，电动机功率 150kW，支持 350/700bar 双加注口。内饰借鉴 Ioniq 5 设计，安全性升级包括氢泄漏检测。现代 INITIUM 概念车 (生产版 2025 上半年上市) 引入新设计语言，强调家庭 SUV 空间和高效堆栈。新 Nexo 计划年产 3 万辆，先在韩国和美国上市。现代目标 2025 年燃料电池年产能达 10 万台。在中国，Nexo 销量 2025 年 Q3 达数百辆，受益于政府补贴和基础设施扩展。

### 市场趋势与挑战

全球氢乘用车销量 2024 年约 1.2 万辆，2025 年预计增长 15%，但欧洲 (如德国、奥地利) 基础设施关闭 (如 H2 Mobility 关闭 11 座站) 导致需求萎缩。中国市场以商用为主，乘用车占比低 (2023 年约 8%)，但预计 2025 年销量达数千辆，受“燃料电池汽车示范应用”政策驱动。

**创新焦点：**BMW 与丰田合作开发下一代堆栈，计划 2028 年推出基于 X5 的氢 SUV，获欧盟 2.73 亿欧元资助。铂使用量仍是瓶颈 (每辆车 13 ~ 18g)，但回收技术正优化。

**应用场景：**加州氢站网络支持试点车队，适用于长途通勤；日本和韩国补贴推动家庭采用。中国试点聚焦城市示范区，如上海和广东。

### 商用车领域的最新进展

商用车 (卡车、公交) 是氢 FCEV 增长最快的细分，受益于固定路线和集线加注优势。2025 年，重型应用占比超 60%，中国年销数千辆，美国和欧洲试点扩展。预计到 2040 年，欧洲氢卡车和公交达 45 万辆。中国商用车 FCEV 销量主导全球，2024 年达 5217 辆 (1 ~ 9 月)，超日本现代和丰田出口总和。政府目标 2025 年底部署 1200 座氢站。

### 关键车型和技术更新

**现代 XCIENT Fuel Cell 卡车：**2025 年 4 月推出 Class-8 重型版，续航超 400km，适用于北美清洁物流。

采用第二代堆栈，效率提升 20%。现代与 NorCAL ZERO 项目合作部署车队，并在瑞士获 1600 订单。计划 2025 年燃料电池产能达 10 万台，支持欧洲和北美扩展。在中国，现代与广东圆上物流签署 1000 辆 XCIENT 协议，2025 年交付首批。

**丰田重型氢卡车和公交：**与 PACCAR 合作开发零排放重卡，2025 年在欧洲和日本路测。丰田 Hilux 氢版确认 2028 年量产，适用于商用皮卡。公交方面，丰田与 CaetanoBus 联盟扩展 H2.City Gold 系列（8.5 ~ 18 米车型），2025 年起在欧洲量产，支持 BRT（公交快速交通）。在中国，丰田与 Sinotruk 合作开发重型氢卡车，2025 年测试首批车型。中国氢公交和卡车销量 2024 年达 7069 辆，全球第一。

**戴姆勒 / 沃尔沃 / 斯堪尼亚等重卡：**戴姆勒 GenH2 卡车原型续航 1000km，2025 年小批量交付。沃尔沃和斯堪尼亚开发长途氢卡车，获欧盟氢路线图支持。Nikola 和 Hyzon Motors 推出 fyuriant 零排放重卡，2025 年与 New Way Trucks 合作垃圾车应用。中国东风和上海燃料电池计划部署 500 辆氢商用车。

**氢公交进展：**Ballard 为 Solaris 供应 62 台 FCmove 引擎，用于德国 / 波兰公交，2025 年服务启动。塔塔 Starbus FCEV 氢公交采用零排放技术，印度试点。CaetanoBus 和 Isuzu 在 2025 年东京移动展展示新一代氢公交，续航 500km。英国 / 德国双层公交 2025 年上路。中宇通售 500 辆氢卡车给郑州国企，2025 年交付；金龙氢



Hyundai Xcient in America

公交月销 216 辆，市场领先。

#### 市场趋势与挑战

2025 年氢商用车销量预计超 1 万辆，中国占主导（目标 2025 年底 1200 座氢站，2024 年已经建成 540 座）。美国国家零排放货运走廊策略支持 2040 年前网络建设。

**创新焦点：**Cellcentric（沃尔沃 / 戴姆勒合资）2025 年启动欧洲最大燃料电池生产线，年产数万台。MAN 推出氢燃烧重卡 hTGX，小批量 200 辆，2025 年交付德国 / 荷兰等。基础设施扩展：壳牌 Holland Hydrogen L 工厂 2025 年投产，支持商用氢供应。中国首批 200kW 氢重卡下线，续航 700km。

**应用场景：**长途货运（如亚马逊氢车队试点）和城市公交（如维也纳 Hyundai ELEC CITY 演示），减少柴油依赖。中国场景包括广州氢公交革命（2025 年 50 辆）和重庆 - 钦州氢卡车走廊。

#### 总体展望与建议

2025 年，氢 FCEV 从乘用车“利基市场”向商用“主流补充”转型，预计到 2030 年商用占比超 80%。政府激励（如加州 1.5 百万零排放车目标）和公私合作（如丰田 - 欧盟氢走廊）是关键驱动力。中国主导全球市场，2025 年 FCEV 销量预计占全球 60% 以上，受益于 5 万辆目标和氢站扩张。挑战包括绿氢生产成本（需可再生能源）和站网扩张，但重型应用（如卡车）证明氢在电池 EV 补充作用。未来，混合系统（如本田 CR-V）和规模化（如现代产能）将加速采用。建议关注中国和加州试点，以评估全球可复制性。



戴姆勒

金属材料	主要用途部位	单车需求量（2025年主流水平）	需求增幅原因与全球供应风险
铂 (Pt)	燃料电池催化剂（阴极为主，阳极少量）	乘用车：13 - 25g（第二 / 三代电堆已降至10g以下目标）重卡 / 公交：80 - 150g	核心瓶颈金属，全球年产量仅约180 - 200吨，80%用于汽车催化剂。2025 - 2030年若FCEV年销量达30万辆，铂需求将占全球供应15% - 25%。回收率虽达95%，但新矿供应紧张。
钌 (Ru) / 钯 (Ir)	阳极抗CO催化剂、质子交换膜稳定剂	乘用车：1 - 3g 重卡：5 - 15g	铱全球年产量仅8 - 10吨，主要用于电解水制绿氢（PEM电解槽），燃料电池与绿氢生产形成“双向竞争”。
钛 (Ti)	双极板基材（钛板 + 表面贵金属镀层）、膜电极端板、管道、储氢瓶内胆	乘用车：15 - 30kg 重卡：80 - 150kg	中国占全球钛海绵产量60%，但高端汽车级钛板仍依赖日美。2025年中国氢车产量若超2万辆，钛需求增量约2000 - 4000吨/年。
不锈钢（高等级）	金属双极板（主流替代石墨板方案）、气路管线、氢瓶外层缠绕	乘用车：20 - 40kg 重卡：100 - 250kg	316L、22MnB5等特种不锈钢需求激增，中国宝钢、太钢已推出燃料电池专用双极板钢带。
铝合金	储氢系统外壳、冷却系统、车身轻量化结构	与纯电车相当，但氢瓶端盖、阀体大量使用高强铝	需求增量不显著，但700bar储氢瓶用7075/6061铝合金精度要求更高。
镍 (Ni)	70MPa 储氢瓶碳纤维预应力缠绕层辅助材料、部分合金双极板	重卡 70MPa IV型瓶单车镍当量约5 - 8kg	主要影响在碳纤维复合材料瓶的生产工艺，间接推高高纯镍需求。
碳纤维 (T700/T800级)	70MPa IV型储氢瓶主缠绕层	乘用车 35MPa 瓶：8 - 12kg 重卡 70MPa 瓶：80 - 150kg	虽非金属，但与镍、铝共同构成储氢系统最大材料成本（占整车氢系统40% - 50%）。

## 氢燃料电池系统对关键金属零件的需求大幅增加

氢燃料电池电堆（PEMFC）及其配套系统相比锂电池电动车和传统内燃机车，对以下金属材料的需求显著提升，且部分金属属于供应瓶颈较高的“关键原材料”：

## 2025 ~ 2030年需求预测（主流机构数据）

铂：若2030年全球FCEV累计100万辆，需新增铂需求约80 ~ 120吨，相当于全球年产量40% ~ 60%（IDTechEx、BloombergNEF）。

钛：中国2025 ~ 2030年燃料电池车用钛材需求年复合增长率预计35% ~ 45%，到2030年达3 ~ 5万吨/年（中国有色金属工业协会钛业分会）。

碳纤维：重卡70MPa储氢瓶将推高T700以上级别碳纤维需求，到2030年全球氢瓶用碳纤维需求约12 ~ 18万吨/年（东丽、Hexcel预测）。

## 结论

氢燃料电池汽车真正大幅拉动的关键金属是铂族金属（Pt、Ir、Ru）\* 和 \* 高端钛材，这两类均属欧盟CRMA和中国《关键矿产目录》重点保障对象。储氢瓶则进一步放大对高强碳纤维和特种铝合金 / 镍的需求。中国企业在钛、不锈钢、碳纤维领域具备较强优势，但在铂族金属高度依赖南非、俄罗斯进口和回收体系，构成未来产业化最大潜在瓶颈。

MFC