

# 铂金精粹

揭开氢经济的经济学面纱，确定铂金需求将受益于一个重要的新兴市场

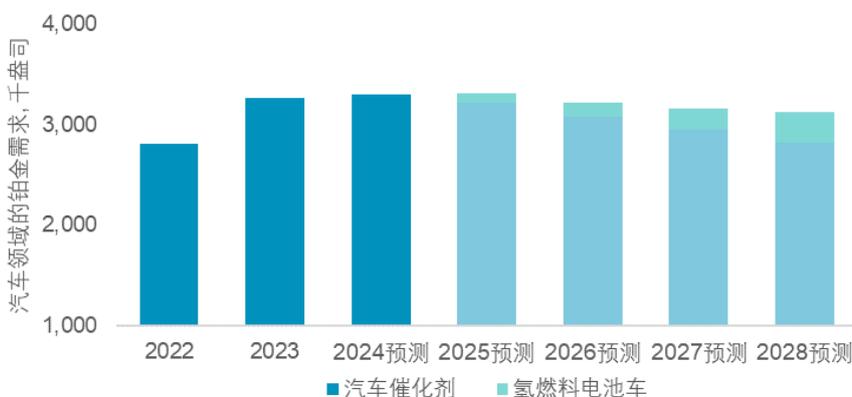
铂金在氢经济领域的最大机遇在于氢燃料电池汽车 (FCEV)，尤其是重型车。WPIC 预计，到 2030 年，氢终端用途将占铂金年度总需求的 11% (约 87.5 万盎司)，其中燃料电池将占到 60% 以上。虽然 FCEV 最初的渗透率很慢，随着电解产能的增长，氢气平准化成本 (LCOH) 不断下降，将会降低用氢成本，因此我们预测，到 2030 年，欧洲和中国的氢燃料重卡 (HD-FCEV) 车队将实现与柴油车同等的总拥有成本 (TCO) (图 2)。氢燃料重卡的渗透率增长推动氢终端市场对铂金需求的增长，这几乎抵消了汽车催化剂铂金需求的下降 (图 1)，在我们的两到五年市场展望中，汽车领域的铂金总需求保持大致稳定。

氢经济的增长速度低于预期反映出缺乏政府通过法规或补贴的支持。这打压了与氢相关的投资意愿。然而，在过去的 12-18 个月里，可获得补贴出现明显增加，我们更新了对氢燃料重卡市场的分析。WPIC 预计，在未来几年，三大因素将支持氢燃料重卡市场，这将有助于解决氢燃料重卡相对于现有柴油车队的成本竞争力的核心障碍：

- 到 2030 年，主机厂 (OEMs) 计划将燃料电池的产能从每年 24 吉瓦增加到 91 吉瓦。产量的增加应该会支撑规模经济，降低燃料电池车的生产成本并增加消费者选择，
- 补贴正在降低氢燃料重卡的前期资本成本，有助于缓解当前与柴油车相比较高的氢燃料价格，
- 电解技术的改善和生产税收抵免预计将使氢气平准化成本 (LCOH) 到 2030 年降低约 55%。

随着氢燃料重卡采用的经济障碍减少，我们预测到 2030 年，由受到中国和欧洲市场的推动，重型车市场份额将达到 5%。氢燃料重卡市场份额的增长支持了铂金需求的增加，加强了铂金的投资逻辑，预计从 2023 年至少 2028 年将连续出现市场短缺。平均来看，预计在 2025 年到 2028 年间，铂金市场缺口预期将达到平均约 43 万盎司 (约占需求的 5%)，这将减少地上存量并支持更高的价格

图 1. 新兴的燃料电池汽车铂金需求抵消了下降的内燃机汽车催化剂铂金需求



来源：金属聚焦 (2022-2024 预测)、之后为 WPIC 研究

Edward Sterck

研究总监

+44 203 696 8786

[esterck@platinuminvestment.com](mailto:esterck@platinuminvestment.com)

Wade Napier

分析师

+44 203 696 8774

[wnapier@platinuminvestment.com](mailto:wnapier@platinuminvestment.com)

Jacob Hayhurst-Worthington

助理分析师

+44 203 696 8771

[jworthington@platinuminvestment.com](mailto:jworthington@platinuminvestment.com)

Brendan Clifford

机构销售主管

+44 203 696 8778

[bclifford@platinuminvestment.com](mailto:bclifford@platinuminvestment.com)

世界铂金投资协会

[www.platinuminvestment.com](http://www.platinuminvestment.com)

Foxglove House, 166 Piccadilly

London W1J 9EF

2024 年 4 月 30 日

到 2030 年，氢终端市场应占铂金总需求的 11%。

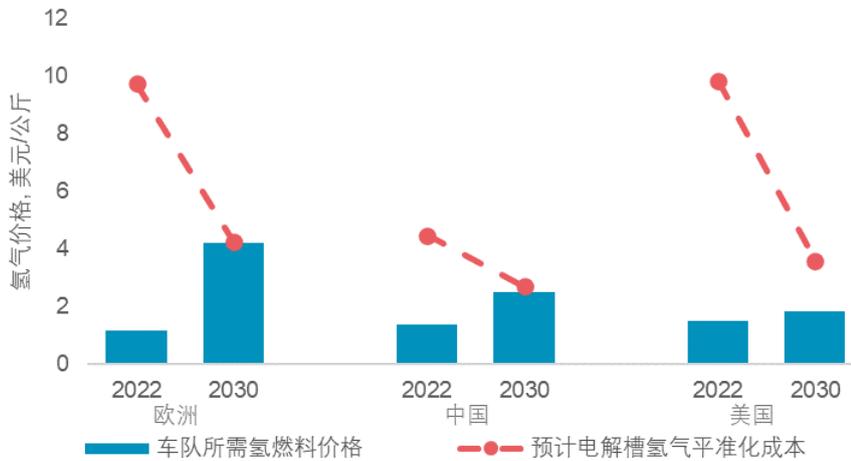
预计到 2030 年，重型氢燃料电池汽车的市场份额将增加到 5%，因为在欧洲和中国，其总拥有成本将与柴油车持平

由于与氢相关的铂金需求增长抵消了汽车催化剂铂金需求的下降，铂金市场预计将在 2028 年之前保持短缺。

# 目录

介绍.....	2
燃料电池适合重任.....	3
电解槽.....	4
氢燃料电池.....	5
除政策外，氢燃料电池的底线是什么？.....	7
推动因素.....	7
吸引因素.....	9
欧洲总拥车成本.....	10
中国总拥车成本.....	11
美国总拥车成本.....	13
实现 4 美元/公斤的氢成本.....	13
欧洲氢气平准化成本.....	14
中国氢气平准化成本.....	16
北美氢气平准化成本.....	17
结论.....	19
术语表.....	22

图 2. 2030 年左右，随着车队和电解槽的氢价格趋同，氢燃料重卡的需求增长将会加速



来源：国际能源署、公司数据、WPIC 研究

## 介绍

全球能源转型将需要多种技术手段来实现脱碳目标。“氢经济”为重工业、电力和电网平衡以及商业/工业物流和运输(陆、海、空)等难以减排的行业提供了低至零排放的解决方案。WPIC的《氢入门知识》([链接](#))报告中深入讨论了氢经济的相关内容。本报告旨在解析当前及未来氢经济的竞争力，并展示我们对2030年前与氢相关铂金需求的展望。

与现有的柴油车相比，重型氢燃料电池汽车只会以更具竞争力的成本赢得市场份额。

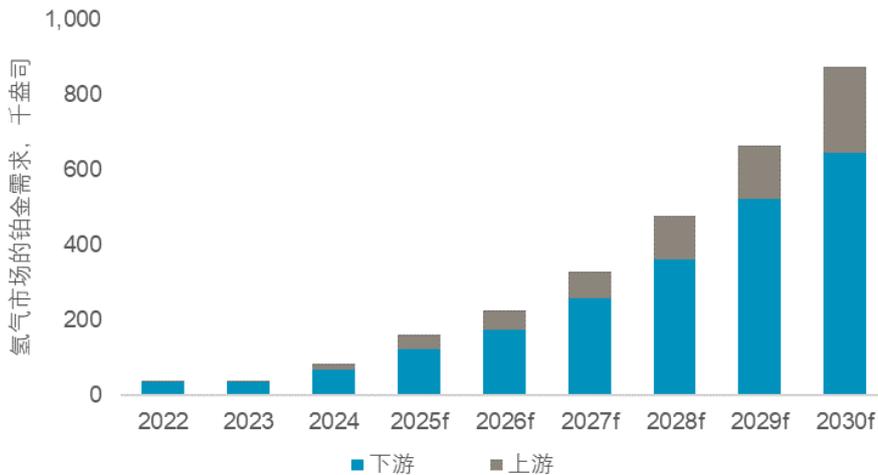
WPIC 预计，与氢相关的铂金年度需求将从2023年的4万盎司增加到2030年的约87.5万盎司左右（见图3），从而占铂金年度总需求的11%。氢相关的铂金需求可以广泛地归因于上游的电解制氢和下游燃料电池用于交通或固定电源应用。到2030年，电解槽将占氢相关铂金需求的20%至25%，而氢燃料电池应用将支撑大部分铂金需求的增量。

由于燃料电池技术的重要作用（特别是在重型车中），有必要将政策目标（[链接](#)）与氢市场的基本现实相结合，这导致了燃料电池汽车最初的采用率缓慢。

为了成功推出重型（HD）氢燃料电池车并提高铂金需求预测的确定性，WPIC认为，改进重型氢燃料电池汽车采用的关键推动因素有：

- **不断提升的燃料电池产能：**我们的研究对已公布的主机厂氢燃料电池产能进行了自下而上的评估，认为产能的提高将支撑规模经济，同时降低汽车价格。
- **总拥车成本 (TCO)：**我们评估了重型车氢燃料电池车与欧洲、中国和美国现有柴油车队的总拥车成本。绿氢的利他脱碳效益不能指望启动从柴油到氢能的转换，这需要与降低重型车氢燃料电池车的总拥车成本相结合
- **协调电解水制氢的平准化成本 (LCOH)：**我们评估未来的电解工厂是否能够以使重型车氢燃料电池车队实现与柴油车同等的总拥车成本价格供应氢，，同时产生投资回报。

图 3. 到 2030 年代末，与氢相关的铂金需求预计将接近每年 87.5 万盎司



来源：国际能源署、公司数据、WPIC 研究

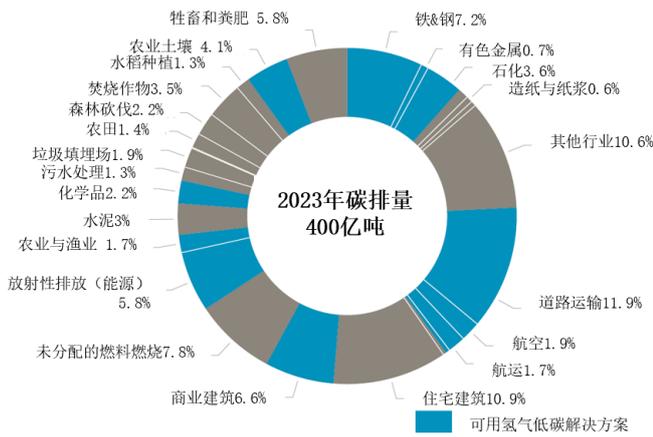
### 燃料电池适合重任

能源转型是一个动态过程，没有单一的技术途径足以实现脱碳目标。可再生能源、电池、生物质能或绿氢等绿色技术不应被视为相互竞争，而应被视为相互补充，以实现减排的共同目标。氢能委员会预计，氢经济将使占全球碳(CO2)排量20%的行业实现脱碳(图4)。但什么是氢经济？

氢经济可以细分为上游、中游和下游。上游包括氢气的生产，目前这是一个碳密集型过程，通常利用蒸汽甲烷重整(SMR)。SMR生产的是灰氢，然而，低碳强度的蓝氢和绿氢的发展势头正在形成。与灰色制氢相比，蓝色制氢采用碳捕捉和储存(CCUS)技术以及SMR技术，能减少约60%至99%的碳排量。

蓝氢和绿氢将帮助难以减排的行业脱碳。

图 4. 氢可以使 2023 年占全球二氧化碳排放总量 20% 的工业脱碳



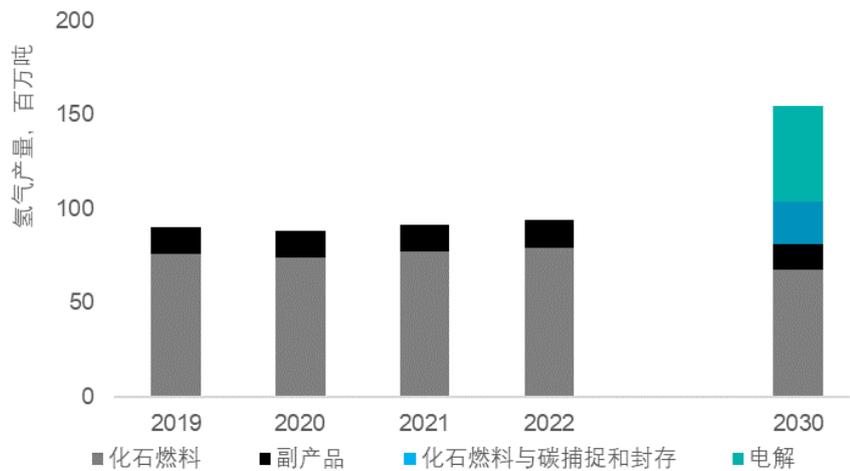
庞大的现有氢市场为低碳氢气生产商提供了一个现成的销售机会。

来源: 我们的数据世界, WPIC 研究

绿氢是一种零排放的生产路线, 利用可再生能源通过电解水 (即将水分解为氢和氧) 生产。目前已商业化的两种成熟电解技术包括碱性和质子交换膜 (PEM) 电解。

预计2022年至2030年间, 氢气总产量将以6%的复合年增长率增长。然而, 所有新增的氢气产量增长都来自低碳技术, 因此需要为蓝氢和绿氢建立大型新市场 (图5)。

图 5. 现有的氢气生产依赖于使用化石燃料, 如煤气化和蒸汽甲烷重整 (SMR)。通过电解和碳捕获与封存 (CCS) 生产的低碳氢气的市场份额预计到 2030 年将增加到约 50%



质子交换膜电解槽预计将占据 38% 的电解槽市场份额。

来源: 国际能源署、WPIC 研究

### 电解槽

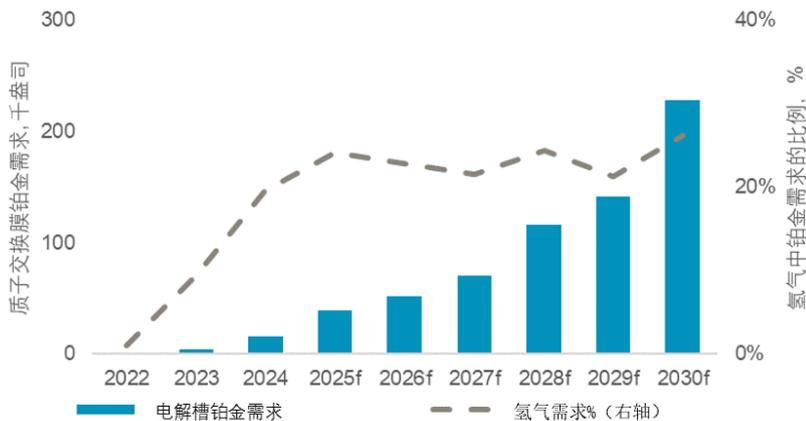
铂族金属 (铂和铱) 用于质子交换膜电解槽的催化剂涂层膜上。像大多数现有的工业应用一样, 铂金需求反映为净回收额, 主要是新工厂净投产的功能。WPIC 综合了来自国际能源署 (IEA)、the Orange Group 和内部研究的数据, 预测了到2030年电解槽产能的增长。预计到2030年, 电解槽产能将从2023年的6吉瓦累计达到212吉瓦, 复合年增长率为66%。

随着首批绿氢项目的投产, 与电解槽相关的铂金需求最初将是比较波动的。

到2030年, 预计质子交换膜 (PEM) 电解槽将占据电解槽市场38%的份额。尽管一些碱性电解槽的设计开始使用铂金催化剂, 但这种做法的普及程度尚不清楚, 因此我们目前还未对此进行建模。在碱性电解槽中大规模使用铂金催化剂的潜力, 为我们的基本逻辑预测带来上行空间。

质子交换膜产能增加的时间点将支撑年度铂金需求，预计在2023年至2030年期间，铂金需求将从4000盎司增加到22.9万盎司(图6)。PEM项目的近期投产将导致电解水制氢在未来两年内迅速增加其与氢相关铂金需求的份额，最终从2025年起稳定在20%至25%之间。然而，电解水制氢不太可能像氢经济中的下游应用那样成为与氢相关的大部分铂金需求，特别是一旦氢燃料电池汽车开始大规模普及的时候。

图6. 质子交换膜电解槽是与氢相关的铂金需求的重要少数贡献者，约占与氢相关铂金需求的20%至25%



氢燃料电池终端市场将包括移动(陆地、海上和空中)和固定电源应用。

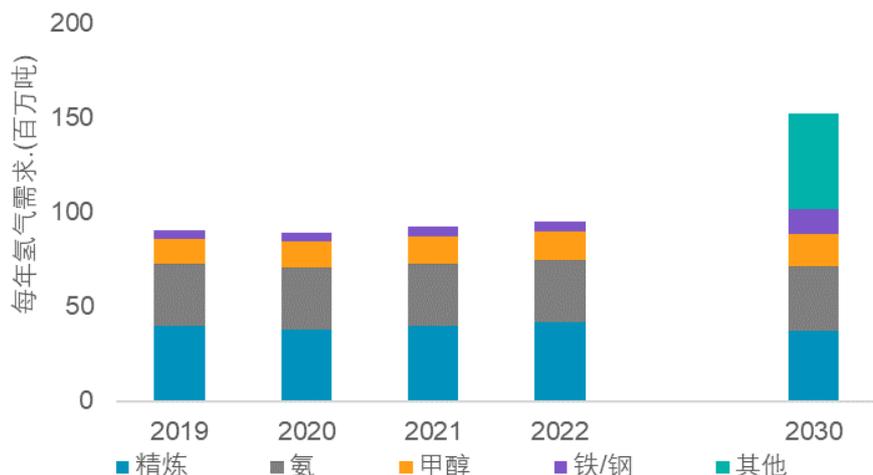
来源: 国际能源署、The Orange Group, WPIC 研究

### 氢燃料电池

氢经济的下游部分与消费有关。现在，灰氢和黑氢主要用于工业过程，特别是在石油工业中，作为肥料和其他化学生产的原料。这些行业需要通过向蓝氢和绿氢过渡来实现脱碳，但更重要的是，随着低碳氢气供应的出现，预计新的终端市场将得到发展。在利用清洁氢实现脱碳目标的新终端市场的支撑下，预计到2030年，目前约9500万吨/年的氢消耗量将增加到1.5亿吨/年(复合年增长率为6%)(图7)。在这些市场中，长期来看，铂金的需求将主要与质子交换膜燃料电池关联。

氢燃料电池是一种利用电化学过程，将氢燃料与大气中的氧气结合起来发电的技术，唯一的排放物是水蒸气。WPIC预计氢燃料电池的铂金年需求量将从2023年的3.6万盎司增加到2030年(预测)的64.5万盎司(51%的复合年增长率)，占当年与氢相关的铂金需求量的75%左右。

图7. 在新的氢经济需求(“其他”)的推动下, 预计2022年至2030年间, 氢需求将以6%的复合年增长率增长



来源: 国际能源署、WPIC 研究

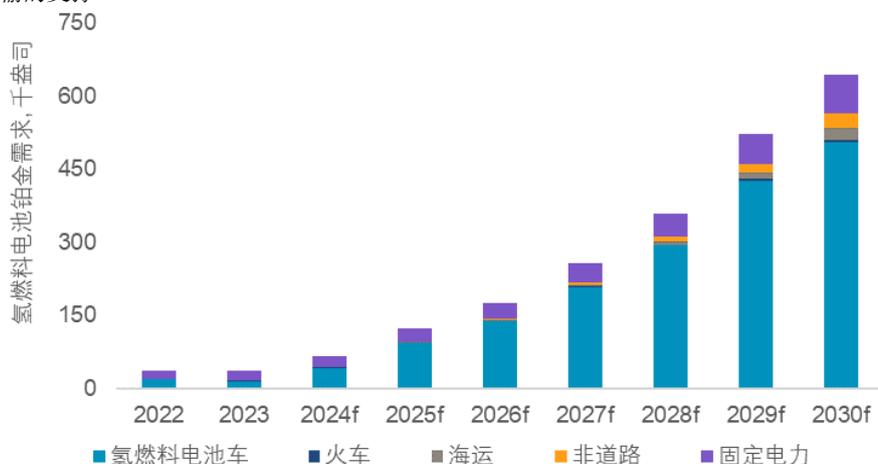
氢燃料电池汽车与内燃机汽车及纯电动汽车具有共同的特点, 从而支持在多种运输角色中使用。燃料电池的生产可以简单地描述为模块化。这使得燃料电池制造商可以将燃料电池块销售到多个终端市场, 而无需对制造过程进行重大更改。实际上, 一辆乘用车使用一块燃料电池, 而一辆重型车辆可能使用两块相同的燃料电池, 因为它的功率要求更高。同样, 燃料电池也可以用于固定式应用, 如离网或备用发电。

到2030年, 氢燃料电池的铂金需求预计将超过60万盎司。

燃料电池服务于多个终端市场的能力, 确保它在需求尚处于起步阶段时实现经济上可持续的生产利用率。燃料电池有潜力支持从道路运输到铁路和海洋应用等多种移动性应用的脱碳。到2030年代末, 氢燃料电池驱动飞机也有可能开始进行轻型商业运营。目前, 首次飞行仅在预生产原型机上完成。此外, 氢燃料电池在某些固定电力和微电网应用中可能会取代柴油发电机。

由于其中一些市场仅处于非常初期的发展阶段, 我们的模型主要集中在汽车行业和氢燃料电池汽车。WPIC预计, 到2030年, 氢燃料电池电动汽车(FCEV)将占燃料电池铂金总需求的绝大多数, 约为80%(图8)。

图8. 考虑到发展阶段和潜在的市场规模, 氢燃料电池的铂金需求可能会受到公路运输的支撑



来源: WPIC 研究

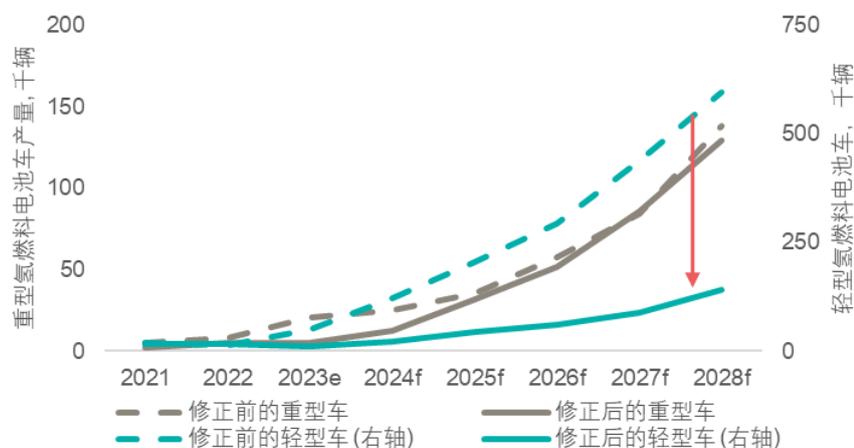
运输脱碳需要动力电池技术和氢燃料电池技术。

## 除政策外，氢燃料电池的底线是什么？

WPIC之前已经研究了基于国家氢政策的情景下，氢燃料电池电动车（FCEV）对铂金的潜在需求（[链接](#)）。然而，氢燃料电池电动车的部署未能达到国家目标，主要原因是立法支持氢基础设施推广的普遍性失败。此外，在疫情之后，随着纯电动汽车（BEV）技术市场份额的迅速增长，一些汽车制造商对优先发展氢能源车辆持有保留态度。由于氢燃料电池车的普及速度低于预期，我们下调了对轻型氢燃料电池车在未来两到五年展望内普及的预测（[链接](#)）。

纯电动车技术适用于轻型车（LDV），但不太适合重型交通运输，因为在重型运输中，大型且笨重的电池会削弱载货能力，而较长的充电时间相比加氢也会降低车辆的使用率。与纯电动汽车相比，氢燃料电池被视为一项有吸引力的重型运输脱碳技术，我们的中期氢燃料重卡需求目标基本保持不变(图9)。WPIC预计，氢燃料重卡的市场份额将从2023年<0.1%的低基数增加到2030年的5%左右。

图 9. 市场动态的演变使得轻型燃料电池汽车在未来五年内不太可能规模化生产



来源：彭博社、公司数据、WPIC 研究

迄今为止，有关部门一直在努力提供必要的激励措施，以加速氢燃料电池汽车的普及。

WPIC预计，到2030年，氢燃料重卡将占到氢相关铂金需求的大部分。由于针对氢燃料电池汽车的早期政策迄今未能充分推动的市场接受度，WPIC将深入分析氢能运输的经济性，并评估其相对于现有柴油车的吸引力。

成功实现重型运输的脱碳需要创造有利条件，支持车队运营商采用重型燃料电池电动车（HD-FCEV）。对于燃料电池而言，这些条件包括推动因素和吸引因素。

### 推动因素

推动因素涉及汽车制造商、监管机构和政府将某一产品或技术“推向”消费者，这包括：

- 与柴油和纯电动车（BEV）相比，氢燃料电池汽车在成本上具有竞争力，这需要：
  - 氢燃料电池产能的规模经济，以及
  - 可比运营成本
- 提供适合各种消费者需求的氢燃料电池电动车（FCEV）车型
- 氢气基础设施：

- 广泛可用的加氢站（HRS），
- 支持氢燃料运输的氢气基础设施，以及
- 具有成本竞争力的氢燃料。

近年来，氢燃料重卡市场的发展可能与轻型纯电动车类似。随着车型数量的增加和公共充电基础设施供应的增加，纯电动汽车的市场份额得到了增长。此外，值得注意的是，尽管汽车制造商开始探索垂直整合进入电池生产以缓解供应链风险，但大多数电动汽车的电池仍然由第三方主机厂供应，如宁德时代、LG 能源解决方案和松下。因此，一个规模化且运作良好的第三方燃料电池供应链对于提高汽车制造商对该项技术的接受程度可能至关重要。

全球主机厂正在推进投资以便将氢燃料电池制造能力在 2022 年至 2030 年期间提高近四倍。

为此，WPIC对计划中的燃料电池产能进行了自下而上的分析，认为这些第三方燃料电池将被汽车制造商使用，以提供更多的氢燃料电池车型选择，满足各种市场参与者的需求。

利用已公布的项目，我们的分析强调，氢燃料电池产能预计将从2022年的24吉瓦增加到2030年的91吉瓦左右(图10)。预计到2030年，亚洲将引领氢燃料电池的生产，中国和韩国的市场份额将分别达到28%和26%。

图 10. 氢燃料电池主机厂的产能计划显示了显著的扩张野心

区域 主机厂	工厂产能 (吉瓦)		燃料电池堆功率 (千瓦/辆)	理论产量 ('000)
	2022	2030		
世界其他地方	9.4	23		244
现代汽车		23	95	244
中国	12.8	26		223
国内品牌*		14	136	101
现代汽车		1	95	6
博世		10	100	97
巴拉德(潍柴)		2	100	19
北美	0.5	7		67
巴拉德		2	100	19
博世		5	100	48
日本	0.5	19		160
丰田		13	128	100
本田		6	100	60
欧洲	0.5	16		278
博世		5	100	48
普拉格能源		1	60	30
Symbio 轻型商用车		9	45	192
Symbio 重型车		2	225	8
全球燃料电池产能 (吉瓦/年)	24	91		972

到 2030 年，氢燃料电池汽车的产量预计将以 56% 的年复合率增长。

来源:国际能源署(2022)、公司公告、WPIC 研究(2030)、\*中国国内主机厂福田、上汽、亿华通等

燃料电池汽车的产量通常低于行业的预定产能。这可能归因于在2019年设定的轻型氢燃料电池汽车激进政策目标之前扩大了产能。与此同时，轻型纯电动汽车正在实现市场拐点，因此降低了轻型燃料电池汽车的优先级。在其他地方，产量挑战和缺乏政策的明确性进一步拖累了氢燃料电池汽车的利用率。最近，以财政支持形式的政策确定性有所改善，这使人们对氢燃料电池的容量提高利用率持乐观态度。

重型汽车行业将占燃料电池汽车铂金总需求的四分之三左右。

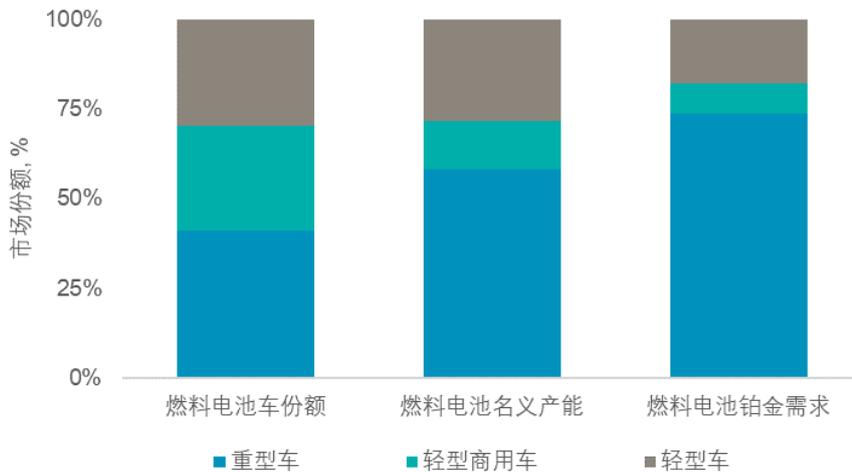
现有主机厂正在进行的增产投资承诺是朝着正确方向迈出的积极一步，并验证了氢在汽车行业的使用逻辑。WPIC预测，到2030年，氢燃料电池汽车的年产量

将达到72.5万辆(复合年增长率为56%)。这表明2030年,相对于全球97.2万辆的理论产能的利用率为75%,我们对2030年氢燃料汽车的预测包括:

- 氢燃料重卡需求为每年30万辆
- 轻型商用车和轻型车需求分别为21.5万辆。

氢燃料电池对重型车的重要性可能会被忽视。到2030年,氢燃料重卡(HD-FCEV)的需求将占氢燃料电池车总量的41%。然而,平均氢燃料重卡比平均轻型商用车(LCV)和轻型车(LV)具有更高的功率要求,这意味着氢燃料重卡利用了额定功率(47 GW)燃料电池容量的58%。与LCV和LV相比,HD-FCEV在更苛刻的条件下运行,再加上更高的功率要求,这导致氢燃料重卡每千瓦功率的铂金载量更高。因此,WPIC预测,到2030年,重型车市场将占氢燃料电池车铂金总需求的37.2万盎司或74%(图11)。

图 11. 由于对更高功率和更具挑战性的操作条件要求,氢燃料重卡将支撑氢燃料电池车的大部分铂金需求



与现有的柴油车相比,氢燃料电池车能够取得有竞争力的总拥车成本来加速市场份额的增长。

来源: WPIC 研究

尽管大部分与氢燃料电池电动车(FCEV)相关的铂金需求预计将来自重型车辆,轻型应用在铂金需求中只占少数。我们预计,燃料电池将在轻型市场中填补小众应用的空白。我们特别关注轻型商用车(LCV)市场中燃料电池增程器的出现,其中一个40千瓦的燃料电池与更大的电池相结合。斯特兰提斯(Stellantis)旗下的Symbio计划到2030年每年销售20万辆这种轻型混动车,这在数量上是显著的,但每年的铂金需求仅为4.5万盎司。这再次强调了燃料电池重卡对铂金需求的重要性,并引出了一个问题:“什么可以激励燃料电池重卡的需求?”这些是我们行业的吸引因素,总结了为什么消费者会选择燃料电池而不是其他竞争技术。

### 吸引因素

在没有监管强制的情况下,消费者转向氢燃料电池电动车(FCEV)的可能性主要基于经济性考虑,同时可能也会融入一定的利他因素。

因此,总拥车成本(TCO)与同类柴油车替代品(在重型车领域)相比,对于车队管理者来说是一个吸引因素。TCO将受到车辆的前期成本和运行成本的影响。运行车辆所涉及的因素包括燃料、通行费和服务成本,包括碳定价方案。前期成本将受到政府资助购买或税收计划的影响。不同地区对氢燃料电池车的支持方法可能会有所不同,然而,氢燃料重卡的成功普及依赖于提供与现有柴油车

相当或更好的总拥车成本(TCO)。

假设重型氢燃料电池汽车和柴油汽车的维修成本相当，我们使用以下简化公式计算TCO:

$$\text{固定资本支出 (氢燃料电池车)} + \text{运营成本 (氢气)} - \text{氢气补贴} \leq$$

$$\text{固定资本支出 (柴油车)} + \text{运营成本 (柴油车)} + \text{碳成本 (柴油车)}$$

将这个等式反过来，将FCEV与现有的柴油进行比较，可以计算出氢的隐含成本，以实现HD-FCEV具有竞争力的TCO。这是通过调整HD-FCEV的资本成本和柴油价格来确定氢燃料的价格范围来实现的。

### 欧洲总拥车成本

在欧洲，我们对比同等柴油卡车，设定重型氢燃料电池电动车 (HD-FCEV) 的资本成本溢价高达300%，并且柴油价格区间设定在每升1.00美元到2.00美元之间。固定的假设如下：

- 类别5的柴油长途卡车：168,000美元（不含增值税），
- 资本成本：6.00%，
- 年行驶里程：200,000公里，
- 燃油效率：33.3升/公里（柴油），8.3公斤/公里（氢燃料电池车），以及
- 运营寿命：9年。

考虑到补贴、规模经济和碳排放定价，欧洲的重型燃料电池电动车 (HD-FCEV) 车队预计在氢燃料价格降至每公斤 4.00 美元时可与柴油车实现成本平等。

对欧洲情景分析(图12)得出的结果表明，氢燃料价格必须低于每公斤0.00美元至4.96美元的范围，才能达到或更好地与柴油平价(取决于资本支出和柴油价格的变化)。情景分析直观地表明，氢燃料电池车较高的资本成本和/或较低的柴油价格对氢燃料电池车的普及是不利的，因为需要较低价格的氢燃料来保持竞争力。

图 12. 氢燃料的隐含成本是氢燃料的最大成本(在给定的氢燃料重卡资本支出和柴油价格假设下)，同时仍能实现与柴油车同等的总拥车成本

欧洲隐含的氢燃料价格 (美元/公斤)，以实现与柴油车总拥车成本平等

		重型氢燃料电池车相对于柴油车的购买价格溢价, %						
		0%	25%	50%	100%	175%	250%	300%
柴油价格, 美元/升	1.00	2.48	2.22	1.97	1.46	0.69	-0.07	-0.58
	1.20	2.97	2.72	2.46	1.96	1.19	0.43	-0.08
	1.40	3.47	3.22	2.96	2.45	1.69	0.92	0.41
	1.50	3.72	3.46	3.21	2.70	1.93	1.17	0.66
	1.60	3.97	3.71	3.46	2.95	2.18	1.42	0.91
	1.80	4.46	4.21	3.95	3.44	2.68	1.91	1.40
	2.00	4.96	4.70	4.45	3.94	3.17	2.41	1.90

来源:公司数据/演示, WPIC 研究

如今，欧洲氢燃料重卡的售价比柴油卡车高出约250%，这意味着氢燃料成本约为每公斤1.17美元(图12:橙色条块)，才能与每升1.50美元的柴油卡车竞争。德国目前的氢气价格在每公斤16美元至24美元之间，这凸显了该行业面临的经济障碍。挑战在于，要想扩大汽车行业规模以降低成本，就需要早期消费者购买没有竞争力的汽车。然而，WPIC认为，在2030年左右，当氢价格为每公斤4.00美元时，氢燃料重卡可以与柴油车竞争(图12:紫色条块)，原因如下：

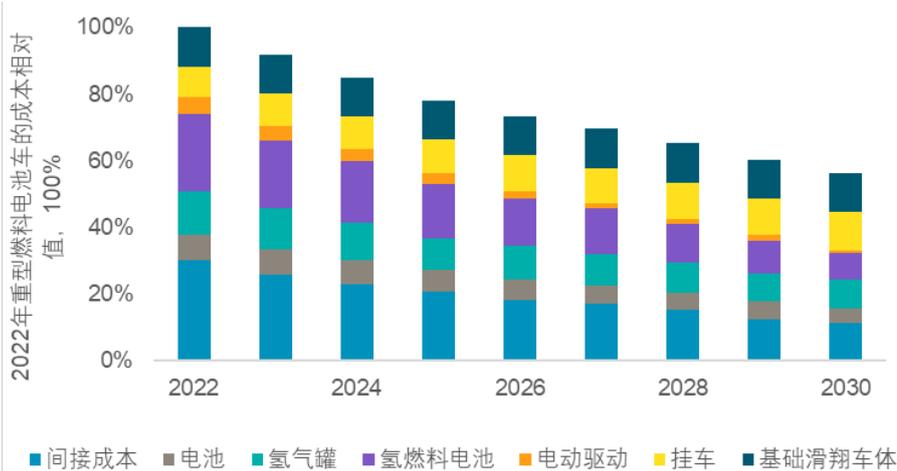
- **资本成本下降:**随着规模经济和学习曲线的收益，预计在2022年至2030年

期间，同类氢燃料重卡将下降45%(图13)。据国际清洁运输委员会(ICCT)预计，氢燃料重卡的溢价将比最接近的柴油车下降20%左右。我们之前强调，到2030年，燃料电池的产能预计将增加到91吉瓦(图10)。这将支持脱碳驱动的需求增长，欧洲暂时同意重型汽车行业到2030年将碳排量减少45%。

- **补贴:** 多个欧盟成员国正在为购买氢燃料重卡提供补贴。在德国，一项氢燃料电池车的购置计划，将会得到金额最高不超过氢燃料电池车与柴油重型车成本差额的80%或50万欧元。以16.8万美元的柴油车购买价格和250%的氢燃料电池汽车溢价为例，可以申请高达33.6万美元的购买补贴，从而显著降低了氢燃料电池汽车的前期溢价。
- **碳定价:** 欧洲的排放交易系统(ETS)是一个旨在通过碳市场减少排放的“限额与交易”系统。ETS尚未覆盖商业道路车队。一项新的计划，ETS2，将从2027年开始引入并纳入道路运输。到2030年，ETS2排放限额的设置将使排放量减少42%。在过去的两年里，欧洲碳交易价格一直在每吨二氧化碳50欧元到100欧元的范围。柴油二氧化碳的碳税有效地提高了运营成本。WPIC估计，对柴油卡车排放量的42%征收每吨二氧化碳80美元的碳价，假设每公里碳排量约800克，实际上将每升柴油价格提高了0.10美元。

随着生产规模的扩大，氢燃料电池汽车的价格应该会下降

图 13. 2022 年至 2030 年间，氢燃料电池汽车成本预计将下降 45%



来源: 国际清洁运输委员会, WPIC 研究

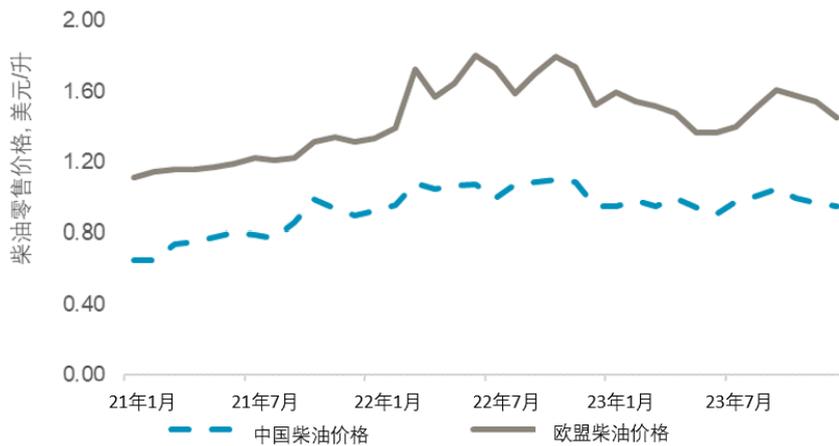
WPIC指出，如果清洁车队运营商能够相对于柴油车队收取更高的费用，那么更高的氢气价格可能会被接受。通过对零碳物流收取额外费用，将有助于增加成本回收(即有助于接受更高的氢气价格)，然而，这一点并没有纳入我们的基本案例分析中。

预计到 2030 年，中国将成为全球最大的单一氢燃料电池汽车市场。

### 中国总拥车成本

根据政府的目标和公布的产能，中国很可能成为全球最大的氢燃料电池汽车市场。我们对中国进行了区域总拥车成本(TCO)情景分析，如同之前对欧洲所做的分析。使用适用于中国市场条件的假设，从表面上看，中国的氢燃料电池车经济性比欧洲更具挑战性，因为中国的柴油燃料价格平均每升比欧洲便宜0.50美元(见图14)。

图 14. 柴油价格因地区而异，这改变了总拥车成本计算的经济性



中国的氢燃料电池政策支持包含了直接购买补贴、购置税减免、氢燃料购买补贴和区域道路通行费减免。

来源: 彭博社、欧盟委员会石油公报、WPIC 研究

中国的柴油卡车也比欧洲车便宜，每辆约45万元人民币(约合6.3万美元)。较低的柴油资本支出同样被较低的氢燃料重卡成本所抵消，其报价约为人民币145万元(合20.3万美元)。考虑到区域因素，WPIC的情景分析表明，中国的氢气价格需要低于每公斤0.52至2.97美元的范围，才能实现与柴油同等的总拥车成本(图15)。尽管中国所需的氢燃料价格低于欧洲，但国内因素可能支持中国重型燃料电池电动车(HD-FCEV)更广泛的采用。

- 补贴(购买价格):** 中国在国家 and 地方层面提供了一系列氢燃料重卡(HD-FCEV)的购车补贴。对于超过31吨的重型卡车，国家提供50.4万元人民币(约合7万美元)的补贴。在一些地区，国家补贴与地方补贴相匹配。两者合计约100万元人民币的补贴几乎消除了氢燃料重卡比柴油车更高的购买价格(见图14 - 从橙色条块变为紫色条块)。
- 补贴(运营成本):** 中国提供多种补贴以降低氢燃料重卡车(HD-FCEV)的运营成本。在中国多个省份，氢燃料的购买价格补贴在每公斤10-20元人民币(每公斤1.50 - 2.80美元)之间。而在山东省，氢燃料重卡暂时免除了每公里2.14元人民币的高速公路通行费。中国香橙会研究院(The Orange Research Institute)估计，通行费豁免可以将生命周期运营成本降低171万元人民币。鉴于这种补贴在地区上的具体性，WPIC并未将通行费豁免纳入其分析中。然而，WPIC估计，如果在全国范围内推出这种通行费豁免，实现与柴油平价的隐含氢燃料成本可能会增加1.60美元/公斤至4.00美元/公斤元以上。
- 中国氢气价格:** 国内氢气的售价在中国各地差别很大。在河南和新疆，绿氢的报价低于2美元/公斤，但在上海高达9美元/公斤。在中国，低于4.90公斤二氧化碳/公斤氢气的排放量被视为清洁氢气，而在欧盟和美国，分别要低于3.38和4.00公斤二氧化碳/公斤氢气的排放量才被视为清洁氢气。额外的排放净空可能会支持更便宜的清洁氢生产成本，从而降低氢燃料的销售价格。

图 15. 氢燃料的隐含成本是氢燃料的最大成本(在给定的氢燃料重卡资本支出和柴油价格假设下), 同时仍能实现与柴油同等的总拥车成本

《通胀削减法案》似乎更强调清洁氢生产, 而不是氢燃料电池汽车。

中国隐含的氢燃料价格 (美元/公斤), 以实现与柴油车总拥车成本平等

		重型氢燃料电池车相对于柴油车的购买价格溢价, %						
		0%	33%	67%	100%	150%	200%	250%
柴油价格, 美元/升	0.60	1.49	1.36	1.23	1.10	0.91	0.72	0.52
	0.70	1.74	1.61	1.48	1.35	1.16	0.96	0.77
	0.80	1.98	1.85	1.73	1.60	1.41	1.21	1.02
	0.90	2.23	2.10	1.97	1.85	1.65	1.46	1.27
	1.00	2.48	2.35	2.22	2.09	1.90	1.71	1.52
	1.10	2.73	2.60	2.47	2.34	2.15	1.96	1.76
	1.20	2.97	2.85	2.72	2.59	2.40	2.20	2.01

来源: 公司数据/演示, WPIC 研究

到2025年, 中国有望实现其5万辆氢燃料电池汽车的目标。在包括购买补贴在内的情况下, 氢燃料重卡可以在氢燃料价格为每公斤2.00美元至2.50美元的情况下实现与柴油车同等的总拥车成本。这些价格已经是现在中国某些地区被引用的报价。

### 美国总拥车成本

《通胀削减法案》(IRA)的引入可能会刺激美国各地的氢经济。然而, 美国对氢燃料重卡的直接购买支持要低于欧洲和中国。IRA法案规定, 每辆商用车的购买补贴上限为4万美元, 直至2032年。除了有限的购买支持外, 美国各地的柴油价格平均约为每升1.10美元, 这为现有柴油车辆提供了具有竞争力的总拥车成本。采用与欧洲和中国相同的方法论, WPIC估计, 到2030年(预测), 若无购买补贴, 氢燃料重卡的氢燃料价格需要达到每公斤1.51美元, 若有购买补贴, 则需为每公斤1.82美元, 才能实现与柴油车同等的总拥车成本(图16)。

图 16. 氢燃料的隐含成本是氢燃料的最大成本(在给定的氢燃料重卡资本支出和柴油价格假设下), 同时仍能实现与柴油同等的总拥车成本

美国隐含的氢燃料价格 (美元/公斤), 以实现与柴油车总拥车成本平等

		重型氢燃料电池车相对于柴油车的购买价格溢价, %						
		0%	33%	67%	100%	133%	167%	200%
柴油价格, 美元/升	0.90	2.23	1.93	1.62	1.32	1.02	0.71	0.41
	1.00	2.48	2.18	1.87	1.57	1.27	0.96	0.66
	1.10	2.73	2.42	2.12	1.82	1.51	1.21	0.91
	1.20	2.97	2.67	2.37	2.06	1.76	1.46	1.15
	1.30	3.22	2.92	2.62	2.31	2.01	1.71	1.40
	1.40	3.47	3.17	2.86	2.56	2.26	1.95	1.65
	1.50	3.72	3.41	3.11	2.81	2.50	2.20	1.90

来源: 公司数据/演示, WPIC 研究

为了降低氢燃料价格, 实现氢燃料电池电动车(FCEV)在总拥车成本上与柴油车平等, 需要降低清洁氢气的生产成本。

我们的分析表明, 美国需要最低的隐含氢燃料价格来实现与柴油同等的总拥车成本。然而, 美国对采用氢燃料重卡的立法支持不如欧洲和中国全面, 《通胀削减法案》IRA似乎更重视补贴清洁氢气生产。我们将在第18页进一步讨论这一点, 以及这是否可以间接支持氢燃料重卡的经济性。

### 实现 4 美元/公斤的氢成本

上述TCO分析预测, 到2030年, 西欧运营的氢燃料重卡将以每公斤约4.00美元的价格实现与柴油同等的价格。这远远低于目前绿色氢的成本。

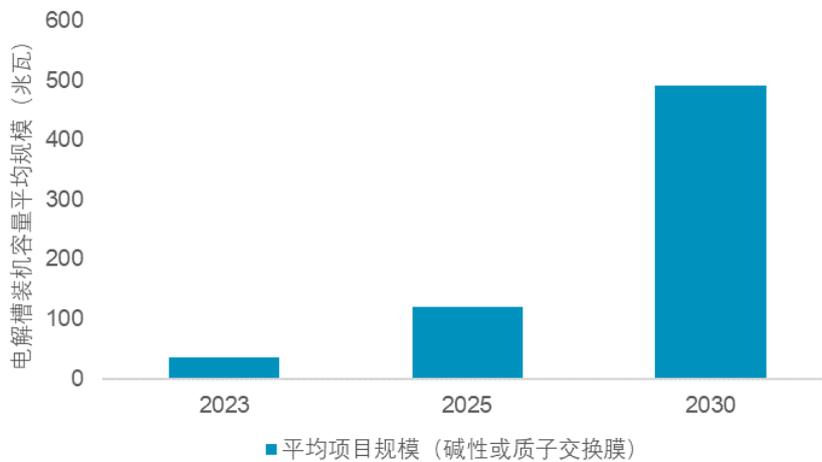
因此, 我们未来的分析将重点关注通过电解水制氢可实现的未来氢气平准化成本(LCOH)是多少, 以及未来的LCOH是否足够低, 能够经济地为氢燃料重卡(HD-FCEV)运输提供氢气?

电解制造绿氢的产能预计将从 2023 年的 6 吉瓦增加到 2030 年的 290 吉瓦。

在考虑未来的氢气平准化成本（LCOH）之前，认识到氢气作为一种可交易商品的当前状态是非常重要的。氢气的零售价格因地而异，从中国的每公斤2.00美元到德国的每公斤16.00美元不等。这些差异反映了当前绿氢气市场的小众地位。绿氢气仅占全球氢气市场的1%，反映出绿氢是一个尚未从规模经济或成熟的中游基础设施中受益的初期行业。然而，电解制氢市场正在发展以满足未来绿氢的需求。全球电解制氢产能预计将从2023年的6吉瓦增加到2030年的290吉瓦。在这个不断增长的电解制氢市场中，平均安装规模预计将从目前的50兆瓦增加十倍，到2028年至2030年间达到500兆瓦（见图17）。

扩大电解槽工厂的规模可以提高每兆瓦装机容量的资本密集度。此外，随着更多的产能投入使用，技术成熟、制造部署和项目执行的结合将进一步支持降低资本密集度。

图 17. 随着兆瓦规模项目的引入，电解槽平均产能增加

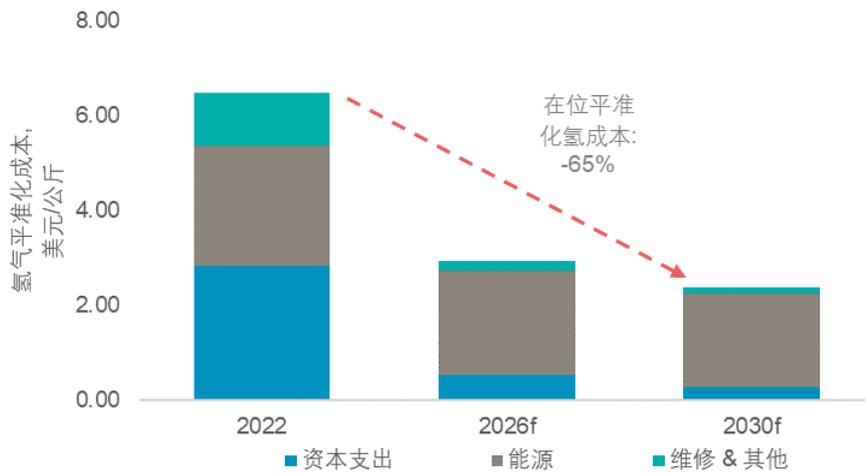


来源：国际能源署 2023、WPIC 研究

### 欧洲氢气平准化成本

根据各种来源的数据，WPIC估计电解槽的资本密集度将从2022年的每千瓦2000美元降至2030年的300美元。然而，项目经济性和在位平准化氢成本（in-situ LCOH）背后的最大因素仍然是电力成本(图18)。WPIC估计，在2022年至2030年期间，原位LCOH可能下降约65%，降至每公斤2.40美元左右。

图 18. 随着电解槽资本密集度、技术效率和电池组耐久性的提高，能源是在位平准化氢成本的最大组成部分

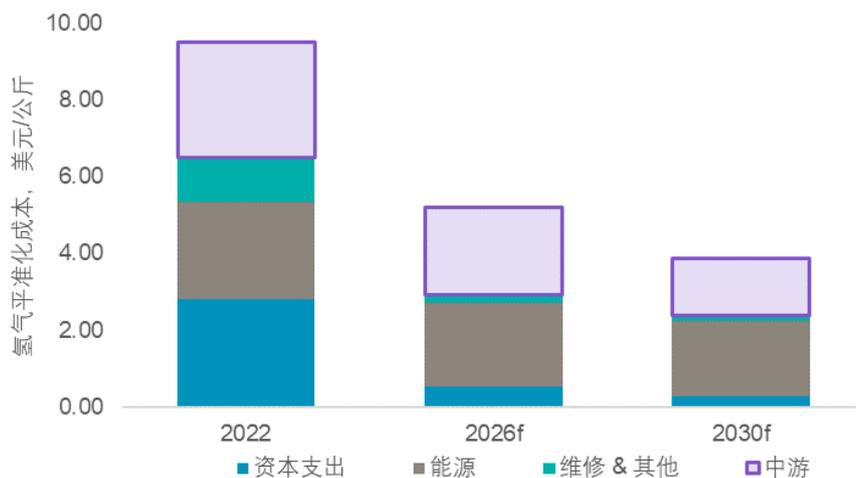


来源：国际能源署 2023、\*在位平准化氢成本的计算使用每兆瓦时 46 美元、WPIC 研究

沿着技术曲线前进表明，到 2030 年欧洲绿氢的成本可能降至每公斤约 4.00 美元，这将改善下游市场的投入成本经济性。

值得注意的是，在位平准化氢成本 (in-situ LCOH) 这一指标并非没有局限性，因为它是一种“出厂口”氢成本计算方式。这忽略了中游成本（压缩、液化和运输）以及对资本提供者的投资回报要求。中游成本差异很大，取决于氢气的运输方式（例如压缩液化还是管道输送）以及运输距离（区域性还是国际）。WPIC 估计，2022 年区域性中游氢气成本（即在美国或欧盟内部）平均约为每公斤 3.00 美元，到 2030 年，随着基础设施的扩大，这一成本可能减半（图 19）。因此，要使电解槽经济成功，所需的氢气售价必须高于在位平准化氢成本加上中游成本。

图 19. 中游氢基础设施不成熟，在确定电解槽的平准化氢成本时必须考虑这些成本



来源：国际能源署 2023、WPIC 研究

WPIC 采用净现值 (NPV) 方法来确定拟议的电解制氢项目投资的税前内部收益率 (IRR)。这个 NPV 模型是场景分析的基础，它根据一系列氢气售价和能源输入成本估计 IRR (见图 19)。目前欧盟项目的电解制氢经济学表明，氢气的售价需要超过每公斤 10.00 美元。展望 2030 年，随着可再生能源成本约为每兆瓦时 46 美元（相当于西班牙的水平），氢气的所需售价可能降至约每公斤 4.00 美元，同时支持超过 8% 的 IRR (见图 20: 紫色条块)。在欧盟可再生能源成本较高的地区（每兆瓦时 60 美元），氢气价格要达到每公斤 4.50 美元才能实现盈利

图 20. 电解槽收益对能源价格和氢气销售价格最为敏感

2030年西方电解槽内部收益率情景分析

		氢气销售价格 (美元/公斤)						
		3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
能源价格 (美元/兆瓦时)	80	#	#	#	#	12.3%	25%	35%
	70	#	#	#	10.2%	23.1%	33%	43%
	60	#	#	8.0%	21.5%	32.1%	41%	50%
	50	#	5.5%	19.9%	30.7%	40%	49%	56%
	40	2.6%	18.2%	29%	39%	47%	55%	63%
	30	16.4%	27.8%	38%	46%	54%	62%	69%

来源：国际可再生能源机构 2022 年、WPIC 研究，假设包括每兆瓦时 46 美元能源成本、每兆瓦 300 美元的资本密集度、46%的电解槽利用率

我们的氢气平准化成本情景分析表明，在氢价格为每公斤4.00美元的情况下，电解制氢项目可以实现8%的内部收益率。这一氢燃料价格与氢燃料重卡达到与柴油同等价格所需的每公斤氢燃料价格约为4.00美元相当(图12)。因此，我们可以得出结论，随着LCOH趋近于每公斤4.00美元，欧洲重型燃料电池汽车的普及可能会增加。与此同时，补贴将帮助行业的先行者。欧盟氢能银行于2024年第一季度举行了首次拍卖。欧洲央行拨出8亿欧元，以补贴氢气生产商高达每公斤4.50欧元的收入溢价（“增值”）。拍卖被超额认购。出价将按价格从低到高排序，并按此顺序授予支持，直至拍卖预算用尽。包括每公斤4.50欧元的收入增值在内，隐含的LCOH将降低氢燃料重卡车队实现与柴油平价所需的隐含氢价格的趋同速度。欧洲氢能银行的资金来自400亿欧元的创新基金，这让人们乐观地认为，随着行业规模的扩大，补贴将继续流动，并在未来几年作为收入桥梁机制发挥作用。

### 中国氢气平准化成本

事实证明，中国较低的制造成本和较低的柴油价格改变了氢的经济性。在中国，氢必须以每公斤2.25美元左右的低成本生产，才能与柴油汽车竞争(图15)。我们的中国LCOH模型考虑；

- 国内碱性电解槽的资本密集度从2022年的420美元/千瓦下降到2030年（预测）的125美元/千瓦；
- 电解槽运行率为75%，以及
- 电力成本为33美元/兆瓦时(在预测期内保持不变)，基于中国三种主要可再生能源技术(风能、太阳能和水力发电)的平均电力成本。

通胀削减法案 (IRA) 的生产税收抵免最高可为清洁等级最高的氢气生产每公斤补贴 3.00 美元。

WPIC估计，到2030年，在氢气价格约为每公斤2.70美元的情况下，中国电解槽将实现>8%的内部收益率，从而激励发展(图20 -紫色条块)。这高于我们之前计算的隐含氢燃料价格范围，即每公斤2.00美元至2.50美元之间，以达到与柴油车队同等的总拥车成本(图15)。

我们强调，我们的LCOH（氢气平准化成本）与TCO（总拥车成本）计算之间的差异是边际的，且可能在可接受的误差范围内。此外，我们之前注意到，河南和新疆地区的氢燃料价格已经达到每公斤2.00美元，这足以使氢燃料重卡车队的总拥车成本与柴油重卡相当。

图 21. 到 2027 年，中国电解槽的氢气平准化成本（LCOH）将与重型燃料电池车（HD-FCEV）实现与柴油车成本平衡所需的氢气价格趋同

2030年中国电解槽内部收益率情景分析

		氢气销售价格 (美元/公斤)						
		2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00
能源价格 (美元/兆瓦时)	40	#	#	#	#	#	#	3%
	36	#	#	#	#	1%	14%	22%
	32	#	#	#	13%	22%	29%	36%
	28	-2%	12%	21%	29%	36%	42%	48%
	24	20%	28%	35%	42%	48%	53%	58%
	20	35%	41%	47%	53%	58%	63%	68%

来源：国际可再生能源机构 2022 年，美国能源部，公司报告，WPIC 研究。假设包括 33 美元/兆瓦时的能源，125 美元/兆瓦的资本密集度，46%的电解槽利用率

通胀削减法案（IRA）将于 2033 年到期，这促使投资者提前进行投资，以利用这些补贴。

### 北美氢气平准化成本

美国国会于 2022 年通过了《通胀削减法案》（IRA），该法案旨在加速清洁能源技术的部署。IRA 中包含了清洁氢气生产的条款（第 45V 节），根据生产排放提供补贴。到 2032 年，最清洁的氢气（即相关二氧化碳排放量最少的氢）有资格获得每公斤 3 美元的生产税收抵免（图 22）。除了氢生产税收抵免，如果生产商的电解槽由可再生能源供电，他们还有资格获得 2.6 美分/千瓦时的可再生能源税收抵免。如果采用国内供应协议和劳动配额，这一可再生能源抵免可增加五倍。WPIC 估计，在最清洁的二氧化碳排放范围内，最高补贴金额可达到每公斤氢气 3.72 美元。

图 22. 通胀削减法案（IRA）中的清洁氢气生产税收抵免随着碳排放的减少而增加

碳排放概况	抵免价值 (美元/公斤氢气)
4.0 - 2.5 公斤	0.60
2.5 - 1.5 公斤	0.75
1.5 - 0.4 公斤	1.00
0.4 - 0.0 公斤	3.00

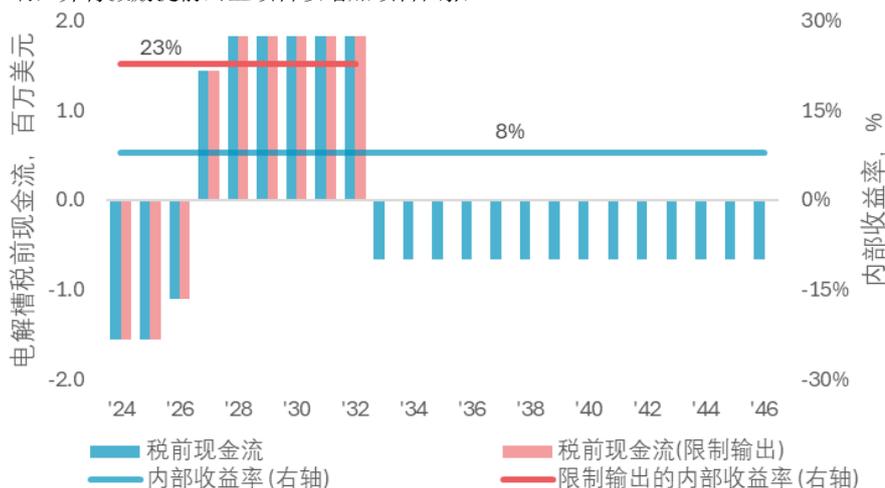
来源：美国能源部、国际清洁运输委员会、WPIC 研究

通胀削减法案（IRA）是一项强有力的法案；然而，它也存在缺陷。该法案有额外性、地理和时间相关性的要求，这可能限制国内绿氢增长潜力。实际上，这意味着必须从符合以下条件的设施中获取可再生能源：

- 不超过三年的使用期限，
- 与电解槽位于同一区域电网中，并且
- 供应的能源需在可再生能源工厂产生后一小时内被电解槽使用（从 2028 年开始实施）。

除了几个繁琐的要求外，当使用净现值（NPV）模型来计算美国电解槽内部收益率（IRR）时（如前述欧洲和中国的例子），由于通胀削减法案（IRA）在 2032 年突然中断，产量的情景似乎不太可能。实际上，所有的价值都是在 IRA 法案下生产税收抵免适用期间创造的，而项目仍能实现其各自的门槛税率，同时在 2033 年税收抵免撤销后产生负现金流（图 23 - 蓝色）。除非运营效率能够降低成本或氢气售价上升，否则这种现金流极性（即从 2033 年开始为负）的可能结果将是在补贴取消后对工厂进行合理化处理，从而提高项目的 IRR（见图 23 - 红色）。

图 23. 从 2032 年开始，IRA 生产税收抵免将被取消，这将对项目现金流产生重大影响，并将激励提前终止项目以增加项目回报



来源：美国能源部、国际清洁能源委员会、WPIC 研究，电解资本密集度为 250 美元/千瓦，可再生能源固定价格为 52 美元/兆瓦时

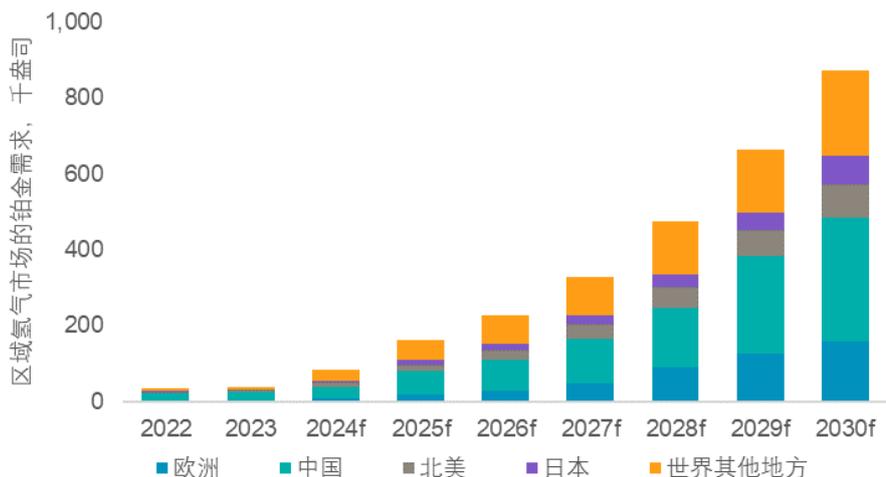
中国、欧洲和韩国将成为与氢关联的铂金需求的三大终端市场。

忽略掉不太可能的现金流状况，WPIC 估计，在以下条件下，美国的电解槽投资到 2030 年可以在氢气售价约为每公斤 3.58 美元的情况下产生 8% 的内部收益率（IRR）：

- 电解槽资本密度：300 美元/千瓦，
- 三年的项目建设，然后从 2030 年开始投入使用，为期两年，
- 能源价格：稳定在 52 美元/兆瓦时（美国平均水平），
- 运行率：4,000 小时/每年，即 46%，以及
- IRA 补贴：直到 2032 年，对每公斤生产的氢气提供 3 美元的补贴。

我们估计美国的氢气平准化成本（LCOH）约为每公斤 3.58 美元，高于美国车队运营商为实现与柴油同等成本所需的隐含氢燃料价格（约 1.82 美元/公斤，图 15）。因此，美国的重型燃料电池电动车（HD-FCEV）的经济理由似乎不如欧盟和中国那么有说服力，这是由于不同地区的补贴结构不同。然而，WPIC 并没有完全排除美国氢气增长的可能性，因为在某些有吸引力的地区制氢，那里的低成本能源有助于降低 LCOH（WPIC 使用的是全国平均能源价格，而不是地区价格）。作为通胀削减法案一部分的投资，涵盖七个地区氢能中心的努力表明了发展氢经济的意图。然而，出于建模目的，WPIC 预测与氢相关的铂金需求在中国和欧洲将比例较大（图 24），因为国内电解槽产能的 LCOH 与实现氢燃料重卡与现有柴油车队总拥车成本（TCO）平等所需的隐含氢燃料价格一致。美国对氢气铂金需求的贡献相对较小，这也降低了与特朗普赢得即将到来的大选和撤销《通胀削减法案》（他曾威胁要这么做）相关的政治风险。

图 24. 中国和欧洲将引领与氢经济相关的铂金需求，因为实现与柴油总拥车成本（TCO）平等所需的氢燃料价格趋向于国内电解产能的氢气平准化成本（LCOH）范围内。



来源：国际能源署、公司数据/报告、WPIC 研究

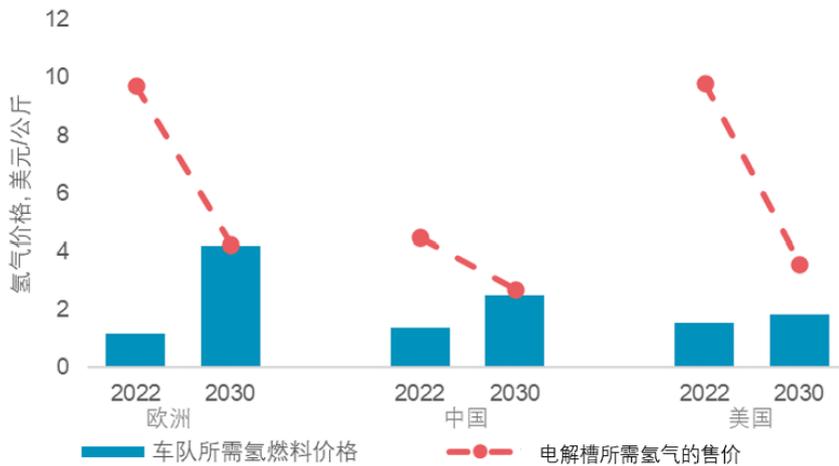
到 2030 年，重型燃料电池电动车（HD-FCEV）市场将是支撑氢经济所需 87.5 万盎司铂金需求的重要部分。

## 结论

质子交换膜电解槽是一个在中期对铂金需求有重要意义的领域。然而，未来大多数与氢相关的铂金需求将由氢燃料电池汽车支撑，尤其是在重型汽车领域。氢燃料电池汽车的普及速度比国家氢战略最初设定的目标要慢。因此，我们现在的分析探讨了实现更高的氢燃料重卡普及所需的推动因素和吸引因素。最重要的是，我们发现氢燃料重卡的普及将在以下方面得到扩展：

- **燃料电池产能上升:**对主机厂增长计划的自下而上分析显示，到2030年，氢燃料电池产能预计将从24吉瓦增加到91吉瓦。氢燃料电池供应的增加将改善规模经济，可能导致氢燃料电池车成本下降(到2030年减少45%，图12)，并增加消费者的选择。
- **补贴有助于氢燃料重卡以较高的氢气成本在总拥车成本基础上与柴油车竞争:**我们确定，补贴允许隐含的氢燃料价格比在总拥车成本基础上与柴油车队竞争所需的价格高出20%至240%。这些补贴可以在氢气燃料价格居高不下的情况下支持氢燃料重卡的早期采纳。值得注意的是，中国的河南和新疆地区已经开始以能够使氢燃料重卡与柴油重卡竞争。
- **电解制氢技术的改进和生产税收抵免将使LCOH平均降低55%至2030年:**我们预计，增加供应和降低的绿氢生产成本将支持更低的氢气销售价格。WPIC预计，到2030年，欧洲和中国车队的电解制氢LCOH将趋近于隐含的氢燃料价格，从而实现与柴油车总拥车成本平价(图25)。

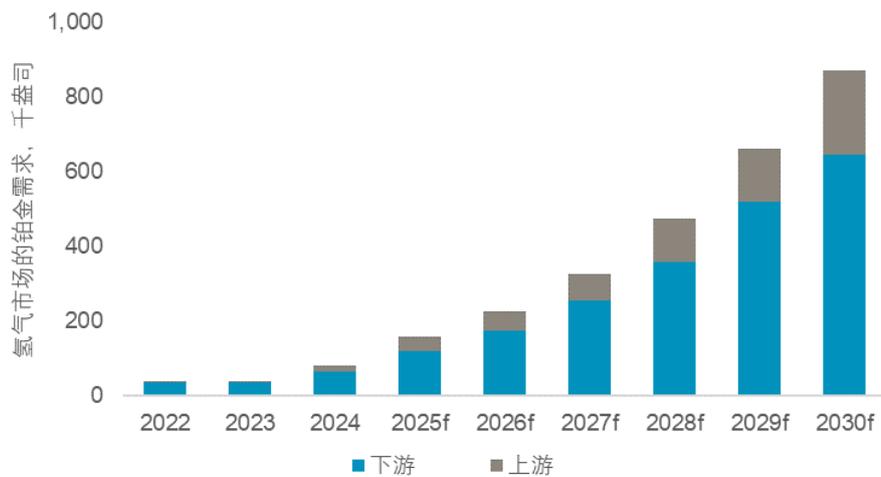
图 25. 到 2030 年左右，随着车队和电解槽所需的氢价格趋同，氢燃料重卡需求增长将加速



来源:国际能源署, 公司数据, WPIC 研究

重型运输行业的脱碳进程缓慢，柴油车市场份额仍然高于90%。WPIC分析显示，氢气平准化成本（LCOH）将下降并趋同于使氢燃料重卡能与柴油车竞争的氢燃料价格。我们预期这种趋同将加速氢燃料重卡的采用，到2030年，其市场份额将达到5%。我们估计氢燃料重卡将占据与氢相关铂金总需求的大部分，预计到2030年，这一需求将达到年度铂金总需求的11%（87.5万盎司）。

图 26. 到 2030 年代末，与氢相关的铂金需求将接近每年 87.5 万盎司



来源:国际能源署, 公司数据, WPIC 研究

WPIC预期，来自氢终端市场的铂金需求将大致抵消内燃机汽车市场份额下降带来的汽车催化剂铂金需求下降。这将导致我们未来两到五年市场展望中铂金的总需求保持稳定。因此，WPIC预计从2023年至2028年期间，铂金市场将连续出现市场短缺(图27)。平均而言，预技从2025年到2028年间，铂金市场的缺口将达到43万盎司(约占需求的5%)。地上存量将需要用来补充供应短缺，预计到2028年(预测)，缺口将减少地上存量的四分之三至110万盎司。

图 27. 铂金市场缺口预计将在 2023 年至 2028 年之间持续



来源: SFA(牛津) 2013 - 2018, 金属聚焦 2019 - 2024, 之后为 WPIC 研究

## 术语表

**纯电动车 (BEV)** - 一种需要插入电源充电的插电式车辆，配备大容量电池

**氢燃料电池电动车 (FCEV)** - 一种使用燃料电池发电的电动汽车(通过铂金催化剂促进氢和氧的电化反应)。因此，它们驱动电动马达/消耗氢燃料。

**混合动力汽车 (HEV)** - 一种由小型电池和小型内燃机组成的车辆。该车电池电力驱动范围非常有限，引擎会定期启动和停止，电池通过引擎充电。

**能源的平准化成本 (LCOE)** - 评估和比较能源生产替代方法成本的方法。

**氢气的平准化成本 (LCOH)** - 考虑生产氢气的运营和资本成本的标准化方法，允许跨生产途径的可比性。

**净现值 (NPV)** - 未来现金流的现值总和。该计算使未来现金流以今天的实际价值反映出来，从而使不同投资机会可比。

**铂族金属 (PGMs)** - 一组通常在铂矿石中与铂共生的金属，可能指铂、钯、铑、铱、钌和铱的部分或全部

**插电式混合动力电动车 (PHEV)** - 一种结合了内燃机和中型电池的车辆，可以插入充电以作为纯电动汽车运行有限距离，也可以单独使用汽油或柴油。

**质子交换膜水电解 (PEM)** - 电解槽通过破坏水分子 (H<sub>2</sub>O) 的键将其分解成氧和氢元素。PEM技术使用气密固体聚合物基膜作为电解质。PEM采用铂和铱作为涂层催化剂作为膜的一部分。

**总拥车成本 (TCO)** - 计算资产生命周期成本的方法，包括购买价格和运营成本。用于比较不同资产的回报预测。

### WPIC 旨在提高铂金投资

世界铂金投资协会 (WPIC) 是由领先的南非铂族金属矿业公司于 2014 年成立的，旨在通过可行性见解和目标性拓展来增加铂金投资。我们通过提供 [《铂金季刊》](#)、[《铂金远景》](#) (月刊) 和 [《铂金精粹》](#)，帮助投资者做出明智决策。我们还通过投资者、产品、渠道和地理位置对铂金投资价值链进行分析，并与机构合作，以提高市场效率并增加高性价比的产品种类，满足各类型投资者的需求。

**重要公告和免责声明：**本发行材料仅限于教育目的。发行方(世界铂金投资协会 World Platinum Investment Council)由世界领先的铂金生产商成立，旨在开发铂金投资需求的市场，其使命在于通过具有执行力的行业见解和目标明确的发展规划，激励现货铂金的投资需求，为投资者提供铂金相关的支持知情决策的信息，并携手金融机构和市场参与者共同开发投资者需要的产品和渠道。

本发行材料绝不是、也绝不应该被曲解为关于任何证券的售卖意向书或购买意向的鼓吹性材料。发行方发行本材料，绝不企图传达任何指令，绝不安排、建议或企图促成任何涉及证券或商品的交易，或为其相关事宜充当代理方，不管材料中是否提及。本发行材料绝不企图提供任何税务、法律或投资建议，材料中的任何内容绝不应该被曲解为购买、销售或持有任何投资或证券、或涉及任何投资策略或交易活动的建议。发行方绝不是、也绝不意图成为证券经纪人、或注册投资顾问，或在美利坚合众国或大不列颠联合王国的法律下注册，包括《2000年金融服务和市场法》(英国)(Financial Services and Markets Act 2000)或《高级管理人员和认证制度》(Senior Managers and Certifications Regime)，或由金融行为监督局(英国)(Financial Conduct Authority)注册。

本发行材料绝不是、也绝不应该被曲解为直接针对于或适合于任何特定投资者的个性化投资建议。任何投资决策的形成仅限于咨询专业投资顾问后。基于您自身的投资目标、财务状况以及风险承受能力，您在决定任何投资、投资策略、证券或相关交易是否适合您方面全权负责。根据您的商业、法律、税务现状或状况，您应该咨询您的商业、法律、税务或会计顾问。

本发行材料所采纳的任何信息都认为是可靠的。但是本材料发行方无法确保这些信息的准确性和完备性。本发行材料包括前瞻性声明，包括关于本行业预期的持续增长声明。本材料发行方声明：本材料所提及的任何前瞻性陈述(即不含历史信息的所有陈述)都有可能影响未来实际结果的风险性和不确定性。**世界铂金投资协会 World Platinum Investment Council**的所有标志、服务标记、商标都属于其独家所有。本发行材料中提及的所有其它商标都属于各商标持有方的财产。本材料发行方并不隶属于、联合于或关联于上述商标持有方，或受其赞助、批准或原创，特别声明除外。本材料发行方所做的所有声明都不是针对任何第三方商标的任何权利。

#### WPIC 研究的 MiFID II 状态

世界铂金投资协会(WPIC)已经根据 MiFID II (欧洲金融工具市场指令修订版)对其内容和服务进行了内外部审查。因此 WPIC 就其研究服务对其客户以及客户的合规/法律部门强调以下内容：WPIC 的研究内容明显属于**次要非货币利益类别**，可以继续免费提供给所有资产管理人，可以免费分享给各个投资组织。

1. WPIC 不从事任何金融工具的具体执行业务。WPIC 不从事任何造市、销售交易、贸易或股票交易活动。(也不存在任何可能性刺激诱因)。
2. WPIC 研究内容可以通过多种渠道广泛传播至所有利益相关方，因此根据 MiFID II (ESMA/FCA/AMF)标准，其内容属于“次要非货币利益类别”。WPIC 研究可以通过其官网免费获取，其研究信息聚合平台没有任何权限许可要求
3. WPIC 没有、也不会对其研究服务的使用者收取任何费用，WPIC 清晰告知机构投资者不会对其就免费内容收取任何费用。

更多细节信息请查看 WPIC 网站：

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