

质子交换膜 2026 行业简析报告

THE BRIEF MARKET ANALYSIS REPORT ON PROTON-EXCHANGE MEMBRANE

MICR



报告摘要

Report Summary

质子交换膜（PEM）作为氢燃料电池与PEM电解水制氢系统的核心关键材料，直接决定了电堆的功率密度、能量转换效率与整机运行寿命。在国家“双碳”战略与五部委燃料电池示范城市群政策的强力驱动下，重卡电氢替代与绿氢制备需求迎来爆发式增长，直接带动电堆功率需求快速扩张，预计2026年中国氢燃料电池电堆需求将达15GW，为质子交换膜市场奠定了高确定性的增长基底。

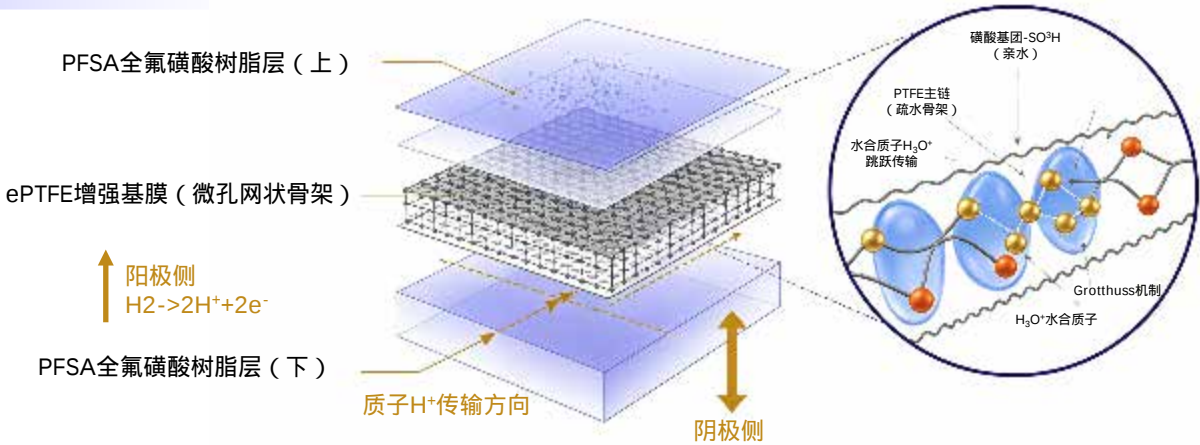
全产业链呈现出显著的“微笑曲线”特征，上游高纯PFSA树脂合成与超薄ePTFE基膜具备极高的技术壁垒和利润空间。随着以东岳未来氢能、科润新材料为代表的本土领军企业在上游树脂与成膜工艺上的全产业链突破，中国质子交换膜国产化替代进程显著提速，国产化率预计将从2021年的不足10%跃升至2026年的超60%，正在逐步打破以美国戈尔为代表的国际巨头长期垄断格局，市场呈现出CR5超85%的高集中度特征。

未来，膜材料将向8微米以下超薄化、120℃以上耐高温低湿及无氟烃类方向持续演进，大功率重卡放量与绿氢PEMWE电解水制氢构成了驱动出货的双轮引擎。与此同时，行业仍需应对欧美PFAS环保禁限令审查、商用车超长寿命与低成本化博弈、高端基膜隐性断供风险及补贴退坡传导的价格压力。具备全产业链一体化整合与车规级长效验证能力的头部企业将在全球供应链重塑中赢得核心竞争优势。

01. 质子交换膜概念界定、核心性能指标与主流技术路线

- 质子交换膜是氢燃料电池（PEMFC）及质子交换膜电解水制氢（PEMWE）系统的核心关键材料，构成了膜电极组件（MEA）的物理与化学基石。在燃料电池工作过程中，质子交换膜充当固态电解质和隔膜的双重角色：一方面传导阳极电化学反应产生的质子（氢离子）至阴极，另一方面严密阻隔阳极的氢气与阴极的氧气直接接触，同时阻止电子通过，迫使电子经由外电路流动形成电流。质子交换膜的综合性能指标直接决定了燃料电池的功率密度、能量转换效率以及整机运行寿命。
- 评估质子交换膜的核心性能指标涵盖以下六个关键维度：
 1. 质子传导率：反映膜传导质子的能力，单位为 S/cm。传导率越高，电池内阻越小，输出功率密度越高。
 2. 离子交换当量：指含有 1 mol 磺酸基团的干燥树脂质量（g/mol）。EW 值越低，磺酸基团密度越高，亲水性与质子传导率通常也越高，但过低的 EW 值会导致膜的机械强度下降及溶胀率过高。
 3. 气体透过率/阻隔性：评估氢气和氧气通过膜的渗透速率。透气率越低，氢气交叉渗透越小，电池开路电压越高，运行安全性越强。
 4. 机械性能：包括拉伸强度、断裂伸长率及水溶胀率。高拉伸强度与低水溶胀率能确保膜在干湿循环和机械应力变化下不发生破裂或形变。
 5. 化学稳定性：抵御反应过程中产生的羟基自由基和过羟基自由基强氧化性化学攻击的能力。
 6. 厚度均匀性：膜厚度偏差需控制在微米级极小范围内，厚度波动过大会导致局部电流密度不均与热应力集中，缩短电堆寿命。

质子交换膜（PEM）三层复合结构与质子传输通道微观示意



磺酸基团吸水形成连续亲水通道，质子以水合质子形式在通道内从一个磺酸根位点跳跃至下一个磺酸根位点

02. 中国质子交换膜行业发展历程与产业政策/标准体系演进

- 中国质子交换膜行业的发展经历了从早期学术研究与纯进口垄断，到国产化示范应用，再到全面规模化替代与标准体系完善的三个阶段：
- 第一阶段为基础研发与进口依赖期（2010年以前）。该阶段国内燃料电池处于科研示范与初期探索阶段，质子交换膜产品完全依赖美国戈尔（Gore）、科慕（Chemours Nafion）等国际巨头供货，国产企业尚不具备高纯树脂合成与高精度成膜工艺能力。
- 第二阶段为技术突破与示范验证期（2011-2020年）。在国家科技部重点研发计划的持续支持下，以东岳未来氢能、科润新材料为代表的本土企业在全氟磺酸树脂合成和成膜工艺上取得关键突破，国产质子交换膜开始进入样品测试与小批量装车示范阶段。
- 第三阶段为规模化提速与标准确立期（2021年至今）。在“双碳”战略引领与燃料电池汽车示范城市群政策驱动下，质子交换膜作为关键卡脖子材料，国产化替代进程显著加快。国家标准体系也完成了重要迭代升级，GB/T 20042.3-2022 新国标全面取代 GB/T 20042.3-2009。



中国质子交换膜行业核心政策与标准体系

政策/标准名称	发布单位/时间	对质子交换膜产业的具体作用
《氢能产业发展中长期规划（2021-2035年）》	国家发改委 国家能源局 (2022年)	将质子交换膜列为核心零部件，明确提升自主可控率目标
五部委燃料电池汽车示范应用政策	财政部 工信部等五部委 (2020-2021年)	直接拉动示范城市群主机厂对国产质子交换膜的装车采购与验证
GB/T 20042.3-2022	国家市场监督管理总局 国家标准委 (2022年)	统一了行业性能测试方法与数据规范，抬高车规级产品准入门槛

03. 宏观驱动力分析：四维协同赋能，示范城市群效应撬动规模化需求

通过 PEST 宏观环境分析模型，可以深度剖析中国质子交换膜行业飞速发展的深层驱动因素：

- 政治驱动：“双碳”战略目标构成了政策底座。国家五部委推行的燃料电池汽车示范城市群（京津冀、上海、广东、河北、河南）政策，通过“以奖代补”机制直接对关键材料国产化率提出明确考核指标。质子交换膜作为膜电极的核心，成为各地方政府与整车企业优先扶持和采购的对象。
- 经济驱动：柴油商用车高污染高碳排特性加速了重卡的电氢替代进程。干线物流和重卡领域的脱碳需求迫切，随着质子交换膜及电堆成本的快速下降，燃料电池重卡的全生命周期成本正在快速接近柴油重卡。
- 社会驱动：物流与运输行业 ESG 合规要求日益严格，大型物流企业与钢铁厂、矿山等高频重载场景对零排放运输工具的需求持续释放，社会对氢能安全的认知度与接受度大幅提升。
- 技术驱动：国内上游树脂合成、ePTFE 双向拉伸与高精度涂布技术的突破，直接推动了质子交换膜性能指标逼近甚至部分超越进口产品。

示范城市群效应是拉动质子交换膜需求爆发的关键引擎。在示范期内，五大城市群累计推广燃料电池汽车数万辆，直接带动了电堆功率需求的指数级增长。据行业测算，2026 年中国氢燃料电池电堆功率需求将达到 15GW。这种来自终端场景的庞大需求，为国产质子交换膜提供了珍贵的车规级验证平台与大规模生产下平摊固定成本的机会，实现了“市场示范-装车验证-技术迭代-成本下降”的正向循环。



04. 质子交换膜产业链全景图谱透视与全链路价值分布

- 质子交换膜产业链横跨化工、高端装备与新能源制造等多个高技术壁垒领域，产业链全景包含上游原材料与设备、中游膜材料成膜以及下游集成应用；
- 上游主要包含全氟磺酸树脂（PFSA）、四氟乙烯（TFE）单体、全氟烷基乙烯基醚（PSVE）单体、ePTFE增强微孔基膜，以及狭缝式涂布机、双向拉伸机和在线厚度检测设备。中游为质子交换膜成膜制造，包括树脂分散液配制、自由基捕获剂掺杂、成膜工艺（溶液浇铸法/挤出流延法）及品质检测。下游则为膜电组件（MEA）封装、燃料电池电堆与系统集成，并最终应用于商用车、乘用车、固定式发电机以及PEMWE电解水制氢设备。
- 全产业链的价值分布呈现出显著的“微笑曲线”特征。上游的核心基础化学材料（高纯PFSA树脂、特种氟单体）和超薄ePTFE基膜由于研发周期长、工艺壁垒极高，利润率处于产业链顶端；中游成膜制造拥有中等毛利率；下游电堆与系统集成由于处于行业竞争初期且终端价格战剧烈，毛利率受到较大挤压。

产业链各环节毛利率与技术壁垒对比				
	核心产品/技术	代表性参与企业	行业平均毛利率	技术壁垒与竞争焦点
上游	原材料	PFSA树脂 ePTFE基膜 特种氟单体	科慕、东岳集团、巨化股份、未来材料	50%-65% 极高：单体纯度控制、EW值精准调节、超薄ePTFE拉伸均匀性
	装备	狭缝涂布头 卷对卷涂布机 测厚仪	国际高端涂布装备厂商、国内高精装备企业	35%-45% 高：微米级涂布精度（±0.1μm）、张力控制与无尘环境
中游	成膜	燃料电池膜（PEMFC） 电解水膜（PEMWE）	戈尔、东岳未来氢能、科润新材料	35%-50% 高：成膜配方、界面结合力、抗化学衰减改性
下游	集成	MEA膜电极 燃料电池电堆 系统	捷氢科技、亿华通、鸿基创能、氢晨科技	15%-25% 中高：催化剂浆料配方、自动化封装、水热管理能力

05. 产业链上游：PFSA树脂合成突破、关键技术壁垒与国产化攻坚

- 质子交换膜的性能上限与成本下探空间，在很大程度上取决于上游全氟磺酸树脂、增强基膜以及涂布装备的技术突破。
- 全氟磺酸树脂：PFSA树脂是由四氟乙烯与全氟磺酰基乙烯基醚单体共聚而成的含氟高分子聚合物。合成PFSA的难点在于特种单体的合成路线长、收率低且纯度要求极高。树脂的离子交换当量（EW值）决定了其亲水性与机械强度的平衡点。近年来，国产厂商如未来材料、东岳突破了树脂合成技术，成功推出了低EW值（如700–800g/mol）的PFSA树脂，为高性能质子交换膜的国产化奠定了基础。
- ePTFE增强微孔基膜：纯PFSA膜在吸水和失水过程中会产生剧烈的膨胀和收缩，极易导致机械疲劳损坏。ePTFE微孔基膜通过对聚四氟乙烯进行双向高倍率拉伸制成，具有节点-纤维连接的网状微孔结构。其孔隙率通常需达到80%以上，厚度需控制在3–8μm。ePTFE基膜充当质子交换膜的“骨架”，在不显著增加膜厚度和内阻的前提下，大幅提升了膜的拉伸强度和尺寸稳定性。
- 高精度涂布设备：成膜环节极度依赖狭缝式卷对卷涂布设备。涂布机需确保PFSA树脂分散液完美浸润并均匀填充至ePTFE基膜的微孔内部，不能留有任何空隙或气泡，同时保持极高的膜厚均匀性（控制在±0.1μm）。

上游核心要素技术指标与国内外差距

关键上游要素	核心技术指标要求	国内外技术差距现状	代表性供应商
PFSA树脂	EW值精准可控（700-900）、高纯度、无杂质	国内已实现批量供应，低EW值树脂跻身第一梯队	国际：科慕、Solvay；国内：未来材料、东岳未来氢能
ePTFE基膜	厚度<5μm，孔隙率>80%，微孔孔径均匀	国际巨头独占高端市场，国产基膜均匀性仍需突破	国际：戈尔、日东电工；国内：汉科绿能、东岳未来氢能
高精涂布设备	湿厚控制精度±0.1μm，万级/千级无尘环境	核心涂布头仍偏重进口，国产设备加速车规级验证	国际：日本平野、德国Hirschauer；国内：浩能科技、曼恩斯特

06. 产业链中游：工艺分化与自由基捕获剂重构化学耐久性

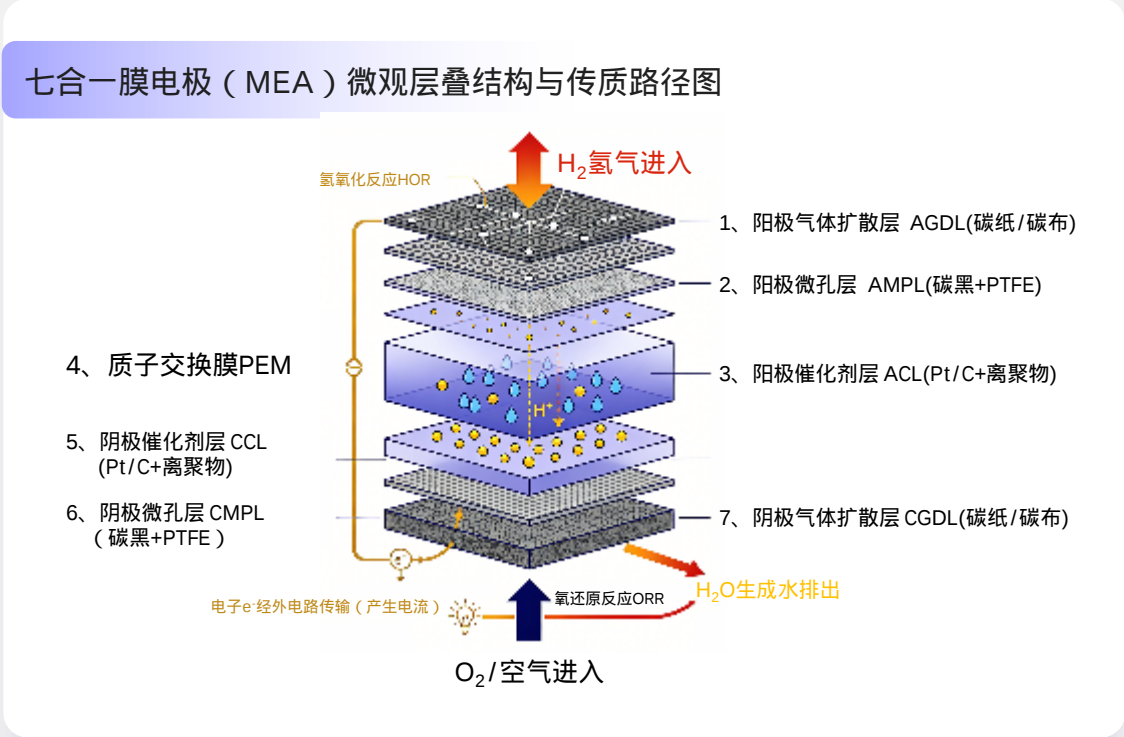
在中游成膜环节，成膜工艺的选择以及抗化学衰减改性技术，是决定质子交换膜良品率和使用寿命的核心要素。

- 成膜工艺对比：溶液浇铸法是将PFSA树脂溶解于极性有机溶剂中形成均匀涂布液，将其均匀涂覆在离型基材或直接浸渍于ePTFE增强基膜上，经过多级烘干脱溶剂、高温退火结晶制成。此方法能够精准控制膜厚度，且能制备<10μm的超薄复合膜，界面结合力好，是车用质子交换膜的绝对主流工艺。挤出流延法将PFSA树脂通过挤出机熔融流延成膜，再经过水解和酸化反应转化为磺酸型质子交换膜。该方法适合制备厚度较大（如50–175μm）的均质膜，生产效率高，主要用于电解水制氢或液流电池领域。
- 抗化学衰减改性机制：燃料电池运行中，阳极渗氢和阴极渗氧在催化剂作用下会副产过氧化氢，分解产生具有强氧化性的羟基自由基与过羟基自由基。这些自由基会进攻 PFSA 分子链主链末端或侧链，导致高分子链断裂、氟离子流失、膜减薄甚至穿孔破裂。抗化学衰减改性的主流方案是在 PFSA 树脂中掺杂自由基捕获剂，最常用的捕获剂是过渡金属铈、锰离子及纳米氧化铈。通过铈离子的变价循环，将有害自由基还原为水和氧气，使质子交换膜的化学耐久性提升数倍，保障整堆实现 20000 小时以上的车用寿命需求。

成膜工艺对比：溶液浇铸法 vs 挤出流延法		
	溶液浇铸法	挤出流延法
产品厚度控制	极佳，可轻松做到5-15μm	较难超薄，通常50-200μm
复合增强适用性	非常适合与ePTFE微孔基膜复合成膜	极难与超薄ePTFE基膜直接熔融复合
厚度均匀性	极高，符合GB/T 20042.3-2022严苛要求	相对较差，边缘效应与熔体破裂难控制
设备与溶剂回收	需复杂溶剂回收与防爆防尘系统	无需溶剂回收，但需高精度挤出模头与水解线
主攻应用市场	车用 / 航空氢燃料电池膜（PEMFC）	PEMWE电解水制氢膜、液流电池

07. 产业链下游：MEA集成匹配、商用车终端场景与车规级验证

- 质子交换膜自身无法独立工作，必须与阳极/阴极催化剂层及气体扩散层热压集成形成膜电极组件（MEA），才能应用于下游终端场景。
- 在MEA制造过程中（如主流的CCM催化剂直接涂覆法或Decal转印法），质子交换膜需经历高温热压和溶剂浸润。若膜与催化剂浆料中的溶剂不匹配，会导致界面剥离强度低，在后续运行中发生剥离分层。GB/T20042.3-2022明确规定了180°剥离强度测试方法，用以评估界面结合稳定性。此外，质子交换膜在水热环境下的溶胀率如果与催化剂层差异过大，也会导致界面产生微裂纹，因此膜电极（MEA）集成匹配成为了极大的挑战。
- 此外在下游商用车终端场景中，尤其是49吨重型卡车是目前中国氢燃料电池最核心的应用场景。重卡工况对质子交换膜提出了极度严苛的要求，首先，要求膜厚度尽可能薄以降低传质与质子电阻，提升高功率密度；其次，需要有超长的耐久性，要求在频繁变工况、高电位、干湿交替下维持 20000 小时以上的无故障运行；最后，需满足-30 无辅助热源冷启动，且能在高温下维持高导电率的低温冷启动与宽温域要求。



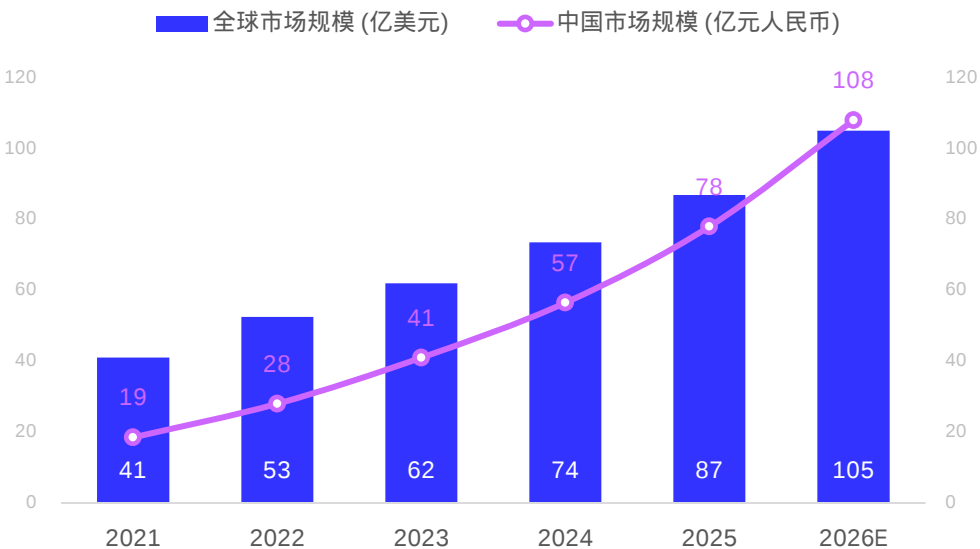
车规级验证测试模块与达标门槛

验证测试模块	模拟工况环境	导致的主要失效模式	车规级达标门槛要求
机械加速 应力测试	频繁干湿循环 (RH 0% ↔ 100%)	机械疲劳微裂纹 机械穿孔	循环次数>20,000次 气体漏率未超标
化学加速 应力测试	高开路电压 (OCV>0.95V) 高温低湿	自由基攻击导致树脂降解 氟离子溶出	OCV保持>500小时 氟离子溶出率下降90%
实际整车 路测验证	实际道路高频变载 颠簸 极端气温	界面剥离 局部过热烧穿 水淹或干燥失导	累计装车>10万公里 性能未出现骤降

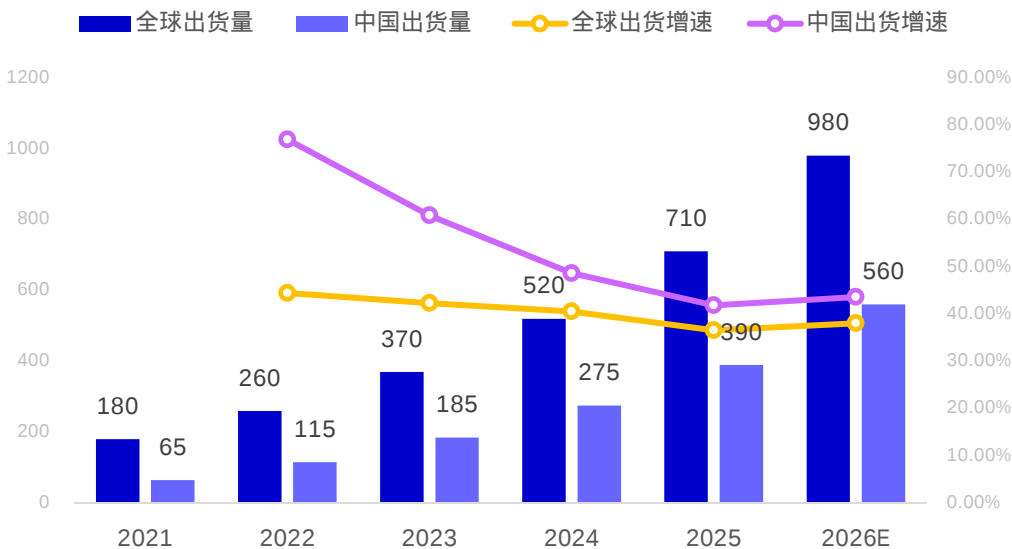
08. 全球及中国质子交换膜市场规模与出货量测算

- 基于燃料电池装车量、电堆平均功率提升速度、电解水制氢示范项目落地进度及每kW功率对质子交换膜的消耗面积进行综合测算。
- 全球市场在汽车与固定式电源和电解水制氢双轮驱动下快速增长。2025年全球质子交换膜市场规模将达到87亿美元，2026年将进一步增长至105亿美元。中国市场随着示范城市群项目的深化与重卡大规模放量，出货量与市场规模增速保持高位。
- 2021至2026年间，中国质子交换膜出货量呈现极高爆发性，年均复合增长率超过40%。驱动中国出货量增速显著高于全球平均水平的主要原因在于国内氢燃料电池重卡单车功率大幅提升，导致单车所需的质子交换膜面积成倍增加；同时2026年国内氢燃料电池电堆总功率预计达到15GW，直接拉动质子交换膜需求。在市场规模（金额）维度，由于质子交换膜单价随着国产化替代与规模化效应逐年下降，因而市场规模的增速略低于出货量增速，但仍展现出强劲的成长轨迹。

2021-2026E年全球与中国质子交换膜市场规模



2021-2026E年全球与中国质子交换膜出货量（万m²）及增速（%）

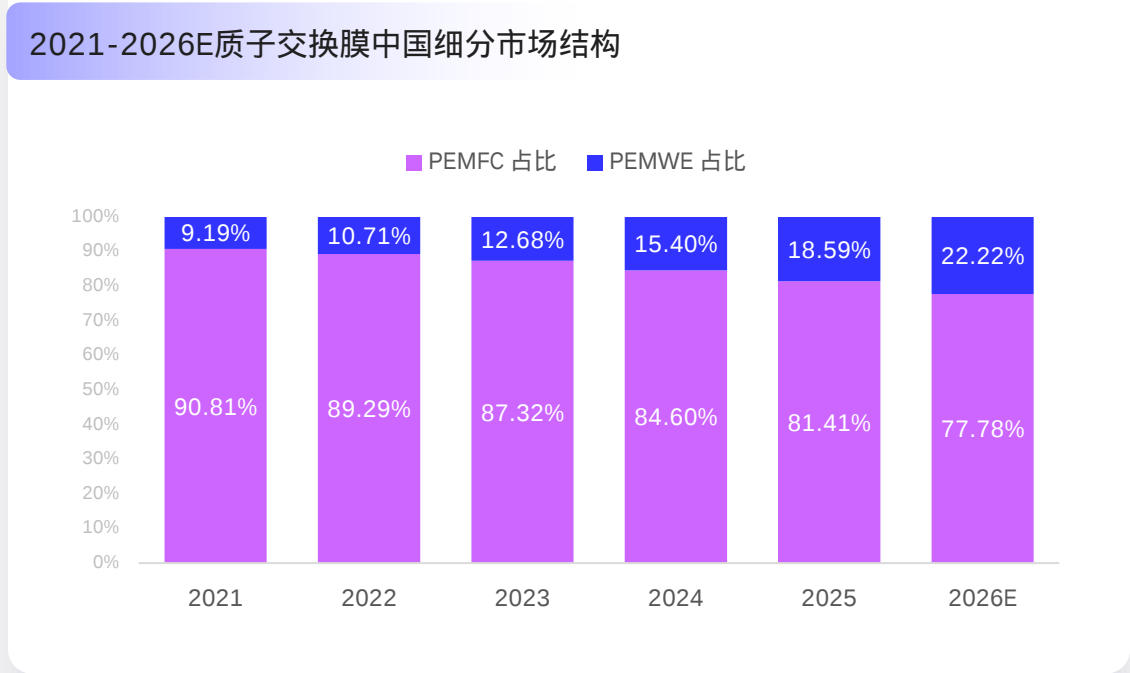


数据来源：公开数据整理；嘉世咨询研究结论；图源网络

09. 质子交换膜细分市场结构分析：燃料电池应用占据绝对主体

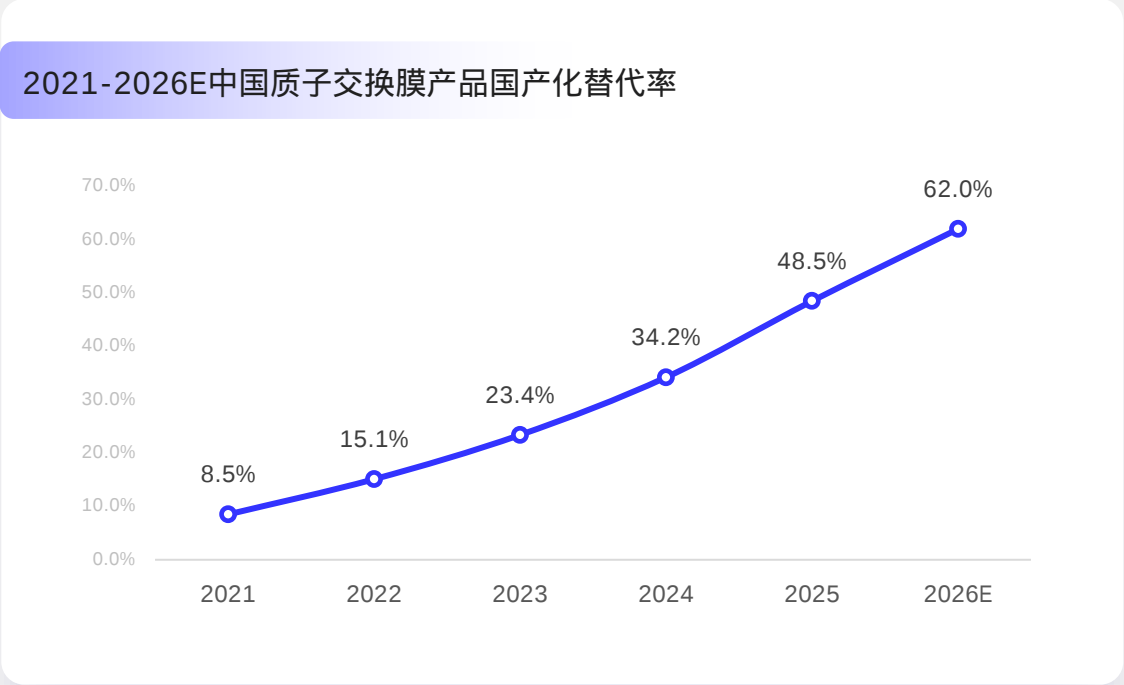
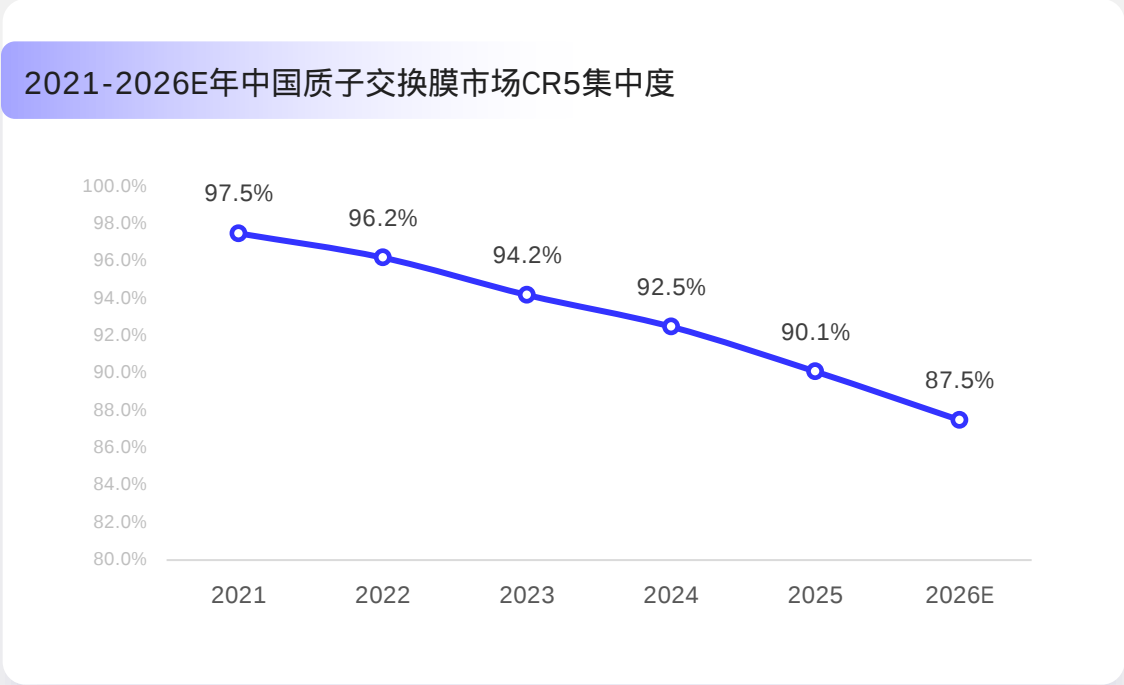
- 质子交换膜的下游应用主要分为两大核心领域：燃料电池应用（PEMFC，用电）与电解水制氢应用（PEMWE，发电）。两类细分市场在技术要求、产品规格和发展阶段上存在显著差异。燃料电池膜追求“超薄化”与“高功率密度”，厚度通常在5-15μm之间，极度依赖ePTFE基膜进行复合增强，以降低内阻并承受车用高频干湿循环。电解水制氢膜则追求“高耐压”、“低渗透”与“耐强氧化”，由于电解槽阳极侧产生高压纯氧，阴极产生高压氢气，两侧压差极大，若膜过薄会导致氢气穿透发生爆炸风险。因此PEMWE膜厚度通常在50-175μm之间，且大多采用均质成膜或重型复合增强结构。
- 目前，燃料电池膜仍占据中国质子交换膜市场的绝对主导地位，2021年占比高达90.81%。但随着绿氢产业的大爆发，质子交换膜电解水制氢装机量快速上升，PEMWE用膜的市场占比呈现逐年提升的强劲态势，预计将从2021年的9.19%跃升至2026年的22.22%。由于PEMWE膜厚度是PEMFC膜的数倍乃至十倍以上，单平米树脂用量极大，因此PEMWE膜的单平米价值量远高于PEMFC膜，这将成为质子交换膜企业第二条强劲增长曲线。

PEMFC与PEMWE技术形态差异		
细分维度	PEMFC燃料电池膜	PEMWE电解水膜
典型厚度	5-15μm（超薄型）	50-175μm（厚膜型）
强化手段	ePTFE双向拉伸微孔复合	厚膜阻气、特种交联或PTFE增强
工作环境	强还原/氧化交替 干湿循环 震动	高电位 高压差 纯水浸泡
单设备消耗	单车约10-25平方米	单MW电解槽约150-300平方米



10. 全球竞争格局演变与中国市场集中度及国产化替代率

- 质子交换膜行业具有极高的技术与客户黏性壁垒，全球市场长期呈现高度集中的寡头垄断格局，但中国市场的国产化替代进程正在显著打破这一原有平衡。
- 全球质子交换膜市场长期由美国戈尔（W.L.Gore）、美国科慕（Chemours）、日本旭化成（Asahi Kasei）和比利时索尔维（Solvay）等跨国巨头主导。据GGII统计，2024年全球质子交换膜市场份额前四名分别为科慕、未来材料、戈尔和科润新材料，国内头部企业已成功挤入全球第一梯队。在全国范围内，过去美国戈尔占据了燃料电池质子交换膜绝大部分的市场份额。然而，随着东岳未来氢能、未来材料、科润新材料等本土企业产品的性能达到车规级标准，且具备显著的价格优势与供应链响应速度，戈尔在中国的垄断地位正在被逐步瓦解，戈尔在国内市占率已从2022年开始逐步下滑。
- 中国质子交换膜市场正在经历剧烈的“国产替代”重塑，国产化率从2021年的不足10%快速提升至2024年的34.2%，预计到2026年将突破60%大关，实现由依赖进口向自主可控的根本性转变。与此同时，中国市场的集中度（CR5）长期维持在85%–95%的高位，说明质子交换膜的技术壁垒极高，市场资源高度向头部具备树脂合成能力和车规级验证能力的顶尖企业集中，尾部企业极难实现弯道超车。



11. 核心竞争梯队与标杆企业对标：国际巨头与本土领军全方位博弈

- 根据技术积累、全产业链一体化程度、出货规模及车规级装车业绩，质子交换膜行业可划分为三个典型竞争梯队：
- 第一梯队为国际垄断巨头，以美国戈尔（W.L. Gore）、科慕（Chemours）为代表，拥有数十年的膨体聚四氟乙烯（ePTFE）或氟化工技术积累，工艺极其稳定，掌握全球主流高端乘用车（如丰田 Mirai、现代 Nexa）供应链。
- 第二梯队为本土领军一体化企业，以东岳未来氢能、未来材料、科润新材料为代表，具备从上游氟单体、树脂合成到中游成膜的全产业链整合能力，产品已批量应用于国内示范城市群项目。
- 第三梯队为初创企业与科研院所转制企业，具备特定成膜或改性技术，但在上游树脂控制、规模化降本及车规级长寿命验证方面仍处于跟跑阶段。

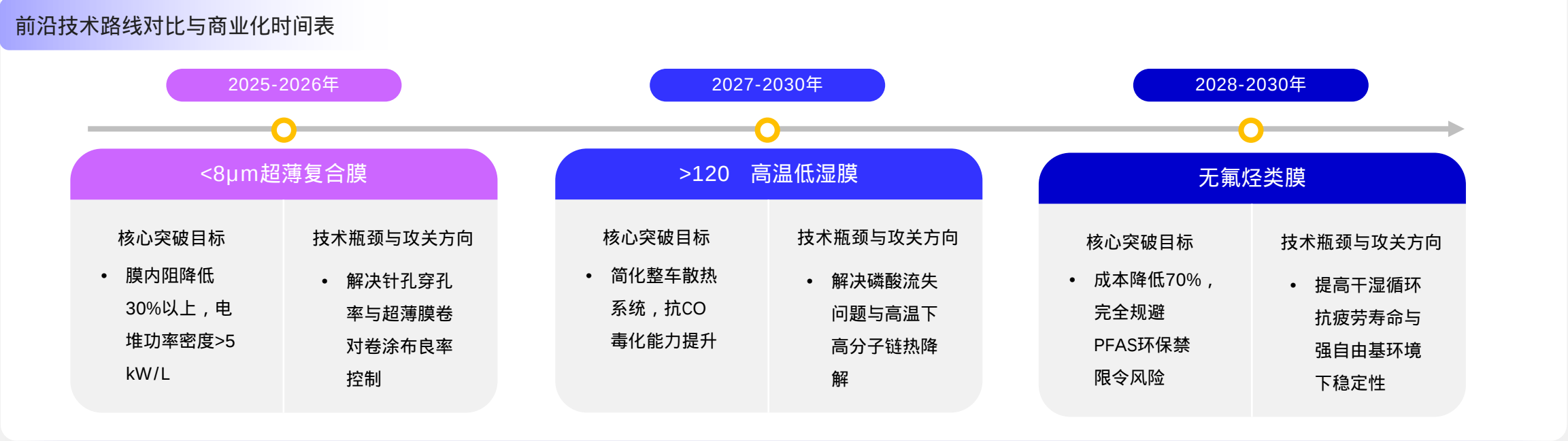
国际巨头与本土龙头企业对比

	全产业链布局	代表产品系列	产品核心参数	市占率表现	核心竞争优势	主要短板
国际巨头						
美国戈尔	聚焦中游成膜与高精ePTFE基膜制造，树脂主要外购	Gore-				

12. 质子交换膜前沿技术趋势：超薄化、耐高温低湿与无氟烃类膜

为满足下一代高功率密度燃料电池电堆及降低昂贵材料用量的需求，质子交换膜呈现出三大前沿技术演进趋势：

- 超薄化技术：减薄膜厚度是降低膜欧姆内阻、提升燃料电池输出功率密度最直接有效的手段。薄膜化还能增强水的反向扩散效应，防止阴极水淹与阳极干燥。然而，膜厚度降低至8μm以下时，机械强度会呈指数级下降，气体穿透率急剧增加。应对这一挑战的前沿方案是开发具有超高拉伸强度的碳纳米管/石墨烯改性ePTFE基膜，以及采用多层共涂布技术，在保证机械阻气屏障的前提下实现极限超薄。
- 耐高温低湿运行质子交换膜：当前PFSA质子交换膜高度依赖液态水来进行质子传导，工作温度通常被限制在80 以内。如果能将工作温度提升至120 以上，不仅能极大简化整车的散热器体积，还能大幅提高催化剂对一氧化碳毒化的容忍度。前沿技术路线包括在PFSA网络中杂化无机质子导体或者采用磷酸掺杂聚苯并咪唑的高温质子膜路线。
- 无氟烃类质子交换膜探索：全氟磺酸树脂的生产和废弃过程面临严苛的环境保护压力。无氟烃类质子交换膜则完全不含氟元素，原材料成本仅为PFSA的1/5到1/10，且天然具备极低的氢气渗透率。目前的研发焦点在于通过主链微相分离工程设计与侧链磺化改性，解决烃类膜在水浸泡下易过度溶胀和自由基攻击下主链易断裂的致命缺陷。



13. 质子交换膜行业未来发展的核心机遇

重卡规模化放量拉动质子交换膜需求爆发

重型卡车由于行驶里程长、载重需求大，是氢燃料电池最佳的商业化落脚点。随着五大示范城市群考核期的临近以及氢能高速公路政策的陆续出台，燃料电池重卡正迎来爆发式增长，单车功率已迈向150kW-250kW大关。由于高功率电堆对质子交换膜的消耗量呈线性增加（单车需15-25平方米），重卡的规模化放量将直接为质子交换膜带来百万元级别的平米级订单增长，构成了行业最确定、最庞大的基本盘增长引擎。

01

绿氢电解水产业协同注入第二增长曲线

在全球脱碳背景下，利用可再生能源电解水制氢正在快速规模化落地。相比碱性电解槽，PEM电解水制氢具备响应速度快、与风光波动性匹配度高、电流密度高等优点，装机占比快速上升。由于PEMWE电解槽单MW消耗质子交换膜高达150-300平方米，且膜厚度大、单价高，电解水制氢市场的爆发将打破质子交换膜单一依赖车用燃料电池的格局，为行业注入强劲的第二增长曲线。

02

全产业链本土化深度整合催化成本快速下探

过去质子交换膜价格居高不下的主因是上游PFSA树脂与ePTFE基膜被国外垄断。目前，国内以东岳未来氢能、未来材料为代表的企业已打通了从氟矿资源、特种单体、PFSA树脂到成膜的全产业链循环。本土全产业链的深度整合不仅保障了国产供应链的安全可控，更带来了极大的成本优化空间，预计将推动质子交换膜单价以每年10%-15%的速度下降，加速氢燃料电池整车的平价上网进程。

03

国内领军企业海外攻坚重塑全球质子交换膜供给格局

凭借在国内示范城市群高强度车规级路测中积累的产品迭代经验以及显著的性价比优势，中国本土质子交换膜头部企业已具备向全球市场输出的能力。东岳未来氢能等企业的产品已成功通过奔驰等国际车企严苛的6000小时耐久性测试。在欧洲、北美及日韩传统氟化工巨头扩产缓慢、成本高昂的背景下，中国企业凭借强劲的产能建设速度与高性价比，正迎来出海卡位全球供应链的历史性机遇。

04

14. 质子交换膜行业未来发展的主要挑战

欧美PFAS严苛环保法规面临全球合规与禁限风险

全氟和多氟烷基物质（PFAS）因其难降解性被称为“永久化学品”。欧洲化学品管理局及美国EPA正在推动极度严格的PFAS禁限令草案，范围涵盖了包括全氟磺酸树脂和聚四氟乙烯在内的几乎所有含氟聚合物。尽管目前氢能关键材料暂获豁免期，但长期来看，日趋严苛的环保合规审查将增加上游树脂与膜制造的合规治理成本，甚至可能面临海外市场环保禁售的剧烈冲击。

01

商用车超高长寿命要求与质子交换膜低成本化的严峻博弈

终端市场要求质子交换膜既要大幅降本又要极大提升寿命。然而，降本通常需要减薄膜厚度或降低改性添加剂比例，这会直接牺牲膜的机械强度与化学抗衰减能力。在缺乏长期实际道路运行数据积累的情况下，过度追求低成本而降低安全冗余，极易引发车用膜批量穿孔、电堆寿命猝死等质量事故，形成技术与成本的严重博弈。

02

上游超薄ePTFE基膜与高纯单体高壁垒带来的供应链脆弱性

虽然国内企业在PFSA树脂成膜上取得了突破，但在极度严苛的上游核心要素上仍存在隐性卡脖子风险。例如， $<5\mu\text{m}$ 且孔隙率 $>80\%$ 的高均匀性ePTFE基膜，其核心制造装备与高倍率双向拉伸工艺仍大量掌握在日本日东电工、美国戈尔等企业手中。若国际地缘政治紧张或贸易摩擦升级，上游超薄基膜或关键含氟单体的断供风险将直接瘫痪中游成膜企业的生产线。

03

终端补贴逐步退坡背景下产业链价格传导倒逼毛利率挤压

随着燃料电池示范城市群补贴政策陆续进入后半程，国家“以奖代补”资金将逐步退坡。下游整车厂与系统集成商为了抢占市场份额，掀起了剧烈的价格战，并将降本压力层层向上游传导。质子交换膜作为高价值核心零部件，首当其冲面临客户的强力压价要求。若国产成膜企业无法通过规模化和上游树脂自给来消化降本压力，行业毛利率将面临持续大幅下滑的剧烈风险。

04

版权说明

本报告为简版报告，内容为嘉世咨询研究员通过桌面研究整理撰写。如有深度调研需求，请联系：
mcr@chinamcr.com或021-52987060；

本报告中的所有内容，包括但不限于文字报道、照片、影像、插图、图表等素材，均受《中华人民共和国著作权法》、《中华人民共和国著作权法实施细则》及国际著作权公约的保护。

本报告的著作权属于上海嘉世营销咨询有限公司所有，如需转发、转载、引用必须在显著位置标注出处，并且不得对转载内容进行任何更改。

