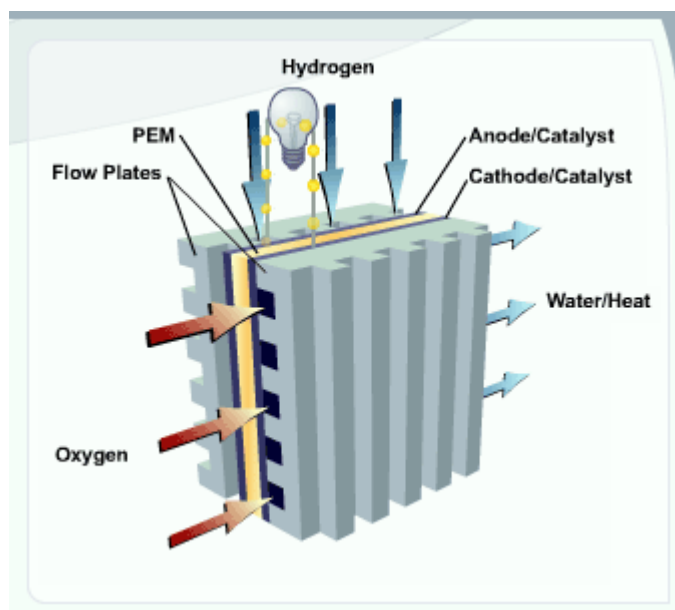


質子交換膜燃料電池

質子交換膜燃料電池（英文：Proton Exchange Membrane Fuel Cell，簡稱：PEMFC），又稱**固體高分子電解質燃料電池**（英文：Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cells），是一種以含氫燃料與空氣作用產生電力與熱力的燃料電池，運作溫度在 50°C 至 100°C，無需加壓或減壓，以高分子質子交換膜為傳導媒介，沒有任何化學液體，發電後產生純水和熱。

燃料電池中，質子交換膜燃料電池相對低溫與常壓的特性，加上對人體無化學危險、對環境無害，適合應用在日常生活，所以被發展應用在運輸動力型（Transport）、現場型（Stationary）與攜帶型（Portable）等機組。



質子交換膜燃料電池構造與運作原理示意圖，上方輸入氫氣，前側導入氧氣，產生電力、水與熱。

構造：

質子交換膜燃料電池每一個電池組，一般是由十一層結構所組成：

- 電極組

- 中間層為**高分子質子交換膜**，簡稱**交換膜**，是固態高分子電解材料，用以傳送**質子**，且須隔阻**電子**與**氣體**通過；
- 其兩邊外側為**觸媒反應層**，**陽極**與**陰極**的**電化學反應**分別在此兩層進行，目前以**鉑／碳**或**鉑／鈳／碳粉體**為觸媒；

- 氣體擴散組

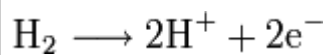
- 觸媒層兩邊外側是兩層**擴散層**，為經疏水處理以避免水分阻塞的**碳纖維**，能將**反應物擴散**至觸媒反應層，並將**生成物擴散**排出；
- 擴散層兩邊外側為兩層**流場板**，與擴散層接觸面有許多氣體導流槽，反應物與生成物即經由這些導流槽進出燃料電池；

- 導電隔離組

- 於流場板外側是**導電板**，負責收集**電流**，再經由電路傳送至**負載**；
- 最外層有兩片**壓板**，用以固定與隔離保護整個電池組。

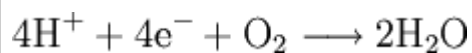
- **原理**

- 1. [氫原子](#)經由陽極端流場板的氣體導流槽進入電池組，經擴散層到陽極觸媒反應層，經陽極觸媒作用氧化為[氫離子](#)（也就是[質子](#)），與釋出[電子](#)，這化學反應過程稱為陽極半反應：



$$E_1^\circ = 0\text{V}_{\text{SHE}} \text{ (標準氫電極)}$$

- 2. 氫離子受[電滲透力](#)驅策，伴隨數個水分子，經由交換膜輸送至另一端的陰極觸媒反應層；
- 3. 游離的電子經導電板收集，因電位差的原故，通過連接在導電板上的電路，流向陰極的導電板，變成電流產生電力，電子最後會由陰極導電板送到陰極觸媒反應層；
- 4. 氫離子、電子、加上由陰極流場板輸送來空氣中的氧氣，匯集在陰極觸媒反應層，經陰極觸媒催化而產生水，這化學反應過程稱為陰極半反應：



$$E_2^\circ = 1.229\text{V}_{\text{SHE}}$$

-

總體[電化反應](#)是將[化學能](#)自由能差 (ΔG) 轉變為[電動勢](#) (ΔE):

$$\Delta E = E_2^\circ - E_1^\circ = 1.229V_{\text{SHE}}$$

- 而：

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

- 氫的反應熱 ΔH 為 286 kJ mol^{-1} ，亂度差 ΔS 為 $163 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 。
- 假設溫度 T 為 57°C 即 330 K 時，能量損耗為：

$$T\Delta S = 330 \text{ K} \cdot 163 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \cong 53.79 \text{ kJ mol}^{-1}$$

- 故轉換率：

$$\frac{\Delta G}{\Delta H} = \frac{286 \text{ kJ mol}^{-1} - 53.79 \text{ kJ mol}^{-1}}{286 \text{ kJ mol}^{-1}} \cong 81.2\%$$

- 也就是在溫度為 57°C 時，有 81.2% 的反應熱可以轉換成電能，由此推算， T 為 100°C 時，仍有 78.7% 的轉換率，是相當有效能的電化轉換。

歷史

1960年代中期，美國奇異公司的 Willard Thomas Grubb 和 Lee Niedrach，參與了美國海軍船務署與美國陸軍通訊兵團的一項專案，要求發展一種小型燃料電池，便發明了以質子交換膜為電解質的燃料電池。

第一個成品，是使用氫化鋰放入水來產生氫，並製作成拋棄式的燃料匣，方便攜帶又容易置換，但由於電極板是貴重金屬鉑（白金），生產成本非常高昂。

奇異的質子交換膜燃料電池 PB2，被選定參與美國太空總署的雙子星計劃，該計劃的主要目的為在太空中測試各種設備與狀況，以供後來以登月為目標的阿波羅計劃參考設計，但剛開始時 PB2 遇到了電池組污染與氧從交換膜滲漏等問題，雙子星 1 號到 4 號都沒有採用^[3]。

奇異公司重新設計電池，採用了杜邦公司的納飛安（[Nafion](#)）離子聚合膜為交換膜，代替之前的磺化聚苯乙烯膜，新電池名為 P3，從雙子星 5 號開始被採用至最後的雙子星 10 號。惟後來的阿波羅計劃與太空梭，改為採用鹼性燃料電池。

奇異公司持續不斷研發新的質子交換膜電池，在 1970 年代中期，發展出一種水電解技術，可以支援水中生活，應用在美國海軍的氧氣生產工廠，英國皇家海軍於 1980 年代初採用此項技術於其潛水艇艦隊。

1980 年代後期至 1990 年代，美國的洛斯阿拉莫斯國家實驗室與德州 A&M 大學，致力於實驗如何減少質子交換膜電池對鉑的使用量。

近來因奈米科技發展，已能將只有數奈米的鉑鍍在碳黑或碳粉上，不僅大幅降低鉑的使用量，並且使能量密度得以大幅提升。

以上資料來源網址：

<http://zh.wikipedia.org/zh-hant/%E8%B3%AA%E5%AD%90%E4%BA%A4%E6%8F%9B%E8%86%9C%E7%87%83%E6%96%99%E9%9B%BB%E6%B1%A0>