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℃ 至 100℃，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。

|  |  |
| --- | --- |
| Pem_fuelcell2.gif | 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](http://zh.wikipedia.org/zh-hant/%E7%94%B5%E5%8C%96%E5%AD%A6)反應分別在此兩層進行，目前以鉑／碳或鉑／釕／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](http://zh.wikipedia.org/zh-hant/%E6%89%A9%E6%95%A3)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](http://zh.wikipedia.org/zh-hant/%E6%B0%AB)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：

|  |  |
| --- | --- |
| \rm H_2 \longrightarrow 2H^+ + 2e^- | \rm E_1^o = 0VSHE（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：

|  |  |
| --- | --- |
| \rm 4H^+ + 4e^- + O_2 \longrightarrow 2H_2O | \rm E_2^o = 1.229VSHE |

* 總體電化反應是將化學能自由能差 \rm \left ( \Delta G \right )轉變為電動勢 \rm \left ( \Delta E \right )：

|  |
| --- |
| \rm \Delta E = E_2^o - E_1^o = 1.229VSHE |

* 而：

|  |
| --- |
| \rm\Delta G=\Delta H-T\Delta S\; |

* 氫的反應熱 \rm \Delta H\;為 \rm 286\;\it k \rm J\,{mol}^{-1}，亂度差 \rm \Delta S\;為 \rm 163\;J\,{mol}^{-1}\,{K}^{-1}。
* 假設溫度 \rm T\;為 \rm 57^\circ C即 \rm 330\;K時，能量損耗為：

|  |
| --- |
| \rm T\Delta S=330\;K \cdot 163\;J\,{mol}^{-1}\,{K}^{-1}\cong 53.79\;\it k \rm J\,{mol}^{-1} |

* 故轉換率：

|  |
| --- |
| \rm\frac{\Delta G}{\Delta H}=\frac{286\;\it k\rm J\,{mol}^{-1}-53.79\;\it k\rm J\,{mol}^{-1}}{286\;\it k\rm J\,{mol}^{-1}}\cong 81.2% |

* 也就是在溫度為 \rm 57^\circ C時，有\rm 81.2%\;的反應熱可以轉換成電能，由此推算，\rm T\; 為 \rm 100^\circ C時，仍有\rm 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 遇到了電池組汙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]](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#_note-HISTORY-2)。

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>