

# 氫能與燃料電池應用技術

## 第八組

黃奕勳 4A440062

王棕欽 4a440077

劉冠伶 4A440051

舒勝鴻 4A440078

吳孟寰 4A440070

葉國翔 4A440067

歐陽敏 4A440038

陳鵬勻 4A440046

黃凱銘 4A440042

指導老師:黃常寧 老師

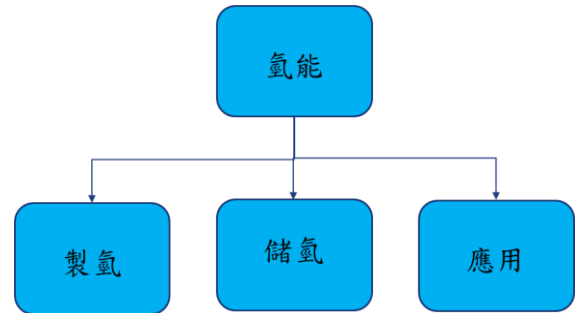
## 什麼是氫能？

是指以氫為主體的反應中所釋放的能量。

製氫:分為實驗室製氫&工業製氫

儲氫:分為氣態&液態儲存(氫的不同形式)

應用:本主題為用於燃料電池

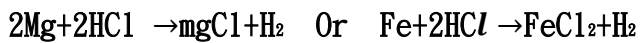


## 產氫:

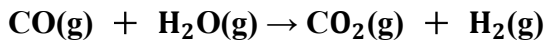
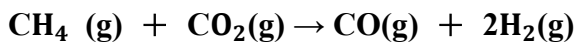
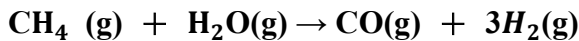
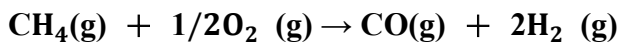
氫的實驗室製備是用鋅與稀鹽酸的反應  $Zn+H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4+H_2$ ，但這樣制取的氫氣較不純，含有雜質氣體。

透過  $KMnO_4$  與  $KOH$  混和溶液的作用去除雜質，可得較純氫氣。

另外也可以用其他鹽類如鎂或鐵與鹽酸反應的反應製氫



工業上要大量製作需用其他發誓來量產，天然氣水蒸氣重整與部分氧化法製氫，由於該方法須在高溫下進行，需考慮有爆炸的危險，故不適用於低溫燃料電池。其反應式如下



## 儲氫:

氫氣不像汽油或酒精燃料，在大氣狀態下可以用一般方法以液體型態儲存，氫氣是一種危險、易燃、易爆的氣體，為了確保使用中的安全，必須使用極其複雜的方式來儲存否則一個不小心就爆炸了。因此儲氫技術成為應用氫能一個關鍵問題。以下介紹五種常見的儲存方式。

### 一. 加壓氣態儲氫

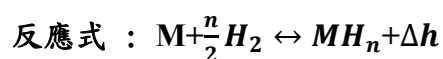
最普遍也是最直接方法為氣態壓縮高壓儲氫，透過減壓閥的調節就可將氫氣釋放出來，但缺點是需消耗別的能源形式來壓縮氣體。將氫氣加壓儲存於特製的鋁內膽和石墨纖維纏繞的容器中。

### 二. 液化儲存

液氫可作為氫的儲存狀態。液氫的溫度外界溫度存在巨大的傳熱溫差。液氫儲存最大問題是液氫無法長期保持而且還有漏熱、液氫氣化導致管內壓力增加。目前液氫損失率每天達1~2%，所以液氫不適合於間歇使用的場合。

### 三. 儲氫合金-化學儲氫

「儲氫合金」為能儲存氫的金屬和合金的統稱，具有很強的補氫能力。氫分子於一定的溫度和壓力下，可以在合金中分解成單個原子，而這些氫原子便可以擴散至合金的空隙裡形成固溶體，並與合金進行化學反應生成金屬氫化物。要儲氫時讓合金與氫產反應並放出熱量，需要氫時通過加熱或減壓使儲存的氫釋放出來。



#### 四. 儲氫合金-物理儲氫

使用物理吸附的多孔儲氫材料，使氫分子累積在材料表面上但不和材料發生反應。目前常見的吸附材料為碳纖維、活性碳和碳奈米纖維。在低溫下，氫氣能在活性碳中吸附儲存，此種方法運用於大型儲氫。

#### 五. 碳凝膠

是種類似泡沫塑料的物質。這材料的特點為具有超細孔、大表面積和一個固態的基體。通常由間苯二酚和甲醛溶液經過縮聚作用後在 1050°C 和惰性氣氛中進行超臨界分離和熱解得到的。而這材料舉有奈米晶體結構，其微孔尺寸 < 2nm。近期研究結果顯示，在 8.3MPa 的高壓下，儲氫量可達 3.7% (質量分數)。

#### 燃料電池發展

德國的科學家 Christian Friedrich Schonbein 在 1838 年發現的。(如圖)基於這個基礎上，1842 年時，威爾斯(Welsh)的科學家-威廉-羅勃·葛洛夫爵士(Sir William Robert Grove)發現將水的電解反應作逆向操作時可產生電能的現象，這是人們後來稱之為燃料電池的第一個裝置。

直到 1959 年，英國的工程師 Francis Thomas Bacon 和它的同事們才成功地展示出第一具輸出功率達 5 仟瓦的實用級燃料電池系統。

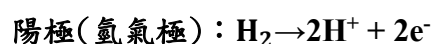
同年的 Harry Karl Ihrig 團隊也製造出以 15 仟瓦功率的燃料電池驅動的牽引車。1960 年，Pratt and Whitney 獲得 Bacon's 專利的許可，將燃料電池當作太空計畫中電力和水的來源。

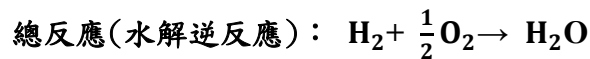
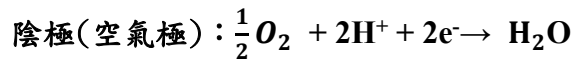
#### 反應機制：

以氫氣為燃料、氧氣為氧化劑，通過化合作用發電，此種燃料電池又叫再生性氫氧燃料電池(regenerative fuel cell, RFC)。

氫和氧化學反應生成水蒸氣，不排放碳化氫、一氧化碳和二氧化碳等污染物質，且排出物是無污染的水。氫氧燃料電池排放出非常清潔的副產品，幾乎無污染且高效率。水是唯一的產物。

反應式如下：





### 燃料電池種類：

燃料電池大可分為五類：鹼性燃料電池、質子交換膜燃料電池、磷酸型燃料電池、熔融碳酸鹽燃料電池、固態氧化物燃料電池。

一. 鹼性燃料電池(AFC)：以碳為電極，使用氫氧化鉀為電解質，操作溫度約為攝氏 100~250 度。由於以 KOH 作為電解質，若進入的氣體中含有 CO<sub>2</sub>， $KOH + CO_2 \rightarrow K_2CO_3 + H_2O$ ，K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 則會堵住碳電極上的孔，H<sub>2</sub> 或 O<sub>2</sub> 無法與電解質接觸，會嚴重影響發電效率。發展因受限於 CO<sub>2</sub>，研究減少。

二. 質子交換膜燃料電池(PEMFC)：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。水為 PEMFC 內的唯一液體，較無腐蝕性問題存在。PEMFC 必須在水的產生速率高於其蒸發速率的狀況下操作，以使 PE 膜保持充分含水狀態。

具有壽命長、運行可靠的特點。觸媒白金價格昂貴，若使用量減少，溫度上升。白金容易與 CO 反應而發生中毒現象。

三. 磷酸燃料電池(PAFC)：使用之電解質為 100% 之磷酸大約為 150~220℃ 之間，因溫度高所以廢熱可回收再利用。陽極使用 H<sub>2</sub> 或其他含有氫原子的燃料，陰極使用 O<sub>2</sub>，金屬觸媒使用鉑、金、銀等貴重金屬或鎳、鈷、錳等過渡金屬。由於壽命長、穩定性高，是第一個做為民生用途的燃料電池，能量轉換效率可達 40~50%。

四. 熔融碳酸鹽燃料電池(MCFC)：電解質為碳酸鋰或碳酸鉀等鹼性碳酸鹽。在電極方面，無論是燃料電極或空氣電極，都使用具透氣性之多孔質的鎳。廢熱可回收再使用，其發電效率高者可達 75 到 80%。MCFC 已接近商業化，是分散性電站與集中型電廠的理想選擇之一。

五. 固態氧化物行燃料電池(SOFC)：採用故戴金屬氧化物作為電解質，並以煤氣或天然氣做為燃料。電解質為氧化鋯，因含有少量的氧化鈣與氧化鈮，穩定度較高，不需要觸媒。廢熱可回收再利用，因此大都使用於中規模發電機組。

## 各國氫能及燃料電池應用：

**冰島：**西元 2003 年，最先投入加氫站的是首都雷克雅未克，以氫為燃料的燃料電池巴士開始上路運營，冰島出現了此類在全球也堪稱先進的事例。但在目前，由於燃料電池汽車的成本較高，汽車燃料的全面轉換還無法實現。要想將石油全面替換成氫氣，估計還需要一段時間。

**日本：**日本將氫能應用於家庭用燃料電池，這套系統叫做 Ene-Farms，大約跟冰箱一樣大，並透過城市瓦斯管線來運輸氫氣，主要製造商為 Panasonic、Toshiba、東京瓦斯及長府。這模式的設計是讓燃料電池、熱水機組與備用熱能可同時儲存在一般公寓大樓的管線當中。但目前成本依舊是一大挑戰，自西元 2009 年開始販售至今，民眾接受度不高，全日本安裝率只有 0.2%，原因是因為價格，一組模式要價 200 萬日元，且這個系統還要一個備用的電池儲存設備，額外要付 60 萬日元。

**台灣：**錫力科技於 10 月發表了第四代的車用氫燃料電池系統「YCS-MB209」。YCS-MB209 模組具備 15KW 輸出，可串並聯實現功率擴增，同時具備高效率電壓調整能力。該系統為全球同級產品中整合度最高的方案，完整的包含燃料電池電堆、燃料管理系統、空氣增壓系統、通訊系統、電力調控、熱流溫控、噪音管制及安全監控等八大系統於一體化機身內。實現電池堆燃料有效利用率 98% 以上，整系統電壓調變後平均效率超過 44%

**中國：**中國的北汽福田汽車股份有限公司，在里程方面，福田歐輝 8.5 米氫燃料電池客車只需加注 10 分鐘氫氣，即可有 500 公里的續航力。

## 氫能源未來的發展趨勢：

理論上會朝著氫燃料電池邁進，因為如果拿氫來燃燒的話有三大缺陷！

氫燃燒轉機械能效率只有 17%！

雖然拿相同質量的氫與汽油來燃燒，氫所得的能量會高 3~4 倍，但氫的密度小，所以單位面積能量相對汽油而言少了許多！

如前面所提到的，目前技術層面上，儲氫是一大問題，所以拿氫直接來燃燒，所需要的容器太過於龐大且危險(因為氫是易燃物)如果稍有不當，就可能再次釀成興登堡災難事件！

而如果把氫變成燃料電池的話，那麼氫能將是最有潛力的能源，氫能轉電能其

轉換率高達 87%，唯一的副產物即是水，對於環境上可以說是一點負擔都沒有，且工作溫度低，噪音低等優點，而目前已經有實體商品出現了，日本豐田已經量產全球首台氫動力車，充氫氣 3 分鐘即可跑 650 公里，歐洲國家更有巴士以氫燃料電池作為動力，德國則是預計在 2017 年底，以氫燃料電池為主的火車要正式開始營運，未來氫能源的發展，可說是有無限的潛力！

**氫能目前遇到的三大問題：**

**儲氫問題：**在前面報告中已經有許多高科技的方法及容器可以做到儲氫效果，

ex: 碳奈米纖維，儲氫合金，加壓氣態儲氫，活性碳吸附，有機化合物儲氫，玻璃微球儲氫，碳凝膠等等.....

**輸送問題：**目前主要是以貨車，卡車方式運送，但是在 1938 年，位於德國萊茵—魯爾工業區的 HULL 化工廠建立了世界上第一條輸氫管道，全長 208 公里。在美國，管道輸氫的能量損失約為 4%，低於電力輸送的電力損失（8%）。實際上，目前的天然氣管道也可用來輸送氫氣。值得注意的是，儘量使用含碳量低的材料來製造管道，並加強維護，減少因氫脆現象

**危險性：**雖然氫的危險性是有的，但只要有好的規劃，妥善的管理，相信一定能將危險性降至最低！

何謂氫燃料電池-參考資料:

氫燃料電池：[http://www.mingdao.edu.tw/physics/pdf\\_page/Lesson\\_5.pdf](http://www.mingdao.edu.tw/physics/pdf_page/Lesson_5.pdf)

燃料電池：

[https://www.google.com.tw/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwi-](https://www.google.com.tw/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwi-LWE5bnQA)

[LWE5bnQA](http://www.mingdao.edu.tw/physics/pdf_page/Lesson_5.pdf)[UJopQKHas1AusQFggZMAA&url=http%3A%2F%2Feshare.stust.edu.tw%2FeshareFile%2F2013\\_12%2F2013\\_12\\_9d19a82b.doc&usg=AFQjCNH](http://www.mingdao.edu.tw/physics/pdf_page/Lesson_5.pdf)[HZDULdzx1OdnqkEILytX1GD7BtQ&sig2=XSk6VVjdUWEsrTgVEDmGPg](http://www.mingdao.edu.tw/physics/pdf_page/Lesson_5.pdf)

儲氫-參考資料

野馬財經(圖一)：<http://www.yemafinancial.com/Index/view/id/1568.html>

專題報導-儲氫材料-蘇順發：

[http://ejournal.stpi.narl.org.tw/NSC\\_INDEX/Journal/EJ0001/10203/10203-02.pdf](http://ejournal.stpi.narl.org.tw/NSC_INDEX/Journal/EJ0001/10203/10203-02.pdf)

中國科普總覽：

[http://159.226.2.2:82/gate/big5/www.kepu.net.cn/gb/special/nano\\_tech/nano\\_star/201409/t20140911\\_7210.html](http://159.226.2.2:82/gate/big5/www.kepu.net.cn/gb/special/nano_tech/nano_star/201409/t20140911_7210.html)

燃料電池種類：

(1)

<http://www.iaa.ncku.edu.tw/~cywen/labs/sciedu/NewEnergy/fuel%20cell/type.html>

(2) <http://www.vr.ncue.edu.tw/esa/b1013/ch12.pdf>

(3) <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%B9%BC%E6%80%A7%E7%87%83%E6%96%99%E9%9B%BB%E6%B1%A0>

(4) [https://www.google.com.tw/search?q=%E9%B9%BC%E6%80%A7%E7%87%83%E6%96%99%E9%9B%BB%E6%B1%A0&espv=2&biw=1920&bih=950&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjK9v\\_czLzQAhWDJJQKHfi7CI8Q\\_AUICCgB#imgrc=I84ktG8IZyAOUM%3A](https://www.google.com.tw/search?q=%E9%B9%BC%E6%80%A7%E7%87%83%E6%96%99%E9%9B%BB%E6%B1%A0&espv=2&biw=1920&bih=950&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjK9v_czLzQAhWDJJQKHfi7CI8Q_AUICCgB#imgrc=I84ktG8IZyAOUM%3A)

(5)

<http://www.iaa.ncku.edu.tw/~cywen/labs/sciedu/NewEnergy/fuel%20cell/chart.JPG>

(6) <http://29524478.blogspot.tw/2011/01/doitpoms-tlp.html>

(7) <http://reader.roodo.com/oilinsight/archives/1881380.html>

(8) [http://www.uic.com.tw/product\\_list.php?cid=6&id=28](http://www.uic.com.tw/product_list.php?cid=6&id=28)

(9) <http://www.hightech.tw/index.php/2012-06-06-14-12-38/29-green-energy/216-fuel-cell-category>

(10) [https://www.google.com.tw/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjFk7\\_B7cHQAhVBwLwKHQm9DmIQjRwIBw&url=http%3A%2F%2Fwiki.dzsc.com%2Finfo%2F8498.html&psig=AFQj](https://www.google.com.tw/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjFk7_B7cHQAhVBwLwKHQm9DmIQjRwIBw&url=http%3A%2F%2Fwiki.dzsc.com%2Finfo%2F8498.html&psig=AFQj)

[CNFJHbGXqm5zas-9tNalCfJSldINlw&ust=1480089932273965](http://CNFJHbGXqm5zas-9tNalCfJSldINlw&ust=1480089932273965)

(11) <http://cnki55.sris.com.tw/refbook/ShowDetail.aspx?Table=CRFDOTHERINFO&ShowField=Content&TitleField=Title-ShowTitle&Field=OTHERID&Value=R20060722900A000090>

(12) [http://www.twsolarenergy.com/tc/TSE\\_newenergy-2-hdp.html](http://www.twsolarenergy.com/tc/TSE_newenergy-2-hdp.html)

(13) <http://www.crrri.com/read/1091323174/>

(14) <http://www.crrri.com/read/3981232668/>

氫能及燃料電池應用-參考資料:

英國:氫能技術:

出版廠商:五南文化事業, ISBN:957-11-4241-7

參考文獻-未來走向:

<http://udn.com/news/story/9485/1544293> 日本豐田

<http://www.ch.ntu.edu.tw/~rslu/pdf96/world/2-16.pdf> 氫能報告

<http://www.tfc.org.tw/Fc/> 台灣燃料電池資訊網

[http://159.226.2.2:82/gate/big5/www.kepu.net.cn/gb/technology/new\\_energy/web/a6\\_n29\\_nn122.html](http://159.226.2.2:82/gate/big5/www.kepu.net.cn/gb/technology/new_energy/web/a6_n29_nn122.html) 氫輸送