

氫氧燃料水火箭

張凱翔

新北市立石碇高級中學

壹、火箭的起源

火箭是 1 種利用反作用力推動物體前進的載具，歷史上對火箭最早的記載為中國宋朝時期的煙火，到明朝時開始做為軍事用途。至於現代火箭則是以燃料燃燒後產生高溫高壓氣體，經過噴嘴加速排出，達到推動火箭前進的目的。(維基百科，2016)

水能夠透過通電分解為可燃的氫氣及助燃的氧氣，將混合的氫氣及氧氣儲存在 1 塑膠套管中，並以火花點燃，氣體急速膨脹，推出管中的水，可以產生類似火箭燃料燃燒排出的效果，製作成「氫氧燃料水火箭」。

貳、製作材料：

1. 壓電素子(PE 035A 型)。
2. 9 伏特電池及電池扣。
3. 不鏽鋼棒 2 支(長 4~5 公分，寬 1~2mm)
4. 黑、紅電線各 1 捆。
5. 熱縮套管(2 mm 寬)。
6. 絕緣膠帶。
7. 發射用水槽。
8. 透明塑膠套管(長 4~8cm)。

參、製作方法：

氫氧燃料水火箭可分為點火裝置、電解裝置、水火箭及發射臺 4 個部份，以下分別說明各部份製作方法。

一、點火裝置：

點火裝置主要元件為壓電素子，壓電素子上附有壓電材料(遇到壓力變形可產生高壓電的材料)，以按壓開關產生的高壓電點火點燃燃料。製作方式如下：

1. 將壓電素子底端電線，以紅色細電線連接延長約 5 公分。
2. 壓電素子底部金屬裸露處，以黑色細電線連接至底部紅色細電線底端。
3. 紅、黑條細電線底端，裸露處間隔請勿超過 0.2 公分。
4. 壓下壓電素子按鈕，若可見裸露電線兩端間處產生火花代表功能正常。



圖 1：點火裝置外觀

二、電解裝置：

電解裝置以 2 根不鏽鋼棒及 9 伏特電池組成，可將水電解成氫氣及氧氣做為水火箭發射燃料。製作方式：

1. 電池扣底部連接 2 條約 20 公分的單芯線（紅色、黑色各 1 條）。
2. 2 條單芯線各以熱縮套管連接 1 根不鏽鋼棒當電極棒。
3. 以絕緣膠布先纏繞其中 1 根不鏽鋼棒數圈，再 2 根一起纏繞數圈，使 2 根不鏽鋼棒不會發生接觸。

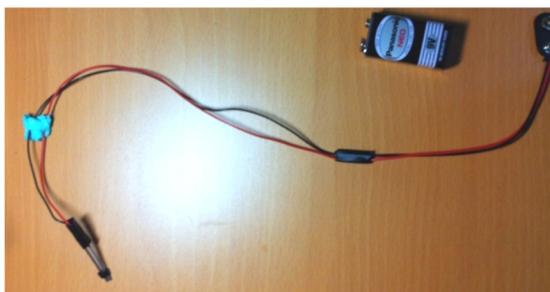


圖 2：電解裝置外觀

三、水火箭：

以 4~8 公分透明塑膠套管（約為原子筆蓋大小）當做水火箭，不需要特別做加工處理。



圖 3：當水火箭的塑膠套管(長度約 4~8 公分)

四、發射臺：

以大小適當的水槽當做發射臺，組裝時必須注意以下事項：

1. 發射前塑膠套管必需完全充滿水(不能有任何空氣)，並將電解裝置(兩電極棒)及點火裝置(電線裸露處)伸入塑膠套管中。
2. 將塑膠套管以開口朝下方式倒立(電

解裝置及點火裝置仍在塑膠套管中)，必要時可以黏土固定電線避免搖晃影響發射。

3. 將電池扣連接 9V 乾電池，此時可見塑膠套管內的水逐漸被電解為氣體(電極上有小泡泡產生)，請以排水集氣法收集電解氣體。收集氣體量以塑膠套管容量的 3 分之 1 到 2 分之 1 為原則，以免因為氫氣太多，產生火花，氣體急速膨脹時將塑膠套管炸掉。

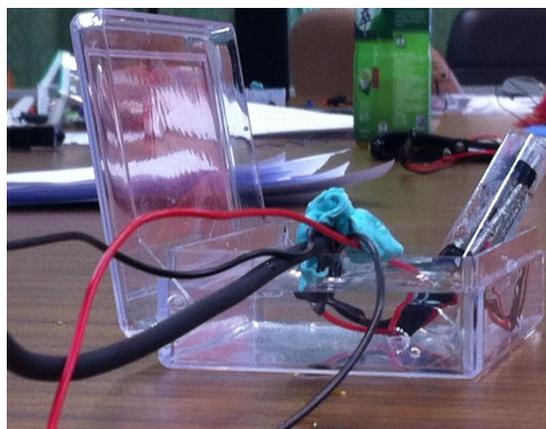


圖 4：氫氧燃料水火箭組合後外觀
(等待發射狀態)

肆、水火箭發射方式：

當累積氣體量達到塑膠套管的 2 分之 1 後，先拆除電池停止電解程序。此時按下壓電素子按鈕，產生火花點燃氫氣與氧氣，氣體瞬間快速膨脹，推出水體，產生之反作用力將火箭升空。氫氣與氧氣燃燒後、釋放能量形成水。

伍、教學應用與延伸問題：

12 年國民基本教育課程綱要（107 課綱）自然科學領域與現行課綱最大的不同，在於強調跨學科統整性及探究與實作的能

力。國中階段每學期至少安排 1 個跨學科整合主題，且探究與實作時數至少佔總教學時數 3 分之 1；普通高中階段則直接增加 4 學分「自然科學探究與實作」課程。本教案設計時掌握跨學科整合特性，整合物理(火箭發射原理)及化學(水的電解)，並嘗試與地球科學再生能源部份整合進行延伸探討，教材架構可參考圖 5。

在進行探究與實作課程時，本教案可延伸探討的問題如下：

1. 水槽的大小與深度會影響到操作方便性與水火箭發射距離，原因是什麼？塑膠套管的材質與長度也會影響到水火箭發射距離，要選擇什麼樣的材料(水槽及塑膠套管)可以讓水火箭發射的距離達到最遠？
2. 火箭體的傾斜角度與火箭升空之高度、距離有關嗎？
3. 電解水的氣體多寡與火箭升空之高度、距離有關嗎？
4. 如果水火箭無法順利發射，可能的原

因是什麼？要如何改進？

5. 如果要以太陽能電池取代傳統乾電池進行此實驗，要如何調整太陽能板的角角度，可以讓電解水的效率最好？(備註)

在教學現場實際應用時，除了針對相關科學原理及影響火箭射程之變因進行探究外，亦可以「水火箭射遠比賽」方式進行評分，增加課程進行的趣味性。

陸、誌謝：

本教案為國立臺灣師範大學中等教育階段自然領域教學研究中心「自然科學跨領域探究與實作」教師研習研發之教材，並感謝 國立臺灣師範大學傅學海教授及賈至達教授在教材編寫及試教過程提供的指導。教材研發及試教過程使用之實驗器材經費由新北市政府教育局「新北市 105 年度環境教育方案——節能減碳教學方案簡案徵選計畫」補助，並感謝評審委員在計畫審查及評選過程中提供的修正建議。

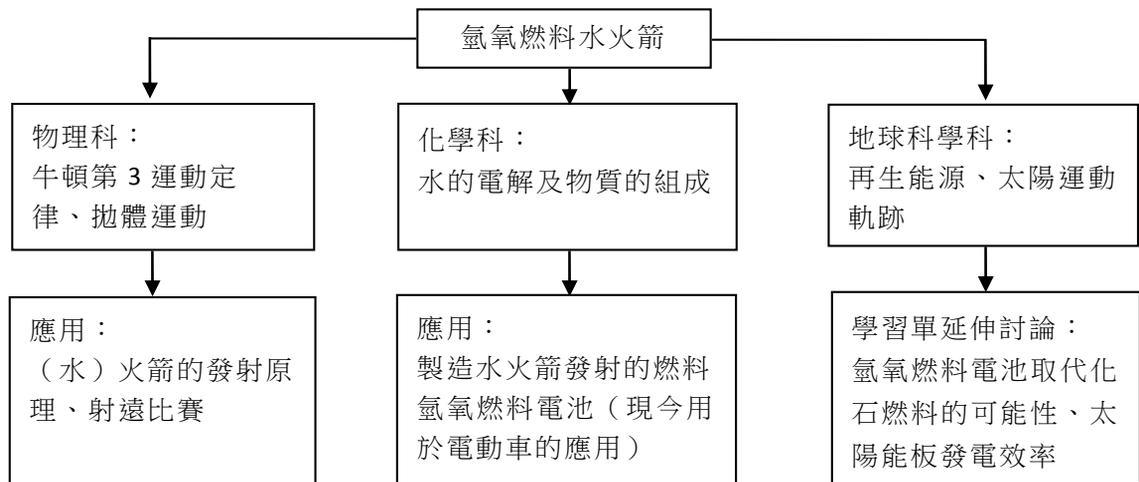


圖 5：教材架構

備註：

要探討此問題必需要將電解裝置改以太陽能板製作，做法如下：

1. 將太陽能板附的 2 條細電線（紅色、黑色各 1 條）各以熱縮套管連接 1 根不鏽鋼棒當電極。
2. 以絕緣膠布先纏繞其中 1 根不鏽鋼棒數圈，再 2 根一起纏繞數圈，使 2 根不鏽鋼棒不會發生接觸。

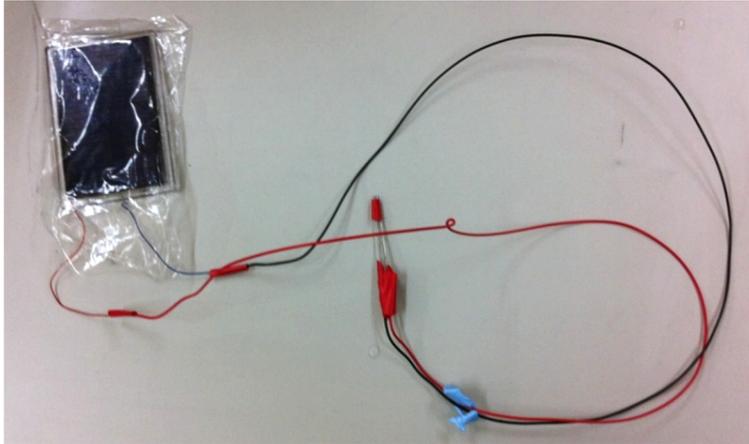


圖 6：太陽能電解裝置

參考文獻

維基百科（2016）。火箭。取自 <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%81%AB%E7%AE%AD>