

# 2025 仰望盃全國科學 HomeRun 實作賽

## 決賽構想說明書

隊伍名稱：鋁淺潛的微笑就像烏梅子醬

作品名稱：潛水伴鋁

科學概念 1：

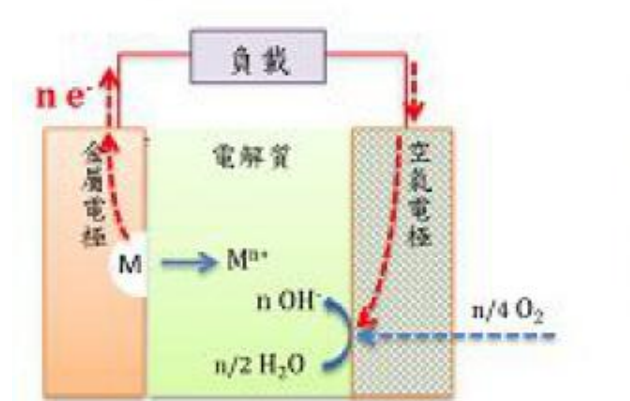
### 鋁空氣電池--氧化還原反應產生電能

氧化還原反應是一種電子轉移過程，其中氧化劑獲得電子而還原，還原劑失去電子而氧化。這種反應可用於發電，透過電子的流動驅動電流。我們的**鋁空氣電池**正是用此原理：

陽極(鋁):  $4\text{Al} + 12\text{OH}^- \rightarrow 4\text{Al}(\text{OH})_3 + 12\text{e}^-$

陰極(氧):  $3\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + 12\text{e}^- \rightarrow 12\text{OH}^-$  (利用碳片使外界的氧能進入反應中)

總反應:  $4\text{Al} + 3\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Al}(\text{OH})_3$



科學概念 2：

### 反應速率

在電化學反應中，反應速率指的是單位時間內電子轉移的速率，也就是氧化還原反應進行的快慢。而我們運用的是影響反應速率因素之一的--有效表面積，當電極的反應面積增加，與電解液接觸的活性區域變多，能同時進行電子交換反應也會增加，進而使：反應速率加快、產生的電流變大，而我們製作出一個裝置證明並做為參考依據。

## 一、發想動機：

起初，我們經常聽到節約用電的重要性。由於許多常見的發電方式不僅依賴有限的資源，還會對環境造成污染，因此我們一直對低污染、環保的發電方式深感興趣。

某天，我們接觸到「鋁空氣電池」這項技術，同時也思考到深海潛水艇的能源問題。由於陽光無法穿透深海，太陽能等綠能發電方式無法使用，而潛水艇又需要穩定的電力供應。鋁空氣電池只需鋁片與氧氣作為反應物，電解液則可直接利用環境中的海水，氧氣則可透過氣瓶補充，這樣的設計既簡單又環保，非常適合應用於深海環境中。因此，我們萌生了將鋁空氣電池應用於潛水艇的構想。

然而，我們設計並製作出一艘實體潛水艇和電池時，但在實作過程中，發現其連接不易，再加上經由複賽的回饋與討論後，我們了解到將重點放在潛水艇結構的設計與控制系統並不符合本競賽的核心方向。此競賽的重點並非開發自動控制系統或智慧生活產品，也非單純探討感測器的原理，而是著重於自然科學問題的探索，強調跨學科整合與實驗設計，藉由工程技術解決科學探究中遇到的挑戰。

因此，我們調整了研究方向，將重心轉回鋁空氣電池本身。我們設計了一套裝置，能精準控制鋁片的接觸面積，並同步量測電流，以此探究鋁片面積與發電流之間的關係，最終證實鋁片大小與電流的關係。我們將原本小型鋁空氣電池模組優化成更大面積的設計，提升其應用的實用性。

## 二、作品創意性：

1. **低污染且新穎的發電方式**：鋁空氣電池代表著一種新穎的、環保的能源發電方式
2. **原料取得容易**：鋁是地球上最豐富的金屬，且我們也可以利用生活中的廢鋁經過處理後重新利用；鋁空氣電池利用的是空氣中的氧氣，這是一種源源不絕的資源；鋁空氣電池通常需要一種電解液來促進反應，而我們理想的潛水艇正是用容易取得的海水。

3. **科學探究與工程整合**:我們設計了一套可調整鋁片面積的實驗裝置,透過步進馬達精準控制鋁片與電解液的接觸面積,並搭配即時感測電壓、電流與功率數據,深入探討鋁空氣電池中鋁面積與輸出電流之間的關係,具備強烈的科學探究精神與工程應用價值。
4. **自動化數據分析與視覺化**:裝置不僅能即時蒐集數據,還能透過無線傳輸自動繪製鋁面積與電流之間的關係圖,使研究過程更為高效與直觀,大幅減少人工記錄與分析的誤差,實現實驗數據的自動化處理與可視化展示。

### 三、硬體及電路架構圖 & 四、作品成果報告:

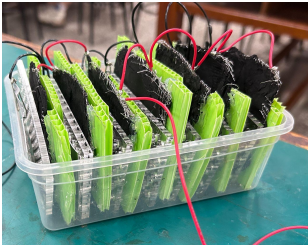
#### 1.鋁空氣電池

- 碳片材質選擇

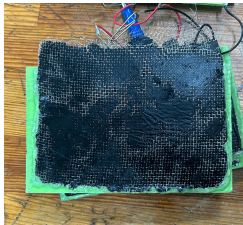
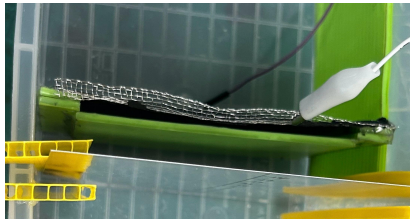
碳片的製作為活性碳粉加少許黏著劑黏合,但不影響**氣體通透性**的『微孔層』,且黏著劑的選擇上要能夠具備防水特性。為了提升鋁空氣電池的效能,我們進行了黏著劑選擇實驗,透過不同種類的黏合劑與活性碳粉的組合,測試其導電性,並最終得出**保麗龍膠+活性炭粉**的組合作為最適合的選擇。

|             |         |       |         |      |
|-------------|---------|-------|---------|------|
| 電解液:<br>食鹽水 | 保麗龍膠+碳粉 | 膠水+碳粉 | 木工膠+碳粉  | 碳棒   |
| 電壓(v)       | 0.8     | 0.7   | 0.5~0.6 | 0.35 |
| 電流<br>(mA)  | 10      | 0.02  | 0.01    | 8.11 |

- 原始版本

|                                                                                   |                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
|  | <b>電壓:1.13V</b><br><b>電流:52.7mA</b><br>(並聯7小片)<br><br>電壓電流皆較小 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|

## ● 電池構造

| 陽極--鋁片                                                                             | 陰極--碳片                                                                             | 中間空氣層(使空氣能夠進入反應)                                                                                     | 壓克力隔層(放在中間避免短路)                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | <br>(註:但碳片仍會使水進入) |  |

## 2.鋁片面積與電流關係的自動化裝置

### (1)實驗目的:

本實驗旨在透過自動化裝置，精準控制鋁片與電解液的接觸面積，探討鋁片面積與電流大小之間的關係，為日後鋁片優化設計提供依據。

### (2)實驗裝置與電路系統:

本實驗使用 **ESP32** 為主控核心，結合**步進馬達**與 **A4988 驅動模組**，實現鋁片的上下精準升降控制。

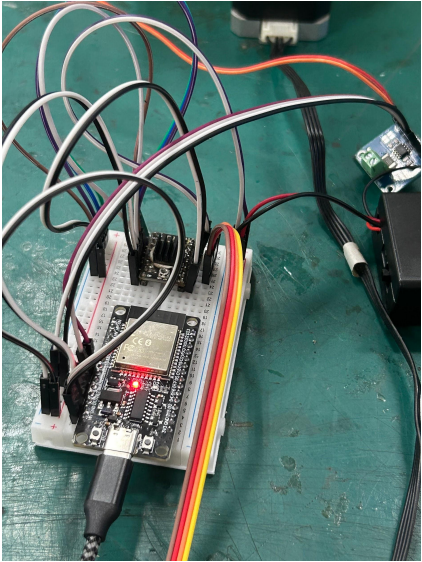
透過 **Wi-Fi AP** 模式連接手機或電腦，開啟控制網頁，即可進行：

a. 鋁片升降控制

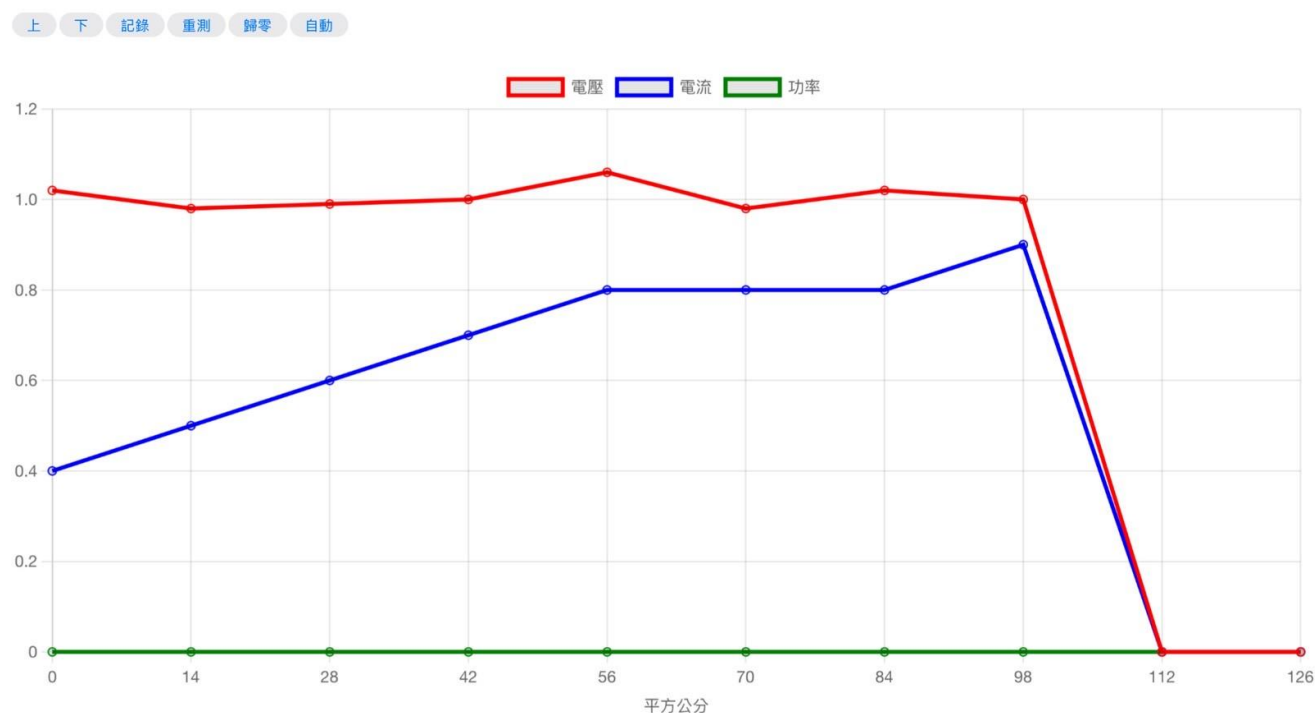
b. 即時讀取：電壓、電流、電功率（裝置整合 INA219 感測模組以擷取電壓與電流數據，並即時回傳至使用者介面，方便監控與儲存。）

c. 資料儲存：最終匯出成電流與面積關係表

裝置影片：[https://youtu.be/doCpn\\_UJ0pY?si=1vWISKynVxGXbys](https://youtu.be/doCpn_UJ0pY?si=1vWISKynVxGXbys)

|                                                                                    |                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |
| <b>電路</b>                                                                          | <b>硬體裝置</b>                                                                         |

### (3)實驗數據 手機控制畫面的數據：



(電池的電流不穩定，並非每次都能的到完美的數據，此為經多次測量後的最佳數據)

### (4)結果

透過自動化測量裝置進行實驗後，我們觀察到**鋁片的有效反應面積與電流大小之間呈現正相關**。

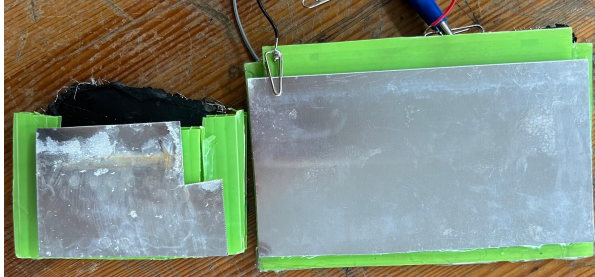
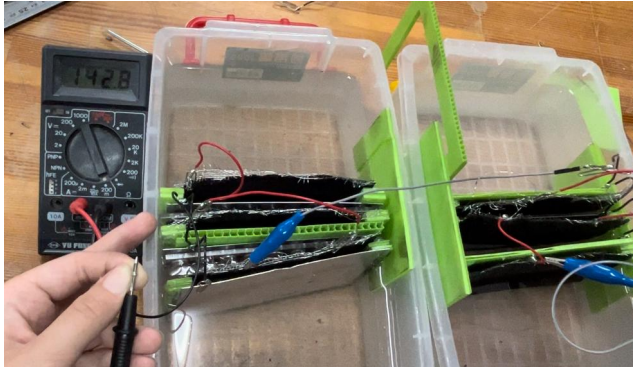
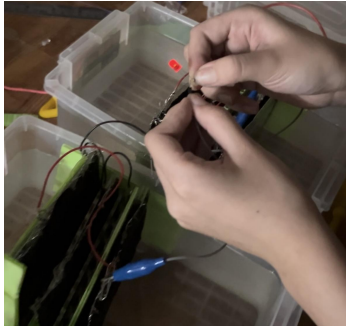
雖然測得的電流仍有些微波動，但整體趨勢明確，成功驗證了電極反應速率與表面積成正比的科學理論。

### (5)應用

在得出鋁片表面積與電流呈正相關的結論後，我們進一步優化了電池的設計，增加鋁片的反應面積，以提升輸出電流與整體效能。

### 3.優化電池

根據實驗結果，我們決定做出**表面積較大**的鋁空氣電池

|           |                                                                                                                      |                                                                                                                                                                             |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 比較        | 與原始鋁空氣電池的大小比較                                                                                                        |                                                                                           |
| 修改後的鋁空氣電池 | <p><b>電壓:1.8V</b><br/><b>電流:</b><br/><b>130mA~180mA</b><br/><b>(串聯2組並聯3片的電池 一共6片)</b></p> <p>電壓電流增加，且此組合足以點亮LED燈</p> | <br> |

### 五、結論：

1. 藉由黏著劑選擇實驗，選出較適合且易取得的黏著劑，最終成功製作出鋁空氣電池，並成功產生電壓電流
2. 透過自動化測量裝置，驗證了鋁片表面積越大，電流越大的正相關關係。

3. 根據測得數據，我們進一步優化電池設計，將鋁片面積放大，提升輸出電流，得到了較高效能的電池。
4. 在參與複賽的過程中，根據評審回饋，我們學習如何調整方向更符合比賽趨勢。
5. 這次的實驗設計讓我們更理解與工程結合的方便與重要性。
6. 我們所做出的鋁空氣電池，雖然經多次的修改，電流還是有些微的不穩定，期望未來能夠使其穩定供電、提高效能，善用這個低汙染、原料取的容易的發電方式。

## 六、參考文獻：

鋁空氣電池

<https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=ENxA4bZg2fY>

<https://masters.tw/22721/%E6%B7%BA%E8%AB%87%E9%8B%81%E9%9B%BB%E6%B1%A0>

[https://youtu.be/He4O8VfSFqU?si=VXShMMbRK52\\_Jo1H](https://youtu.be/He4O8VfSFqU?si=VXShMMbRK52_Jo1H)

<https://youtu.be/vxVcLtAsSdU?si=tPzR826bIBXTayq3>

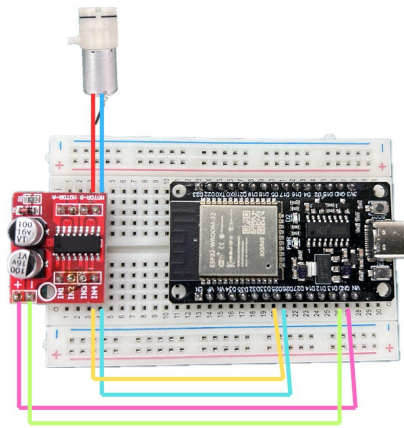
碳片

<https://ir.lib.nycu.edu.tw/bitstream/11536/50924/6/852206.pdf>

**附.潛水艇** (因鋁空氣電池的電流不穩定無法驅動，但仍有完成潛水艇的裝置)

|                  |                                                                                     |                                                                                                                                                 |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>外觀</b></p> |  | <p><b>下方:</b>為水艙，內部放的重物是為了讓潛艇下潛過程保持平衡</p> <p><b>上方:</b>為抽氣馬達和電路模組</p> <p><b>側邊的導管:</b>讓艙內氣體排出水艙，使內部壓力變小，同時，外部的水也進入艙內，增加了潛艇的重量，進而克服浮力，使潛艇下沉。</p> |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 馬達 電路 架構



我們使用 ESP32 作為主控制板，透過 Wi-Fi 遠端操控。ESP32 負責控制 L298N 馬達驅動模組，進而控制抽氣馬達的開與關。