

2022 年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

海洋科學組 成果報告表單

題目名稱：用「愛」發電 – 鹽差能應用

一、摘要：

本研究探討潮汐產生的鹽度差是否能進行發電。探討目前世界上鹽差發電的差異，並以反向電滲析（RED）為例，進行模擬發電實驗，運用不同鹽度搭配 RO 水進行模擬發電，發現越大的鹽度差會產生越大的功率。並分析愛河河段鹽差發電的經濟效益。

二、探究題目與動機

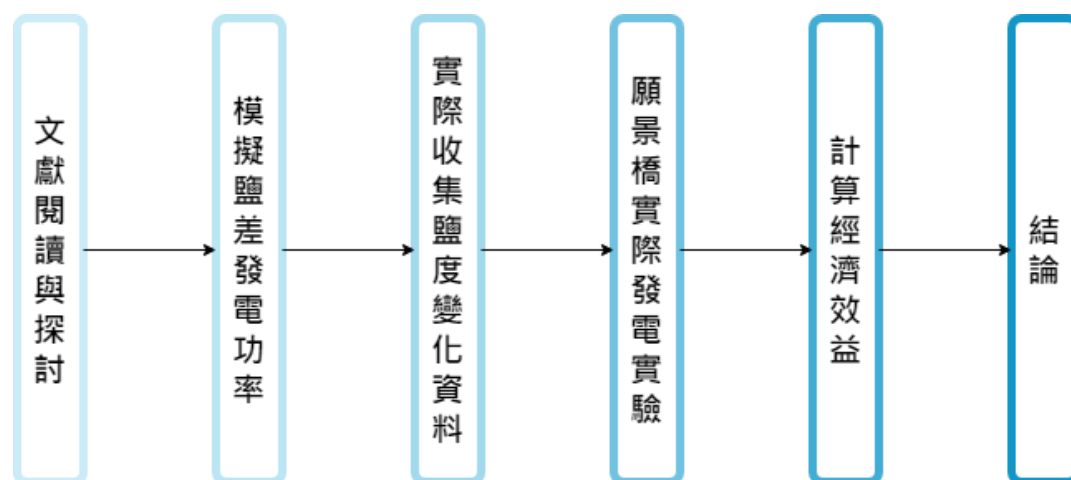
2022 台灣燈會在高雄，參加了這次燈會後發現炫麗奪目的燈光秀，背後隱藏的是龐大的電力消耗，這些電要從何處來，在進行創新美學的同時，我們的用電是否符合永續環保、行為態度是否也符合美學？因此愛河灣有什麼永續發電的方法，是我們想要探討的議題。

三、探究目的與假設

- (一) 鹽差發電之原理
- (二) 模擬鹽差發電
- (三) 愛河發電的經濟效益

四、探究方法與驗證步驟

(一) 實驗流程圖



(二) 鹽差發電的原理

1、反向電滲析 (RED)

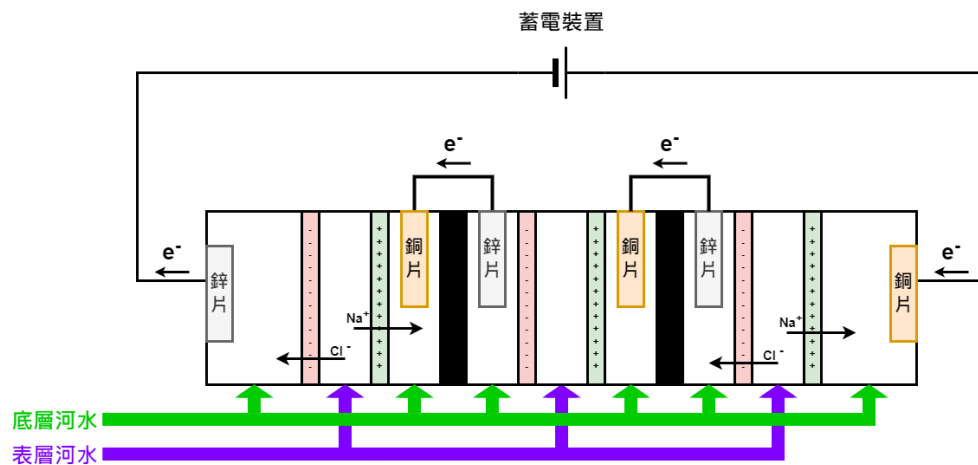
反向電滲析 (RED)，是利用陽、陰離子交換膜交替排列於鹽水腔室與淡水腔室之間 (圖一)。當離子進行移動時，陽離子向負極遷移，只能通過陽離子交換膜 (圖二)；陰離子向正極遷移，只能通過陰離子交換膜 (圖三)。而離子之動能藉由正負極產生電能。

2、滲透壓發電

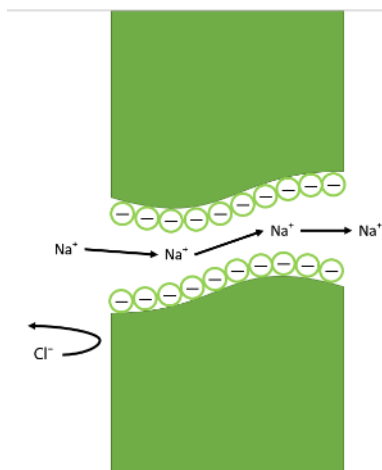
鹽度不一的兩個水溶液，以讓水分子通過的半透膜來分隔，水分子就會由低鹽度往高鹽度溶液移動，使得兩者濃度變得接近。而當滲透作用達到平衡時，兩邊的水面高低不一，這之間的壓力差，就稱為「滲透壓」，可運用水的位能差進行發電。

3、太陽能鹽水池發電

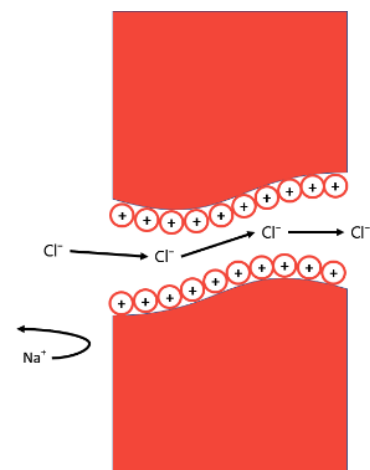
吸收陽光到達鹽水池塘底部的熱量。以影響淡水和鹽水之間的密度差異和對流，其中日曬造成的「熱對流現象」阻止熱上升，而達到吸熱和儲熱的效果，運用熱能發電，為太陽能鹽水池發電。



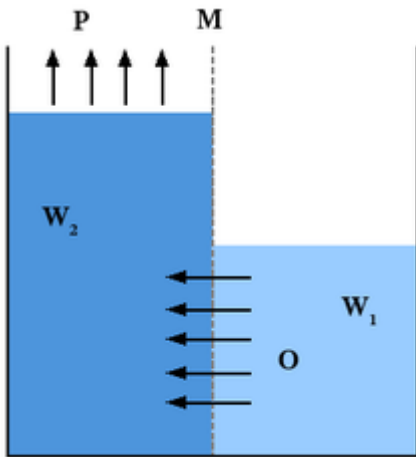
圖一：發電裝置示意圖



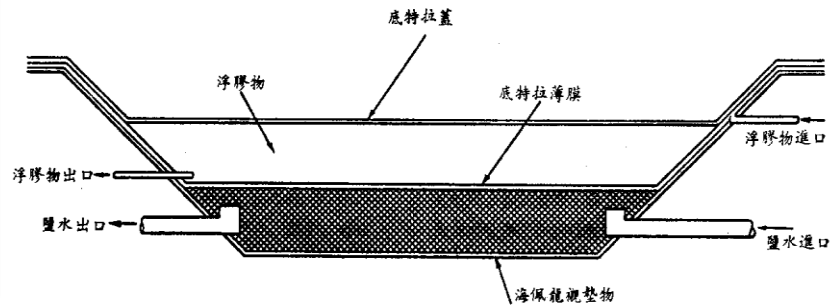
圖二：陽離子交換膜



圖三：陰離子交換膜



圖四：滲透壓發電示意圖



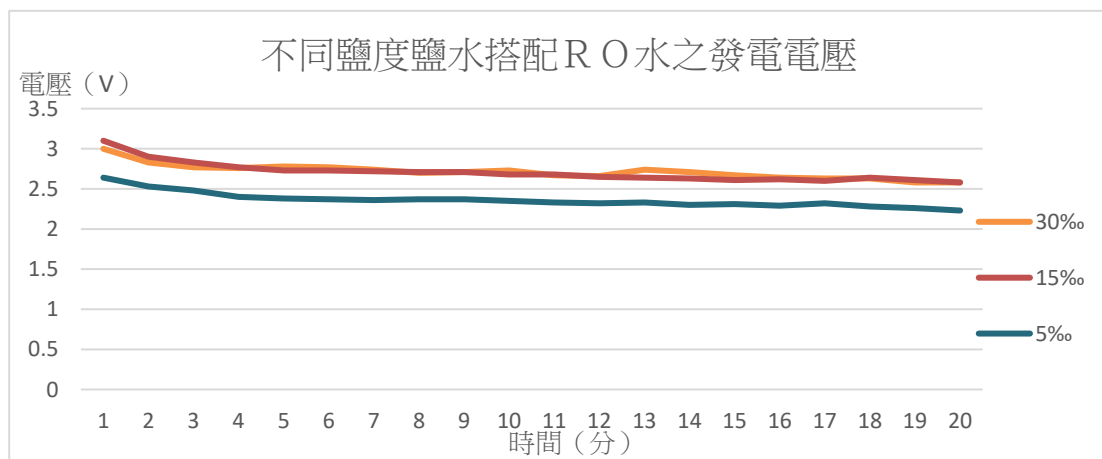
圖五：太陽能鹽水池發電示意圖

(三) 材料與方法

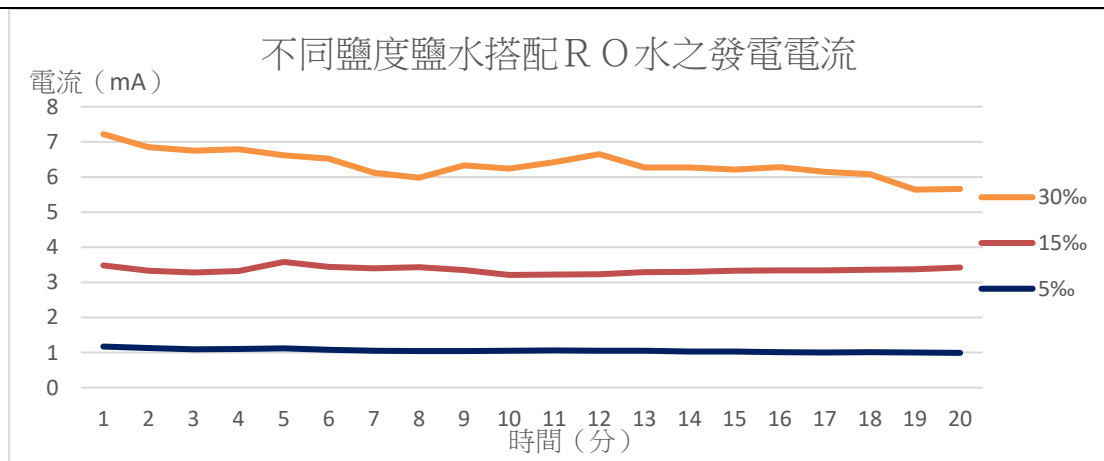
1 材料 (圖六)	2 自製儀器組裝與測試 (圖七)	3 實際實驗 (圖八)

(四) 實驗結果

1、不同鹽度鹽水搭配 RO 水之實驗比較

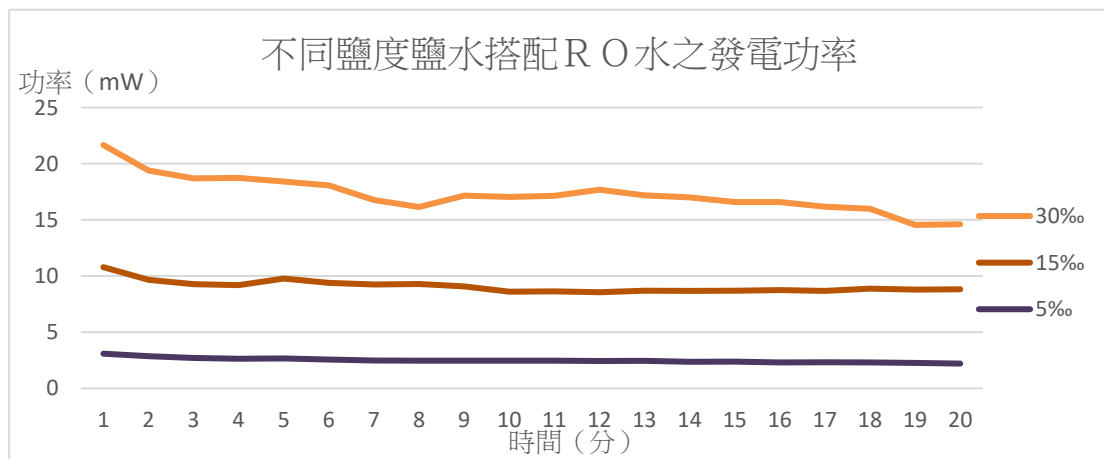


◆圖九：不同鹽度鹽水搭配 RO 水之發電電壓



◆圖十：不同鹽度鹽水搭配R O水之發電電流

在圖九我們能看到，三種不同的組合所產生的電壓大致都相同。在圖十中，鹽度差 30‰的組合所產生的電流為最高，再來鹽度差 15‰的組合所產生的電流為第二高，產生的功率最低的則是鹽度差 15‰



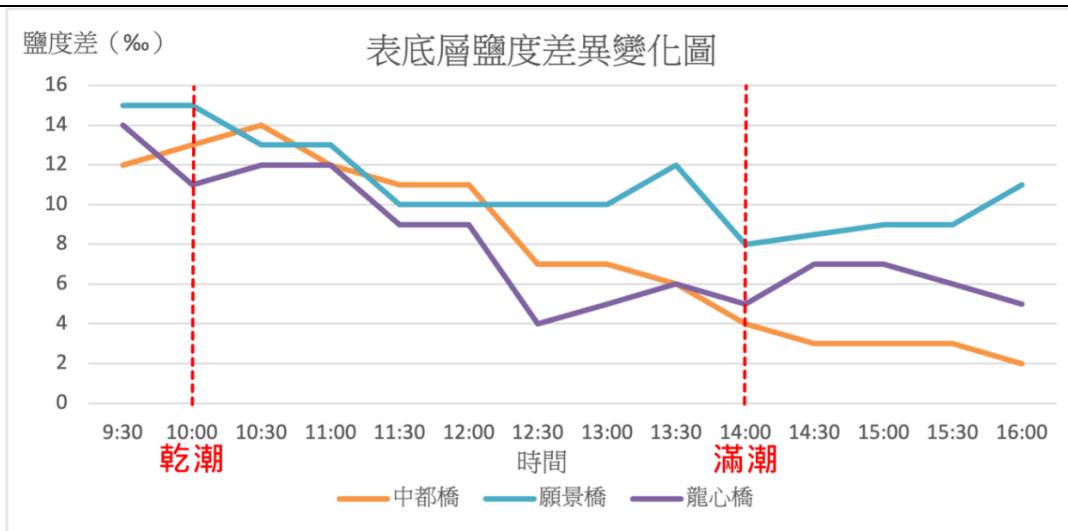
◆圖十一：不同鹽度鹽水搭配R O水之發電功率

根據圖十一，發電的功率最高的為鹽度 30‰($\approx 17.28\text{mW}$)最低的為鹽度 5‰($\approx 2.49\text{mW}$)。對鹽度在 30‰內之實驗來說，可得知鹽度差與發電的功率具有高度的正相關，鹽度差越大則產生的功率越大。

2、中都、願景、龍心橋鹽度差異變化 (2022/03/05)



◆圖十二：愛河地圖



◆圖十三：上下層鹽度差異變化圖 (2022/03/05)

由圖十二、圖十三可知，退潮時 (10 : 00) 三座橋的鹽度差其實差異不大，但是到滿潮時 (14 : 30)，龍心橋由於距出海口較遠，鹽水容易被沖淡，而中都橋則距出海口近，上層易受海水影響造成鹽差下降。願景橋因河水受潮汐影響，上下層密度有所差異，導致上下分層明顯。因為三座橋鹽度差的變化量差異並不大，因此我們選定了正中間的願景橋來當作我們實測的地點。

3、願景橋河水發電實驗

◆表一：實際上下層河水之發電實驗平均數據 (願景橋)

上下層之鹽度	鹽度差	平均電壓	平均電流	平均功率
30‰~17‰	13‰	2 V	8.43mA	16.88mW
25‰~16‰	9‰	2.03 V	6.2 mA	12.6 mW

根據表一，上下層河水之發電平均數據遵守鹽度差與平均功率呈正相關。而鹽度差與平均功率較無高度正相關，推測因水的狀態不同，如水中離子數、pH 值、溫度或內含物不同(林婉榆、謝緯霓，2019)。

4、經濟效益之推算

在實驗結果 2 中我們能推估出不同鹽度差所產生的功率，並推算出各座橋所能產生的平均功率。在中都橋至龍心橋的河段則可以採用我們所研究的鹽度差發電，而在出海口至中都橋上下層的鹽差過小，我們可以另外採取滲透壓發電的方式。

在中都橋至龍心橋的河段，假設我們利用河岸兩側寬 1.5 公尺和深度 1 公尺的體積來做發電。中都橋至出海口的河段，假設每平方公尺所產生的功率為 0.65kW，且利用河岸兩側寬 1.5 公尺的面積。經過推算之後，我們可以得到整體的經濟效益。

$$\text{總功率} \approx 8,300 \text{ (kW)}$$

假設在功率不衰減且能完全將電能完全存下來的情況下，一日內總共就能產生大約 8,300 度的電。以每度電 5 元的費率去計算，一年的產值大約是 15,000,000 元。

五、結論與生活應用

(一) 結論

- 1、願景橋之河水為鹽楔型河川，受到潮汐影響較小具有穩定的鹽度差，免去上下游取水問題。且發電過程不產生熱、原地排放，較無生態破壞的問題，所以適合做上下層河水之鹽度差發電。
- 2、假設在功率不衰減且能完全將電能完全存下來的情況下，愛河一日內總共就能產生大約 8,300 度的電。以每度電 5 元的費率去計算，一年的產值大約是 15,000,000 元。

(二) 生活應用

此次研究證實鹽差能發電具有一定經濟效益的。今年高雄舉辦的台灣燈會之精彩是千萬人有目共睹的，然而在這些五光十色的燈光秀及花燈背後隱藏的卻是十分龐大的能源消耗，若是能夠積極發展鹽差能發電來提供燈會所消耗的電力資源，有朝一日再次舉辦燈會活動並且完全使用我們所研究的鹽差能發電這種永續能源時，不僅僅可以用來點亮這些美麗的燈光也可以更加保護地球環境。

參考資料

- 一、林婉榆、謝緯霓 (2019)。以「鹽」之名，行「發電」之實。2019 全國科學探究競賽。
- 二、林羽皓、湯士平、林呈璋 (2020)。「潮汐發電，潮不潮」。2020 全國科學探究競賽。
- 三、交通部中央氣象局。
<https://www.cwb.gov.tw/V8/C/M/tide.html>
- 四、高雄市政府環境保護局。
<https://lab.ksepb.kcg.gov.tw/kaqm/tw/WaterData.aspx?qitem=01>
- 五、來自淡水與海水交界處的電力，鹽差能電池有望讓污水處理廠自供電
<https://technews.tw/2019/07/31/mixing-entropy-battery/>