

## 海水暨奈米流體電性能之研究

王榮昌<sup>1</sup>、姜玟州<sup>2</sup>、李彥瑾<sup>3</sup>、廖莉婷<sup>4</sup>

Jung-Chang Wang<sup>1</sup>, Wen-Chou Chiang<sup>2</sup>, Yen-Chin Li<sup>3</sup>, Li-Ting Liao<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 國立臺灣海洋大學輪機工程學系  
<sup>1</sup> Department of Marine Engineering,  
National Taiwan Ocean University (NTOU)  
E-mail: E-mail: jcwang@mail.ntou.edu.tw

<sup>2</sup> 國立臺灣海洋大學輪機工程學系  
<sup>2</sup> Department of Marine Engineering,  
National Taiwan Ocean University (NTOU)  
E-mail: 10066018@ntou.edu.tw  
NSC: 101-2221-E019-042

### 摘要

本研究主要在探討四種固定容積的電解液(自來水、礦泉水、海水、奈米流體)中,不同溫度、電極面積及距離的實驗變因對於電流輸出的影響,最後將奈米顆粒加入,比較其特性。實驗結果顯示,溫度的上升影響電流的幅度非常大,除此之外還有考慮到在加熱過程中,流體內部的熱對流影響的關係。經由實驗數據的分析比較,在約 27°C~90°C 中,海水的發電量遠大於奈米流體、自來水及礦泉水,約可達到 4.2mA。奈米流體又比自來水及礦泉水好,約為 1.1mA 而以整體的電流輸出穩定度來看,奈米流體卻是最穩定的。往後的研究將以海水結合奈米顆粒,達到互補的作用,對於未來是很有發展性的。

**關鍵字詞:** 電化學(Electrochemistry)、海水電池(Seawater Battery)、奈米流體(Nanofluids)

### Abstract

This study aimed to explore the four fixed volume of the electrolyte (tap water, mineral water, sea water, nanofluids) experimental variables, different temperature, the distance and the electrode area due to the impact of the current output, and finally nanoparticles Joincompare it's characteristics. The experimental results show that the rise in temperature affect the magnitude of the current is very large, considering in addition to the heating process, the fluid inside the heat convection affect the relationship. Via the analysis of experimental data, about 27 °C ~ 90 °C, the generating capacity of the sea water is much larger than the nanofluids, tap water and mineral water, about up to 4.2mA. The nanofluids off than tap water and mineral water, about 1.08mA. The view to the stability of the overall current output nanofluids is the most stable. Back to seawater combined with nanoparticles, will be able to achieve a complementary role, I believe is useful for the future development.

**Keywords:** Electrochemistry、Seawater Battery、Nanofluids

### 1. 前言

大約在 1791 年的時候,義大利的伽伐尼(Luigi Galvanic)在解剖的時候發現,當金屬刀片接觸到青蛙肌肉的時候,會產生收縮現象。因此認為這種情況下,動物的組織會產生電流,然而金屬只是傳遞的導體而已。在普遍上的認知,這

就是電化學的起源。自從 1833 年法拉第(Faraday)發表了兩條基本的電解定律,能夠計算出電能與化學能之間轉換的關係,此後有 Nernst-Einstein 的擴散導電度、Bronsted-Lowry 酸鹼概念、Nernst 電極電位活性方程式,這都是許多科學家投入電化學領域中的努力,為往後的發展奠定了良好的

基礎。

伏打(Alessandro Volta)在 1799 年時，進一步的實驗，確定了電流的產生是因為兩種不同的金屬而產生的，青蛙則可以被潮濕的物質所代替，是利用含鹽水的濕布夾著銀和鋅的圓形板中間然後慢慢的堆成圓柱，再用導線連接上下的銀片及鋅片，使它產生電流，稱做為”伏特堆”這是現今電池的起源，伏打電池，也是第一個能夠提供穩定電流的電源；此後電池不斷的改良，從只能使用一次的一次電池到能夠充電在使用的二次電池一直到現今的水電池、燃料電池及太陽能電池甚至海水電池[1-3]。

現今因能源及環保問題，使得水電池的蓬勃發展，水電池具有無污染又環保的特性，雖然水電池所產生的電力很小，在日本已經能夠應用在手錶、3 號電池上，台灣本身就只能應用在特殊規格的鬧鐘、計算機，在未來期望可以替代現今的小發電電池及汽機車電池等。

LED 的能源轉換效率並不是很好，所產生多餘的熱十分龐大。在熱能不斷的累積時，溫度會持續的上升，就會影響到 LED 的性能以及使用的壽命。因此，本研究利用熱電半導體的材料性能，預期回收 LED 的廢熱能，並搭配奈米流體再電化學反應下的效果，探討在溫度的影響下所產生的能量多寡。

本研究主要分成二個部份，第一部份探討水電池、海水電池，第二部分會先將氧化鋁的奈米顆粒製備成奈米流體，然後在電化學反應，探討不同參數下所產生的電流、熱性能等的變化，未來會在具有熱電性質的奈米顆粒製備成奈米流體，且該奈米顆粒是屬於低溫下適用之奈米粒[4]，然後探討在電化學反應中的化學能轉成電能及其熱性能，在比較優劣。

經由本熱流照明實驗室先前在發電晶片結合均溫板微發電的成功研究結果顯示，發電量尚未達到我們的期望值，要怎麼改善它的發電量是重要的問題，因此我們想到可以試著將奈米流體當作工作流體，據我們了解，確定氧化鋁之奈米

流體能夠增加熱傳機制，但是現今奈米流體沒有公式可以準確的預測奈米流體的機械熱傳效應，本研究希望透過電化學、微乳化搭配熱電奈米流體這些不同的組合，能夠有效的提高發電量、熱傳率…等，這就是本研究所想要達成的目標[5-8]。

## 2.實驗方法及原理

本研究利用微乳化超音波研製、田口法優化實驗次數。

### 2-1.1 奈米流體性能

本研究調配的奈米流體是利用超音波微乳化技術所製備而成。利用分光光度計測出透光性，進而繪出檢量線，再計算該流體的沉澱率、懸浮性，公式如下：

$$S = \frac{\phi_i - \phi_c}{\phi_i} \times 100\% \quad (1)$$

S：沉澱率、 $\phi_i$ ：沉澱前奈米顆粒濃度、 $\phi_c$ ：沉澱後奈米顆粒。

乳化使用 HLB 為 12，此值為最佳懸浮穩定性，再利用超音波波碎機將奈米顆粒更加的均勻分散於溶液中，本研究使用的奈米顆粒為三氧化二鋁，乳化劑為 Span#20、Span#80、Tween#20、Tween#80 所調配而成，公式如下：

$$= \frac{\times W_A + (HLB_B) \times W_B}{W_A + W_B} \quad (2)$$

A、B：兩種界面活性劑

W：界面活性劑重量

### 2-1.2 電性能

本研究主要利用電化學反應建立一組微發電的系統。本實驗所使用的燒杯直徑 100mm 高 145mm，最大容量 1000ml，並利用加工而成的電木固定住電極，距離分別有 8.7mm、17.4、47.05mm、89.05mm 等多種組合。電解液總共有四種，分別為海水、自來水、礦泉水、氧化鋁之奈米流體，電極則使用銅及鋁作為正負極。

應用之電化學反應相關理論，阿瑞尼亞斯電離說(Arrhenius theory of ionization)可了解(a)電解質在溶液內生成離子，離子帶有電荷，其帶陽電者稱為陽離子，帶陰電者稱為陰離子。(b)強電解質在極稀薄溶液中，常能完全解離為離子而弱

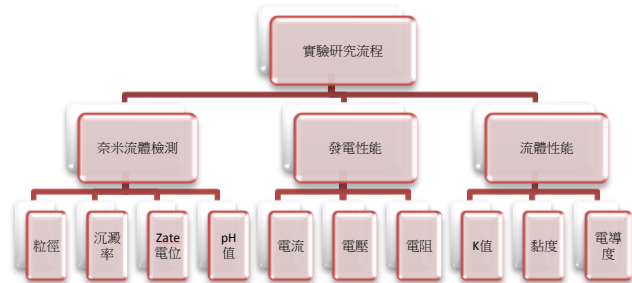
電解質則不能完全解離。(c)隨著解離度的不同，溶液的導電性也不同，從而引起溶液沸點，凝固點等物理性質的變化。故正負離子在電解液中可以自由移動，當有電流產生時，正離子會往負離子方向移動，反之則亦然，就會在電極發生化學反應，此稱為電解反應[9]。

## 2-2 實驗流程及儀器設置

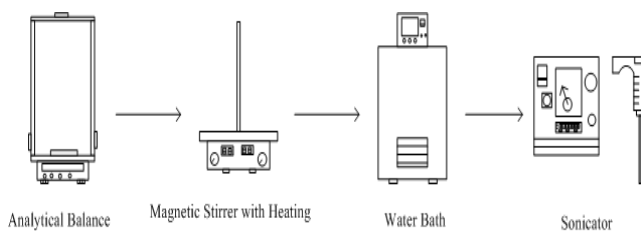
圖一為本研究的實驗流程圖及量測值，主要分為三大項，奈米性能、發電性能、流體基本性能。

本研究所使用的氧化鋁奈米粉末為永朕材料股份有限公司所出產，奈米氧化鋁電阻率高、粒徑小、比表面積大、活性高，粒徑 10~15(nm)，比表面積 $\geq 100(m^2/g)$ ，真實密度 0.075(g/ml)(比重)，熱傳導係數 37~39(w/mk)。奈米流體儀器設置圖如圖二。

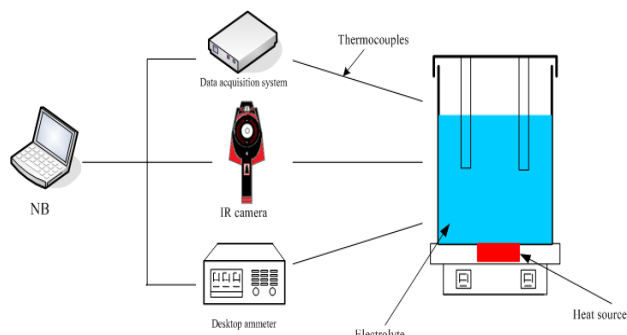
電池性能反應所使用的電極面積有兩種分別為 10mm $\times$ 1.5mm $\times$ 150 及 15mm $\times$ 1.5mm $\times$ 150，兩電極間距離 8.7mm 及 4.7mm，本研究主要是利用電化學反應原理，其產生電流，藉由在兩種面積、兩種距離、四種電解液下的相關反應結果，並搭配桌上型數位電表量測紀錄各種電流數據，利用數據紀錄器連接液體熱電偶，紀錄所有電解液裡的溫度變化。儀器設置圖如圖三。



圖一、實驗流程圖



圖二、奈米流體儀器設置圖



圖三、電性能檢測儀器設置圖

## 實驗步驟：

### 第一部份：

1. 檢查儀器設備是否有問題。
2. 選用何種電解液，皆為 800ml。
3. 選擇要使用的電極大小。
4. 決定電極間的距離。
5. 選擇燒杯大小，本文接使用最大容量 1000ml 之燒杯。
6. 將燒杯放置於加熱器上面。
7. 將調整好之電極及電解液放置於燒杯中。
8. 啟動數據紀錄器及固定熱電偶至量測位置。
9. 將桌上型之數位電表連接電極，並啟動紀錄。
10. 固定時間內加熱至要求溫度。
11. 最後即整理軟體內部資料。

### 第二部份則將奈米流體加入

1. 先將氧化鋁之奈米顆粒，利用乳化及超音波波碎，調配成奈米流體。
2. 重覆第一部份 3~11 步驟。

## 3. 結果與討論

圖四所示，所使用的電解液為自來水，在固定時間內從 27 $^{\circ}$ C 加溫至 90 $^{\circ}$ C 比較不同距離之電流量，water1 兩電極間距離為 47mm，water2 兩電極間距離為 8.7mm，從圖中可以發現從一開始未加溫時距離對電流的影響不大，直到 20 分鐘後，加熱溫度約為 60 $^{\circ}$ C 時，water2 才稍微的大於 water1。

圖五所使用的電解液為自來水，在固定時間內從 27 $^{\circ}$ C 加溫至 90 $^{\circ}$ C 比較不同面積之電流量，water1 面積為 15mm $\times$ 1.5mm $\times$ 150，water2 面積為 10mm $\times$ 1.5mm $\times$ 150，經過比較確實面積明顯的影響到電流大小，但是在升溫過程中波動很大，這

還需要再深入的探討確認原因。

圖六中是本研究所使用的四種電解液，在固定時間內從 27°C 加溫至 90°C 比較不同電解液之電流量，電極間距離皆為 47mm，電極面積皆為 10mm×1.5mm×150，從圖上經過比較，海水的電流最高達到 4.2mA，最低的則是礦泉水 0.45mA，奈米流體最高則達到 1.08mA，自來水最高有 0.7mA。雖然海水的電流量最高但是其穩定性最不佳，反觀奈米流體，電流量第二高但是其穩定性卻是最佳的，依穩定性排列順序奈米流體>礦泉水>自來水>海水；電流量排列海水>奈米流體>自來水>礦泉水。

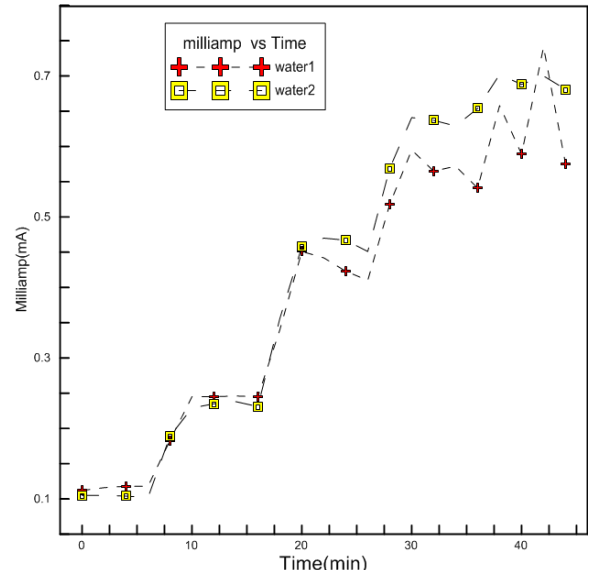
這四種電解液再升溫的過程中，數據都會有明顯的波動，除了本身的雜質之外，升溫中所產生的溫差對流，也有可能是影響的其中關鍵之一。由圖四至圖六可以明顯發現電流波動非常大，尤其是海水，原因是除了本身存在許多離子與雜質外，在加熱的過程中因熱對流產生溫差使得反應波動起伏；但是奈米流體及礦泉水波動較小，這是因為本身離子或雜質少，故波動的大小跟電解液的含有物質相關。

圖七為不同濃度的氧化鋁奈米流體在天數影響下的吸光值，經由此值便可計算出每一種濃度的沉澱率為何。經過 7 天的靜置量測，1%~4% 流體表現出的穩定性甚佳，但是在第一天卻都有不穩定的狀況發生，初步判斷流體製配完成時，還在不穩定狀態下就量測吸光值，所以影響到第一天二天數值的波動。

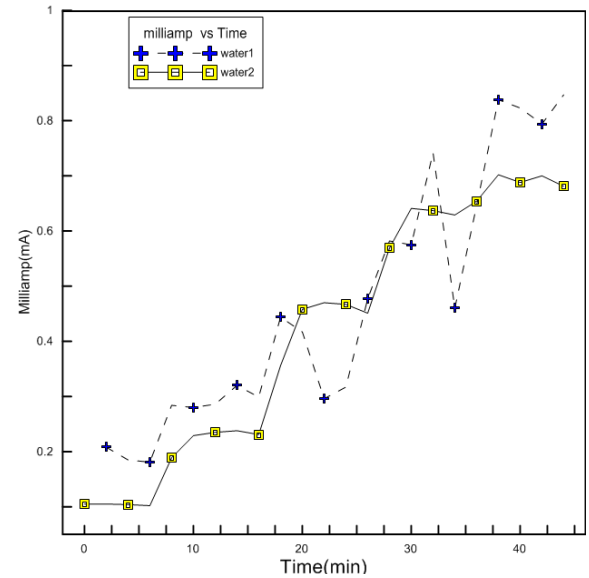
圖八為 0-8% 乳化濃度 pH 的值變化，可以得知氧化鋁的 pH 值偏近 5，然而加入乳化後 pH 則越偏中性，因使用的乳化劑 pH 值為 6。

表一為面積 15mm×1.5mm×150，距離 47mm，下三種電解液，再固定溫度下比較，在表中海水最高的電流量可以達到 5mA，比小面積下還高 1mA。因固定溫度下，水保持恆溫無熱對流，表中就未出現波動的情況。

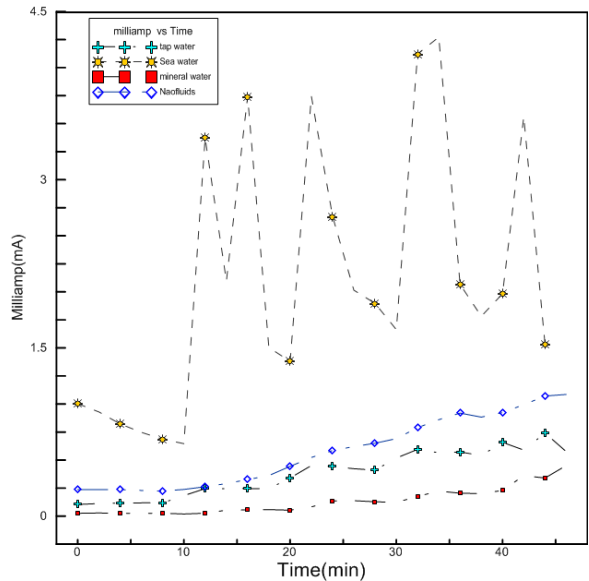
表二為 0%~4% 濃度的奈米流體再 25°C 熱傳導率的比較，該流體內含有 5% 的乳化劑。結果顯示無奈米顆粒和有顆粒的 k 值差不多，從此可以看出，奈米顆粒在流體中被乳化層包覆，導致在 25°C 下沒有明顯增加熱傳；有可能在流體升溫過程中，升溫破壞了乳化包覆層，可能會增加熱傳機制。



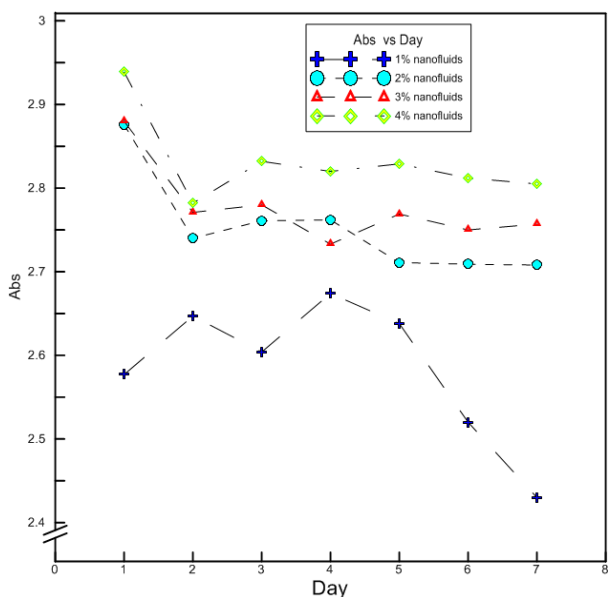
圖四、不同距離比較圖



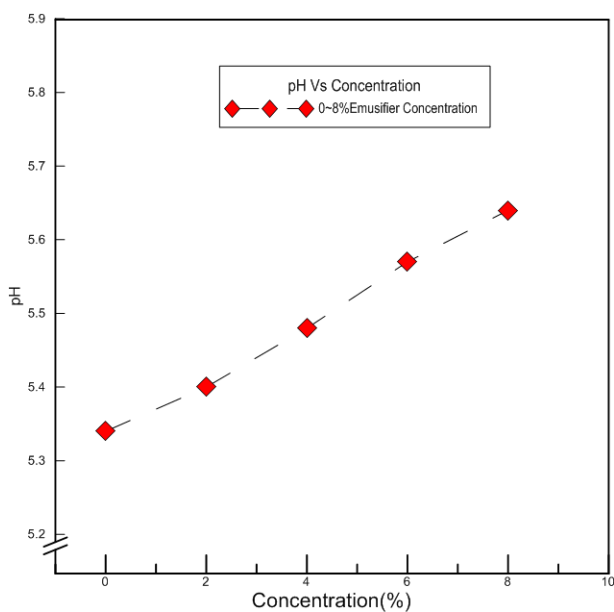
圖五、不同面積比較圖



圖六、四種電解液比較圖



圖七、不同比例下的吸光值



圖八、0-8%濃度乳化液 pH 變化

溫度	海水	自來水	礦泉水
27°C	1.692	0.156	0.015
40°C	1.199	0.268	0.021
50°C	2.796	0.507	0.034
60°C	2.33	0.53	0.04
70°C	3.329	0.847	0.066
80°C	3.39	0.995	0.115
90°C	5.349	1.093	0.295

表一 大面積電解液比較表

顆粒濃度	K(w/m°C)
0%	0.59
1%	0.58
2%	0.61
3%	0.6
4%	0.6

表二 不同比例奈米流體 K 值

#### 4. 結論

本研究利用電化學反應，在不同電解液、溫度、面積中，探討能量的產生，並利用乳化調配奈米流體來提高它的電流效應。

- 1.當面積為 A2，距離 2~3 時，海水當電解液中所產生的電流是最高的，能達到 0.3mA，但是相對的穩定性就較差。
- 2.利用去離子水調配而成的奈米流體，具有極為穩定的電流產生，所達到的電量有 1mA。
- 3.溫度主要是影響電流大小的最大因素，其中在溫度變化時所產稱的溫差，使得電解液內有對流產生，也加速了反應效率並提高電流之大小。
- 4.本研究尚未看見近距離所產生的微電流影響到電流大小，可能是兩電極間的距離不夠近，因此可以在將距離拉至 5mm~1mm 左右來觀察影響是否增大。
- 5.乳化包覆層影響了奈米顆粒的熱傳特性，下一步將可以在升溫中量測該流體的乳化層被破壞後，是否有增加熱傳。

#### 5. 誌謝

本研究為國家科學委員會單位編號 NSC 101-2221-E019-042 之計畫，由於國家科學委員會的支持，使本計畫得以順利進行，特此致上感謝之意。

#### 6. 參考文獻

- 1.PRINCIPLES AND APPLICATIONS OF ELECTROCHEMISTRY, D.R.Crow
- 2.Novel Green Illumination Energy for LED with Ocean Battery Materials by Jung-Chang Wang, International Journal of Materials and Product Technology.
- 3.LED with Ocean Battery by Jung-Chang Wang, Advanced Materials Research Vols. 378-379 (2012) pp 646-649.
- 4.Al2O3 奈米流體應用於 LED 均溫板之熱傳分析, 陳登傑
- 5.A Review on the mechanism of Heat Transport in Naofluids-M.CHANDRASEKAR and S.URESH

6. 電化學實驗, 田中正三郎
7. 高功率 LED 均溫基板結合發電晶片模組之性能分析, 黃駿凌
8. SEAWATER BATTERY EXPERIMENTS, J.P.WAGNER
9. 新型生醫應用之微T形開關細胞分類裝置, 何政達
10. 電化學原理與方法, 胡啟章編著, p49-53