

2022 年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

國中組 成果報告表單

題目名稱： Free or Green energy

一、摘要：

本研究參考 Youtube 網站上許多永動機的製作影片，從中挑選適合我們製作的模型，重製、運轉並且測量實際運轉的能力，並且測量發電輸出，用來評估永動機能夠永續運轉的可能性。根據我們的實驗結果，我們認為永動機運轉時摩擦力是重要影響因素，透過磁力排斥也無法持續推動永動機運轉，在沒有能量投入的情況能夠源源不絕產生電能也不合理。所以嘗試改善發電機的線圈纏繞、線圈和磁場間的交互作用，以及尋找低污染的能源來推動發電機，才是真正務實的作法。而許多炫目的永動機影片，我們應該從基本知識去判斷他們運轉的真偽。

二、探究題目與動機

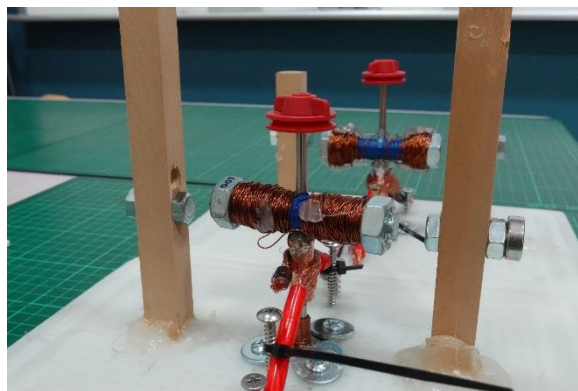
我們在尋找探索專題的主題時，同學的哥哥提到以前找專題研究題目時，發現 Youtube 上有非常多 Free energy 的製作影片，內容都在凸顯可以永續運轉產生電能的永動機，一旦啟動便不需再使用外力推動它，可以源源不絕供電。

因為最近台灣發生多次電力供應的問題，所以我們對於這樣的 Free energy 的概念有極高的興趣，從中挑選了一個符合我們製作能力的模型，探討其作為永動機產生「免費」電能的可能性。

發電廠所使用的發電機的發電原理是運用法拉第發現的感應電流現象，也就是當磁鐵靠近或遠離線圈時，線圈內磁場會發生變化，這時線圈會有電流產生，這種因磁場發生變化而產生電流的現象，稱為電磁感應，因電磁感應而產生的電流，稱為感應電流。

首先，我們重製該發電機模型如右圖一：

轉子是固定在培林上，線圈纏繞在大型螺絲，纏繞前螺絲先用電工膠布纏繞。左右線圈是同一條漆包線，單邊繞線圈數是 110 圈。纏繞線圈的螺絲兩端用來吸附薄的強力磁鐵。轉子的兩側固定兩支螺絲，螺絲外側吸附磁鐵，用來提供線圈所需的磁場。轉子中軸下方貼上銅箔兩片，恰好在中軸的對向互不接觸，並將線圈兩端的導線分別焊在銅箔上，銅箔兩邊固定兩條 2mm 多芯線電刷用來導出電流，在我們的實驗中，電刷會連接到數位三用電表的正、負探針上，進行量測。



圖一：重製之免費能源發電機

原影片的示範以手動轉動轉子中軸，電刷與 LED 燈泡形成通路，運轉當下即可點亮燈泡。而我們的主要目的就是驗證這個免費能源發電機的可行性。

三、探究目的與假設

開始著手這個探究主題時，我們瀏覽了很多其他同樣宣稱免費能源發電機的製作影片，也參考了各影片下的回饋留言，發現各影片有少數留言反駁其所製作的發電機模型可以永續發電的可能性。而我們將這個主題與老師討論後同樣也提出一些質疑，其中之一是摩擦力的影響，包括培林本身的滾珠、空氣阻力，以及電刷與轉子中軸間明顯的摩擦問題。另外，能否利用線圈螺絲上的磁鐵與轉子外在磁極相斥時，能不斷地推動轉子轉動而形成永動，這也是我們認為需要驗證的。

至於原發電機的製作上，我們觀察不同影片的製作模型，對於線圈的纏繞方式，轉子轉動的速度，以及線圈所在的磁場強度等因素，認為有需要做深入瞭解。

綜合以上，我們把探索的目的重點條列如下：

- (一) 重製模型可以持續轉動的時間長短。
- (二) 轉子的螺絲上的磁鐵是否對於發電有幫助。
- (三) 轉子轉速與發電的關係。
- (四) 外在磁場強度與發電的關係。

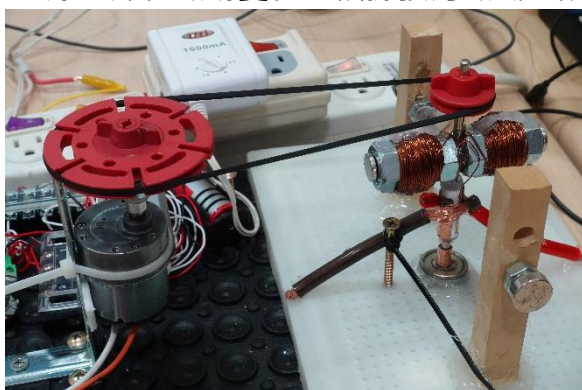
四、探究方法與驗證步驟

(一) 實驗裝置與測量

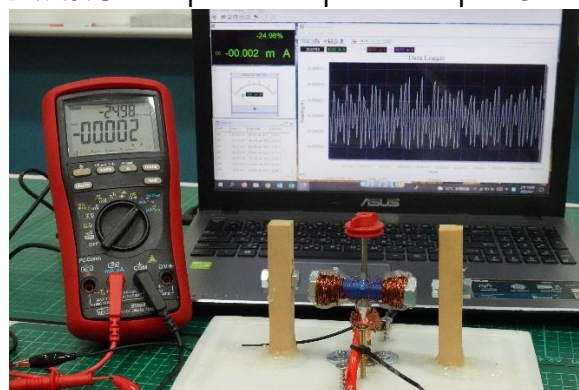
1. 發電機轉速：本實驗的轉速設定為 78rpm、140rpm、234rpm、312rpm 等四種。

所有實驗中，除了測量發電機一次啟動可以運轉時間的紀錄觀察外，其餘的實驗都需要發電機有穩定的轉動速度，我們透過減速馬達與皮帶連結發電機，然後以可設定電壓的變壓器來調節發電機的轉速。

2. 線圈外在磁場變化：依據強力磁鐵，設定磁場有 3420 μ T、4940 μ T、5230 μ T 等。



圖二：發電機與減速馬達連動



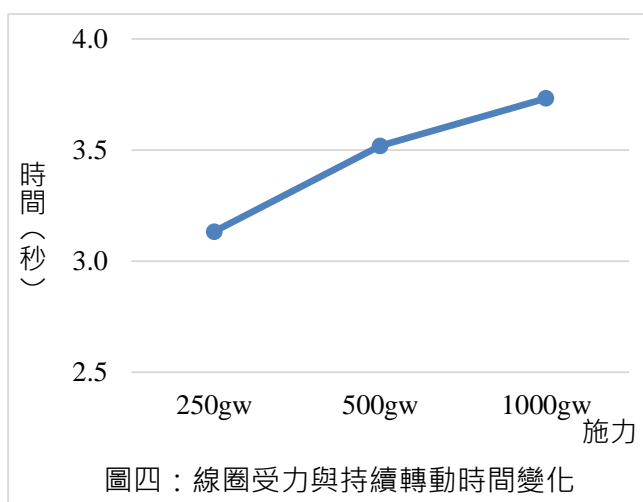
圖三：發電機電刷連接數位三用電表進行量測

(二) 重製「免費能源發電機」的持續運轉時間

由於許多影片啟動發電機方式都是採手動方式，為了轉動時間能夠有比較的基础，我們使用不同規格的彈簧秤來帶動轉子轉動，本實驗中使用的彈簧秤最大秤量值為 250gw、500gw 和 1000gw，以彈簧秤的最大測量值作為帶動轉子轉動的作用力條件。

實驗結果如圖四，隨著作用力越大，轉動持續時間也越長，其中 1000gw 作用力平均轉動時間為 3.7 秒。

從這個部分的結果和我們原本的推測應該一致，培林雖然可以透過滾珠來減少摩擦力，但轉動時間還是受到限制，當轉子安插在培林上的時候，還有額外的重量負擔，持續轉動的時間應該會受到影響。另外，電刷的部分應該是一個和轉子明顯有摩擦的位置，所以如果以參考影片的設計方式，摩擦力應該是影響轉動時間最大的因素。

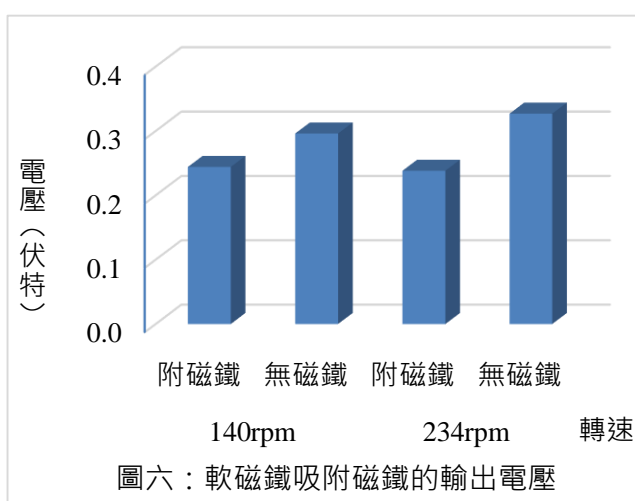
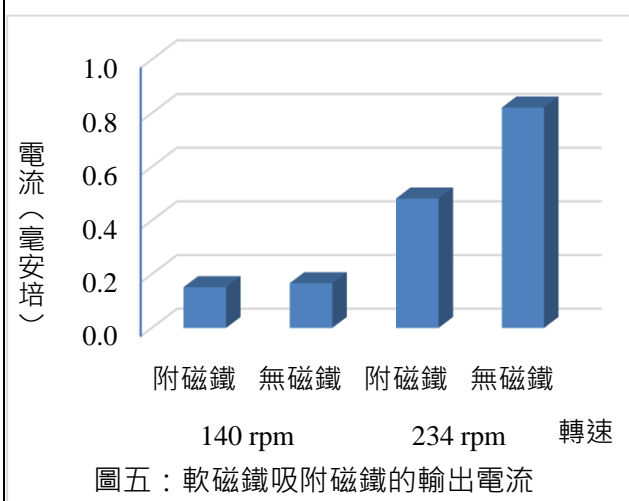


(三) 線圈螺絲上吸附磁鐵與否對於發電輸出的影響

線圈能夠產生感應電流是因為線圈內磁場強度發生變化，通常為了讓磁場變化比較明顯，線圈內部會裝置軟磁鐵，以本實驗的仿製模型來說就是用來纏繞線圈的螺絲。我們參考的模型在軟磁鐵的兩端吸附磁鐵，讓外在磁場與軟磁鐵的磁場產生排斥，進而持續推動轉子轉動。但是，如果軟磁鐵已經吸附磁鐵了，外在磁場對於線圈還能產生多少影響。

所以我們比較了軟磁鐵是否吸附磁鐵，觀察發電機可以產生的發電效果，結果如圖五、圖六。採用 140rpm 與 234rpm 兩種轉速條件比較軟磁鐵上有無吸附磁鐵的效果，結果可以看出軟磁鐵上無磁鐵時輸出的電流或電壓比有磁鐵時佳。

我們認為會有這樣的結果，軟磁鐵上吸附的磁鐵可能會影響線圈的磁場變化幅度，使得感應電流或電壓的變化降低。所以，原作者運用磁力排斥用來推動轉子可以轉動時間更久或提高發電能力的呈現，依據我們的實驗結果應該是否定的。



(四) 線圈纏繞方式對發電輸出的影響

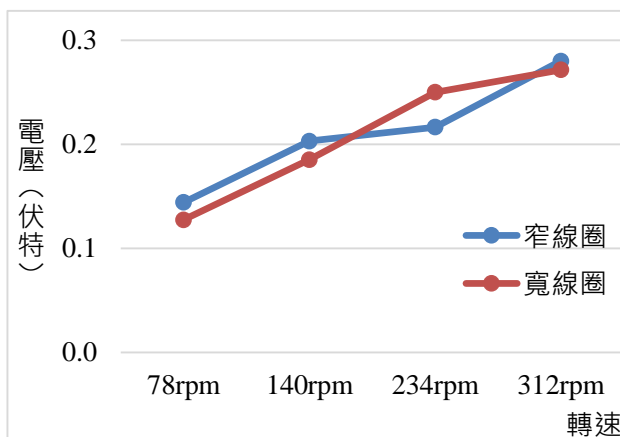
我們透過重製模型運轉時發現，漆包線纏繞在螺絲上時，內、外側線圈離外在磁場距離落差很大，這部分的構造特性是否會影響發電輸出？我們認為應該加以釐清。我們使用 110 圈、200 圈、300 圈等線圈數，比較平均纏繞在螺絲或集中在靠外側 1/2 區域，在不同轉速下的發電輸出，結果如圖七、圖八、圖九。

不論線圈數的多少，當轉速越快時發電電壓越高。

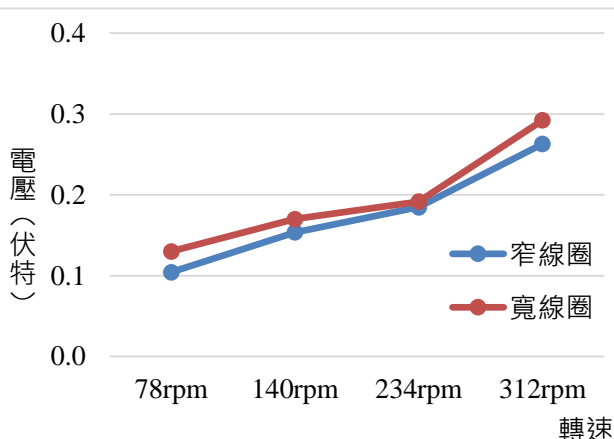
線圈數從 200 圈增加至 300 圈時，電壓輸出明顯增加。

110 圈與 200 圈的線圈，纏繞寬或窄之間發電電壓的差異並沒有很明顯，但是 300 圈時，窄線圈發電電壓明顯比寬線圈好。

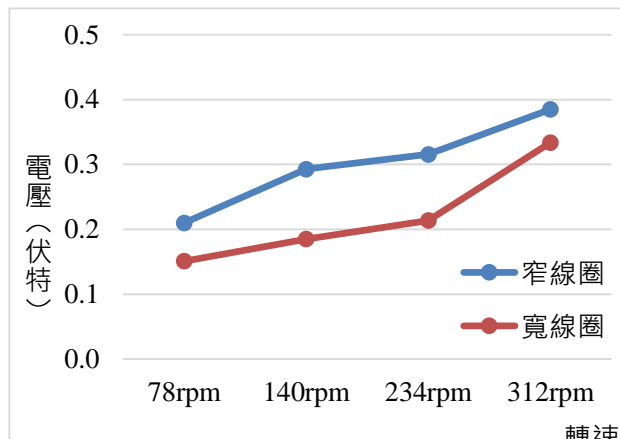
所以線圈纏繞方式會在線圈數夠多時，才會在運轉輸出上出現優劣差別。



圖七：110線圈與輸出電壓變化



圖八：200線圈與輸出電壓變化

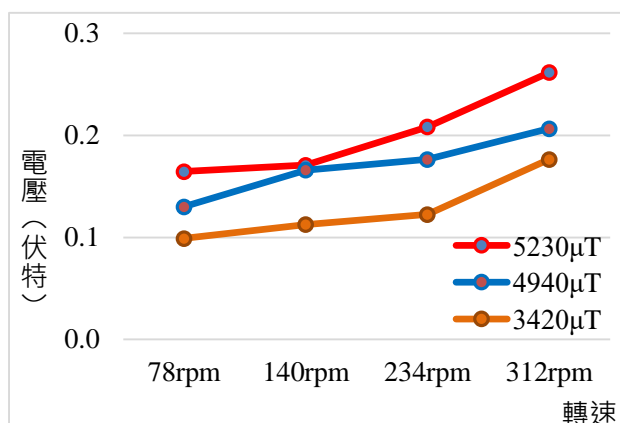


圖九：300線圈與輸出電壓變化

(五) 外在磁場大小對發電輸出的影響

為了瞭解外在磁場大小對於發電效果的影響，我們使用 200 窄線圈，在三種磁場強度下，觀察不同轉速條件的發電狀態，結果如圖十。

當外在磁場強度越高，發電機的輸出電壓也越高，不同磁場強度之間的差異很明顯。相同磁場強度下，轉速越高輸出電壓也越高，這部分與前面的相關實驗趨勢是相同的。



圖十：磁場大小與輸出電壓變化

五、結論與生活應用

綜合以上的實驗結果，我們有以下的結論與期望。

- (一) 在摩擦力影響很明顯的情況下，我們參考的發電機模型應該不可能永續運轉。
- (二) 要利用線圈的軟磁鐵吸附永久磁鐵，來和外部磁場產生互斥，進一步推動發電機轉子持續轉動是不可行的，而且會影響發電輸出效果。
- (三) 良好的發電機需要有數量多且緊密纏繞的線圈、較強的外部磁場，以及較高的轉速，才能有比較好的發電輸出。
- (四) 要讓發電機持續產生電能是需要給予能量的，火力、水力、風力等推動發電機運轉都是目前常見的能量來源，為了環境的品質，越低污染的能量投資是值得努力的方向，例如風力發電。
- (五) 網路上多如繁星的永動機影片或許很吸引人，但這些牽涉到我們平常學習的基礎知識的部分，還是應該要理性地運用我們所學來判斷內容的真偽。

參考資料

1. Bolt Using Free Energy Generator. <https://www.youtube.com/watch?v=ClheX4OgAol>
2. 國中自然第六冊 第 2 章 生活中的電與磁，南一出版社。