

# 2024 年【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：小白的期末作業—自製造波器的開發**

### 一、摘要

本研究以開發自製造波器為主，核心概念為達到廢物利用及降低器材成本之功效，製作過程中參考了國立海洋科技博物館主題館—「海洋環境廳」及國立科學工藝博物館常設展—「動力機械」的海流型態與機械構造原理，希望能搭配實驗水槽進行如海岸線消退、河口沉積等實地模擬。一開始我們以智高積木製作，利用拍打的方式產生波浪，但測試出來的流量及波速始終達不到模擬槽所需之數據，因此後來改為以水管的方式製作，歷經多代改良，最後以寶特瓶作為主要結構，既沒了積木造波器的缺點，也改善了水管的劣處。

### 二、探究題目與動機

台灣西部海岸多沉積地形，海流與河口交互作用為主要營力，在地理課和地球科學課中都有談及地貌的改變相關課程，但除了觀看影像紀錄外，若能進行實地模擬或許更能促進學生的理解。水工實驗槽的心臟為可製造波的儀器，不過因為經費不足的關係，無法直接購買現成的造波器，因此我們想以現有的材料，例如積木、水管、寶特瓶等等製作，這樣不僅能夠減少成本，還能落實自造精神。

### 三、探究目的與假設

海流方向受風力、地球自轉、溫度和鹽度等諸多因素影響，本研究試圖建造能觀測海岸線消長的水工實驗槽，因此自製造波器應具備下列功能：1. 水流流量穩定；2. 具機動性，能依不同季節轉換流向。

在蒐集文獻時，常看到前人研究中造波的方法是以一塊板子去推動，或是以鐵絲上下移動使水面產生出波，所以我們便想仿效此作法，再以馬達運轉的方式，讓板子或鐵絲能不靠人力，靠機械動力來運作。

### 四、探究方法與驗證步驟

為了能做出符合水工實驗槽需求，且能夠控制流量大小的造波器，我們做了非常多的嘗試以及改變，以下針對造波器開發過程進行描述。

### (一) 第一代造波器

第一代造波器是以單支施力桿連接壓板再加上齒輪組，馬達使齒輪組旋轉後再帶動施力桿使其讓壓板拍打水面達到造波的效果。

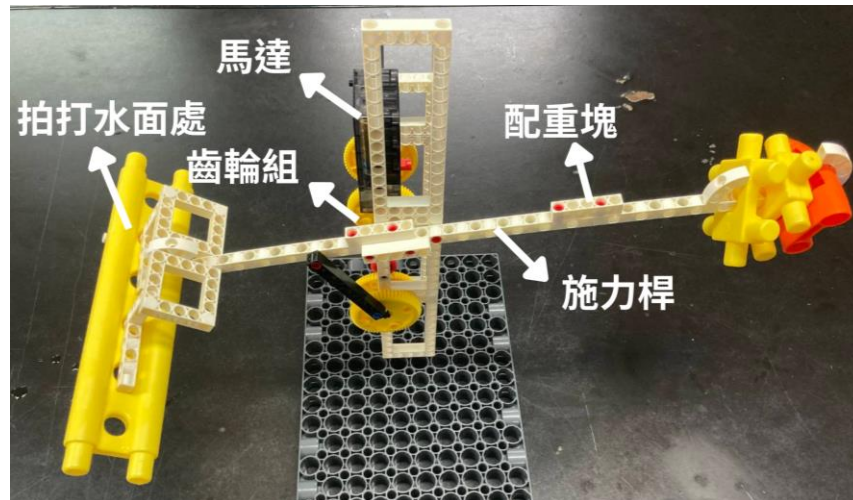


圖 1 第一代造波器細部說明圖

由於第一代造波器應力點不良，受力容易遭水抵銷，無法製造夠大的波，在小組成員的討論下，決定改良造波器。

### (二) 第二代造波器

第二代造波器是改良了上一版之後，將一組力臂改為兩組，且將原本積木部分拍打水面的地方改為用鐵絲，齒輪帶動力臂上下移動，使鐵絲也跟著上下移動來製造出波。

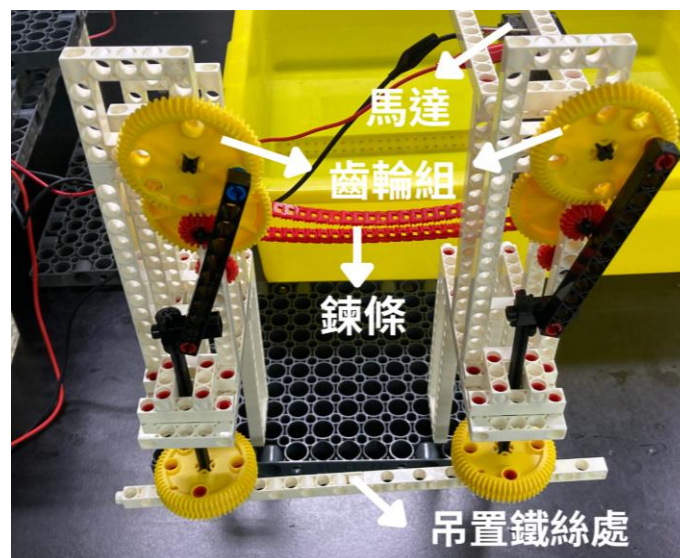


圖 2 第二代造波器細部說明圖

第二代造波器完成後，先後進行了微調，例如將鐵絲改成積木但仍無法製造出足夠的波，往往波僅可對約二十公分延伸範圍造成效果，以小段吸管或保麗龍碎屑偵測流向與流速，並無法將其以波帶動至岸邊，甚至會因為反彈波的影響而進行反方向的位移，可見造出之波極其微弱，無法發揮理想效果。

### (三) 第三代造波器

前面嘗試了很多次以積木製作的造波器，但依舊無法使波達到我們想要的效果，因此我們最後放棄了使用積木，改為以水管型式的造波器，在水管上等距離戳洞，從水管的一側接到外部水管注水進去，當水充滿水管後便會從孔洞中流出，帶動水流產生波的效果，雖然波的問題解決了，但依舊還有不足之處。

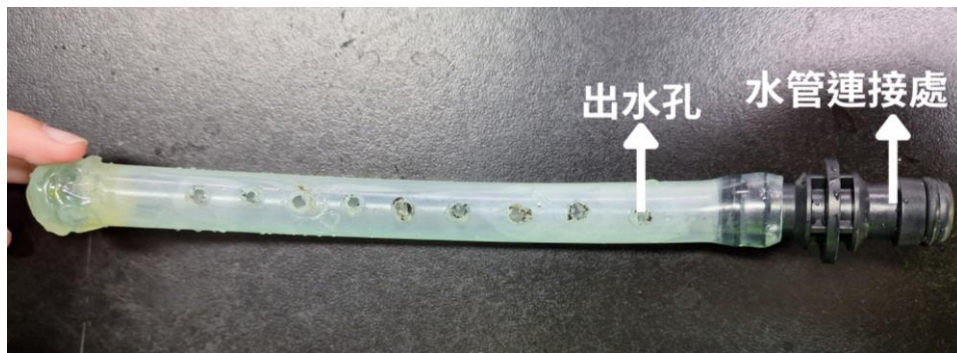


圖 3 第三代造波器細部說明圖

### (四) 第四代造波器

第四代造波器是改良了第二代的，加大作動範圍，並將鐵絲改為壓克力板，用上下移動的方式以製造出波。

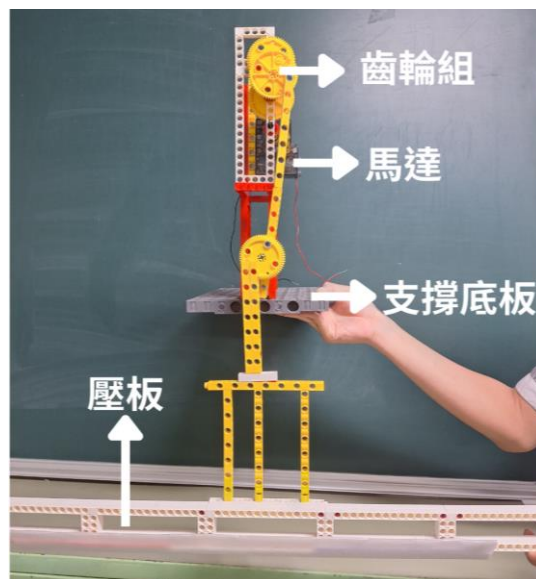


圖 4 第四代造波器細部說明圖

不過這次造波器和一、二代的問題一樣，作動力太小，無法產生足夠的波，而且因為底層壓板結構重量緣故，運作起來容易晃動較不穩定。

### (五) 第五代造波器

由於使用積木製作始終無法改善流量大小的問題，因此我們最後從第三代造波器，也就是水管型造波器著手改良，為了解決水管既有的缺點，所以將水管換成寶特瓶，但造波的方式差不多。將寶特瓶固定成一排並戳洞，連接抽水馬達進行造流。



圖 5 第五代造波器細部說明圖

## 五、結論與生活應用

### (一) 各代造波器之優缺點比較

雖然在製作造波器的過程中遇到了許多挫折及磨難，不過最後也找到了解決方法，開發出了和我們理想最接近的造波器。下表 1 為歷代造波器之優缺點比較。

表 1 歷代造波器比較表

|      | 第一代                | 第二代                 | 第三代          | 第四代                   | 第五代          |
|------|--------------------|---------------------|--------------|-----------------------|--------------|
| 優點   | 作動範圍較好調整           | 入水深度好調整，跟文獻中的造波器類似  | 輸出穩定，力量強     | 作動範圍大，調整方便            | 輸出穩定，力量強，好固定 |
| 缺點   | 應力結構有問題，力量易被水的阻力影響 | 作動力量太小，幅度太小，鐵絲不穩定   | 不易塑型，不好固定    | 作動力量太小，穩定性仍有待加強       | 較為脆弱         |
| 主要材料 | 積木                 | 積木+鐵絲               | 塑膠水管         | 積木                    | 寶特瓶          |
| 備註   | 單支施力桿連結壓板加上馬達及齒輪組  | 兩組往復運動機構裝上鐵絲(套上熱縮套) | 塑膠水管挖洞定連接水龍頭 | 改良第二代，加大作動範圍，並將鐵絲改為積木 | 跟第四代類似       |

## (二) 應用

可用於實驗中，為降低實驗成本可使用，相較市售造波器動輒數千元，自製造波器只需簡單的幾項材料就可以製作完成。以積木製作不僅能帶動海流的上層，改變施力桿的長度也能使下層海流產生波動，不過這種造波器所製造出來的波並沒辦法太大。而水管或寶特瓶所製造出的造波器就能解決流速的問題，並且在不同分層擺放，就可做出分層水流的模擬了。

## 參考資料

1. 王咸永 ( 2018 ) 。蚵殼心、離岸情— 探討蚵殼生態人工礁作為離岸堤之可行性研究。中華民國 58 屆中小學科學展覽會作品說明書。
2. 傅怡釧、張君名 ( 2020 ) 。探討模擬中彰海域設置群樁之漂沙變化。港灣季刊，117 期，50-64。
3. 顏琳等 5 人 ( 2020 ) 。海上的楚河漢界-探討影響漁港使用攔木網效果之研究。中華民國 60 屆中小學科學展覽會作品說明書。
4. 不是海不揚波,而是暗潮洶湧。高雄市第 60 屆中小學科學展覽會地球科學組作品說明書。