

中華民國第 64 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生活與應用科學(一)科

第三名

082806

水中清道夫—「龍蝨」號，啟航！

學校名稱：嘉義市西區垂楊國民小學

作者：	指導老師：
小六 黃子洧	李武暉
小六 黃苡瑄	李青禧
小六 程聖澤	
小六 塗曉丞	
小六 陳璽恩	
小六 陳柏維	

關鍵詞：防水 結構、避障裝置、磁力傳動裝置

水中清道夫—「龍蝨」號，啟航！

摘要

為三隻小龜創造一個乾淨永續的生存空間，激發我們隨時產生的小小創意，透過探究實作完成我們的「龍蝨號」水中清道夫，它沒有高科技的 AI 人工智慧和酷炫的外表造型，只有單純外表和簡單機械智慧：一、利用虛實連接的可變四種齒輪比的變速裝置；二、超距力實踐的磁力傳動裝置；三、尖端接觸減少摩擦力的磁浮構造；四、雙微動開關構成的避障裝置；五、磁簧開關達成隔空啟動的實現；六、可充電鋰鐵電池續航無限；七、善用材料與物件特性，創發出簡易、快速的替換操作；八、船體不偏航的關鍵——在船體後方並列的「泵」（導風罩和螺旋槳的組合）—轉動方向要相同。「龍蝨號」啟航一池清爽，三隻小龜永保安康。

壹、前言

一、研究動機

擔任護龜小天使的重責大任就是要維護三隻校龜生活在地下一樓庭園秘境的整潔。人工定期清理並撈取水面上的漂浮物是非常耗時的！因看到同學花費很多時間在撈烏龜池上的落葉和水生植物的花穗等小粒子，非常的辛苦！想著，如果有水中動物會幫我們吃掉就好了……。

西元2018年9月4日海洋吸塵器在舊金山風光下水啟用，西元2021年新聞報導：臺灣第一台海上智能清潔機器人也誕生了！科技的發明源頭來自於人類的需求，我們也想行動研究出一台專屬於我們生態池的水中清道夫，但我們只有在四年級自然課程學過電路的應用，在五年級的資訊課程使用過 mblock 機器人的程式控制，所以，我們尋求老師的指導，從簡單機械結構的學習，探究船的形體結構、動力驅動機制與避障設置之間的關係。

期待我們龜池的清潔行動，有水中清道夫——「龍蝨」的神救援，一定可以變得既輕鬆、新奇、好玩又酷炫！



本圖由本校藝術教師拍攝



本圖由本校藝術教師拍攝



本圖由本校藝術教師拍攝



本圖由本校藝術教師拍攝



本圖引自泛科學「海洋吸塵器啟動！咦？怎麼一下就結束了？」

海洋吸塵器



本圖引自大愛電視台「台灣第一台！海上智能清潔機器人誕生。」

臺灣第一台海上智能清潔機器人

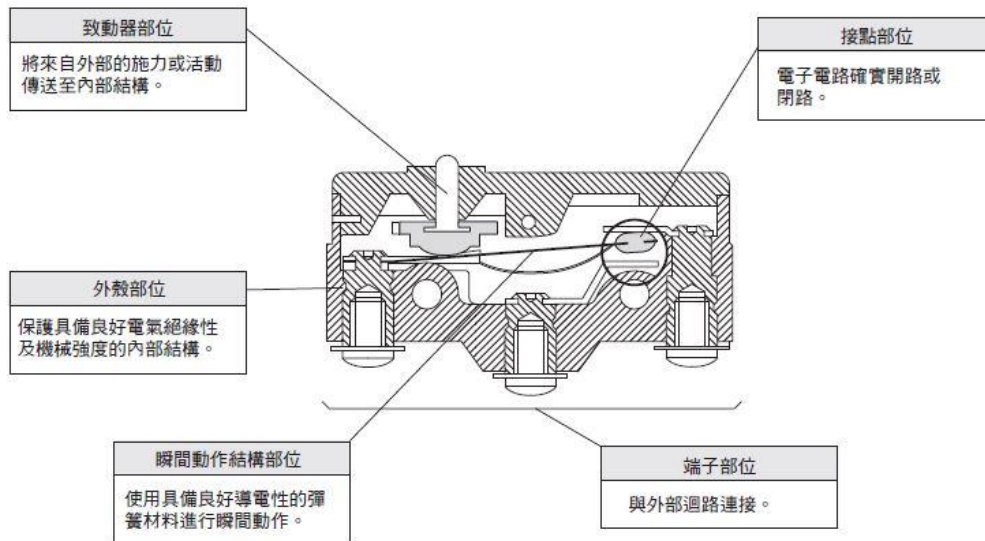
二、研究目的

- (一)試驗我們自己的**發想與設計**，探究不同材料與物件的特性，並比較其實作於船體運行上的優、缺點。
- (二)**整合與應用**先前實作經驗的關鍵與策略，探究實作出「龍蝨」一號。
- (三)提升防水機制，探究**磁力傳動**的設置與機構安排，實作出「龍蝨」二號。
- (四)以「**泵**」的概念，探究與實作出「龍蝨」三號的不偏航功能，並提升行駛效益。

三、文獻回顧

(一)微動開關

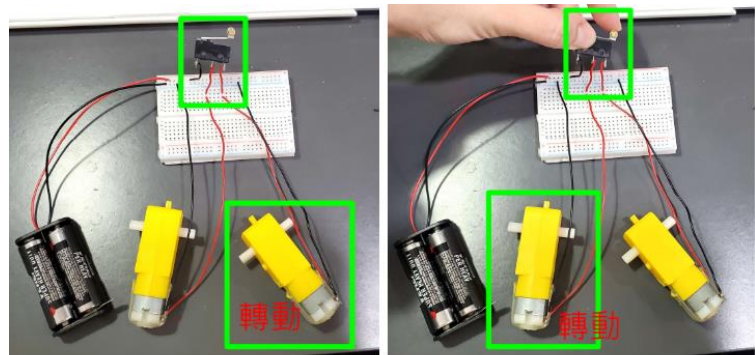
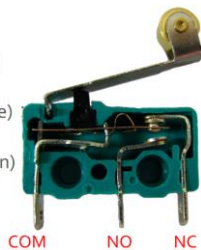
- 1.**微動開關**：指具備微小接點間隔及瞬動結構，並以外殼包覆；使用指定動作及力量即可執行接點開關動作的接點結構，且其外部具備致動器的小型開關。下圖為微動開關的代表結構範例，微動開關大致由五個構成要件所組成(引自 OMRON)。



微動開關的代表結構圖
(本圖引自 OMRON 「微動開關」)

2. 微動開關的構造與說明

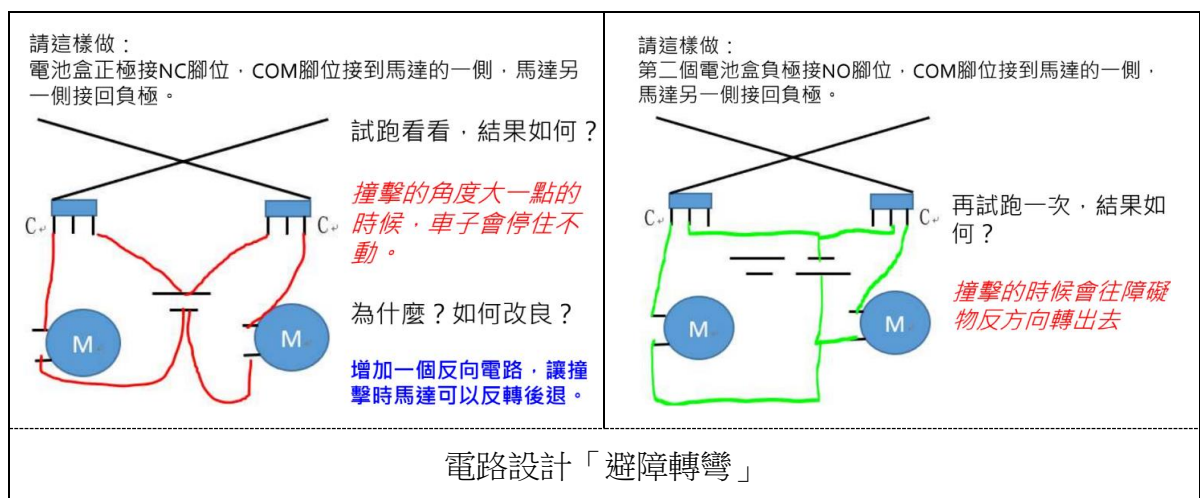
- COM(common) 共用點
- NC(normal close) 常閉
- NO(normal open) 常開

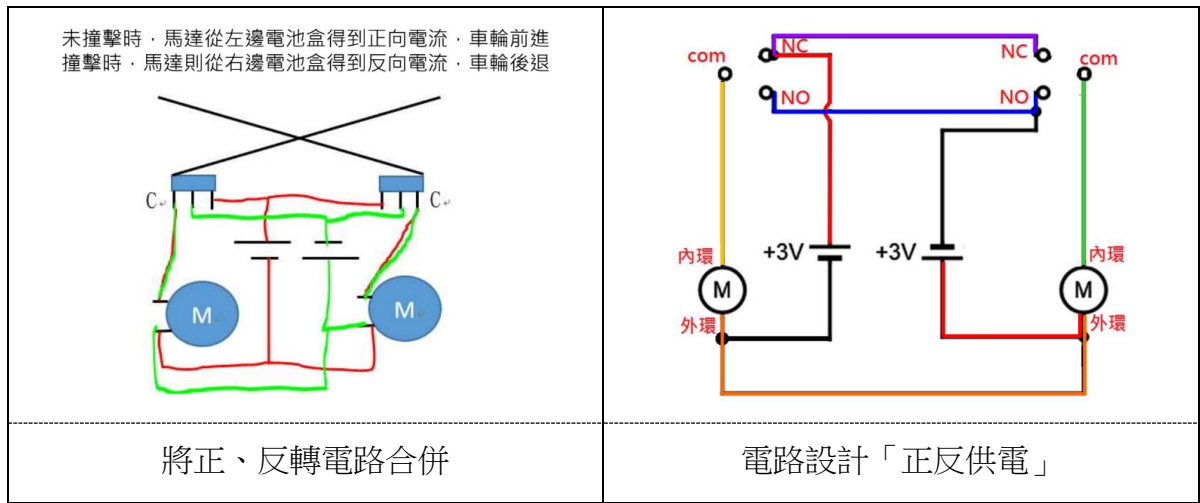


壓柄沒有壓，右邊馬達已經在轉動 因此右邊馬達接的是(**NC**)腳位。
壓柄被壓下，變成左邊的馬達轉動 因此左邊馬達接的是(**NO**)腳位。

本圖文皆引自蔡依帆等「共備3-4 日常生活科技產品的電與控制應用——以避障掃磁動力車為例」

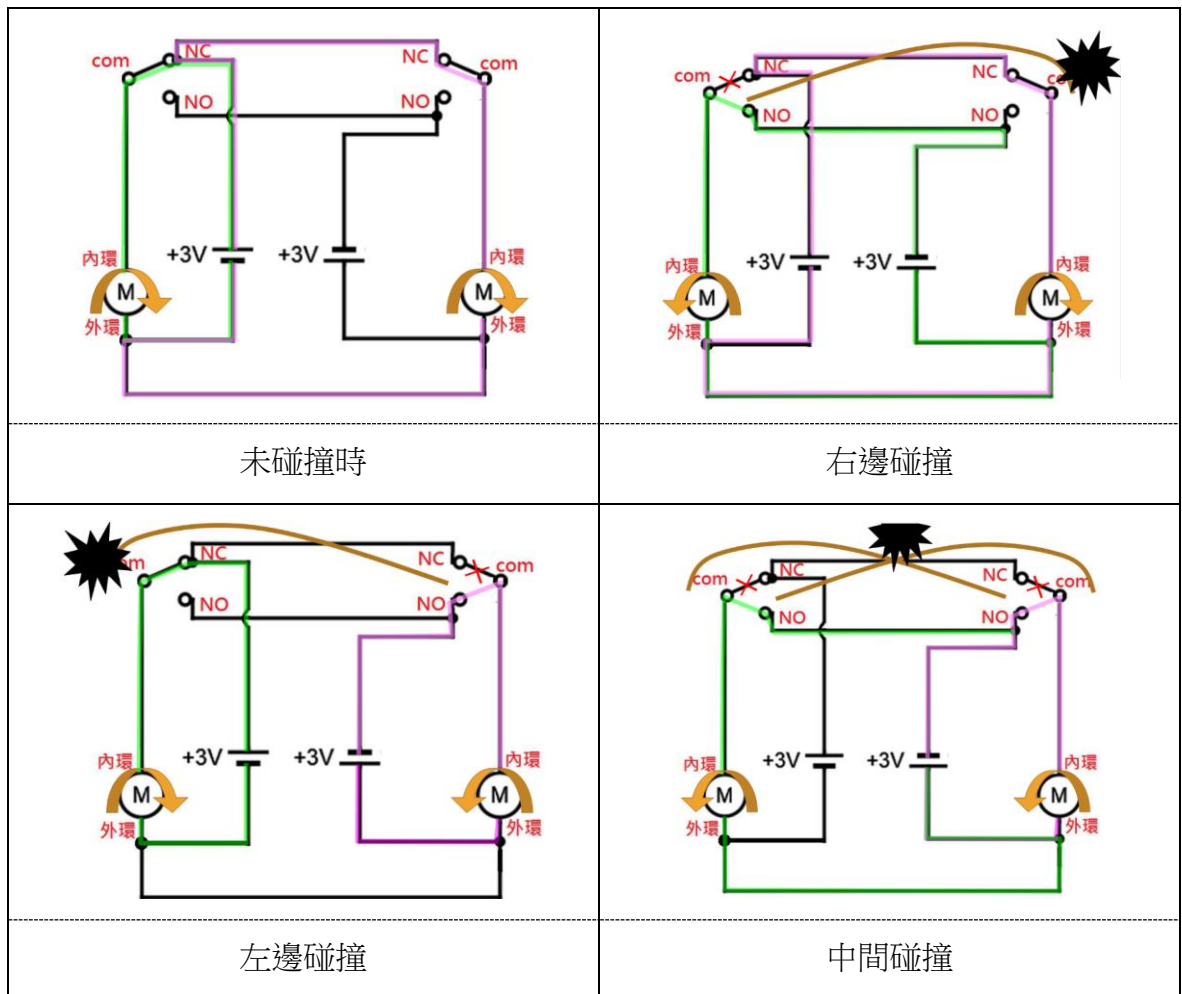
3. 微動開關的電路設計與原理





以上圖文皆引自蔡依帆等「共備3-4 日常生活科技產品的電與控制應用——以避障掃礙動力車為例」

4.微動開關電路的運作機制與原理

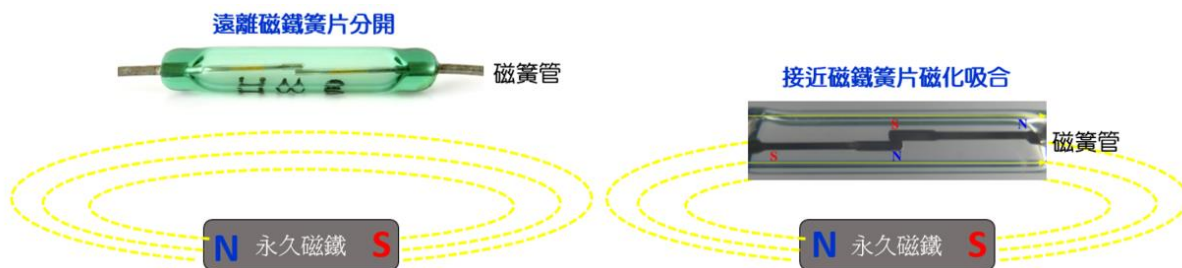


以上圖文皆引自蔡依帆等「共備3-4 日常生活科技產品的電與控制應用——以避障掃礙動力車為例」

(二)磁簧開關

其工作原理非常簡單，磁簧開關內有一隻磁簧管，兩片端點處重疊的可磁化的簧片密封於玻璃管中，兩簧片呈交疊且間隔有一小段空隙。磁鐵產生的磁場在接近簧片時，

磁場使兩片簧片端點位置附近產生不同的極性，當磁吸力超過本身的彈力時，這兩片簧片會吸合導通電路，當磁場消失後，簧片由於本身的彈性而釋放，觸面就會分開而斷開電路。



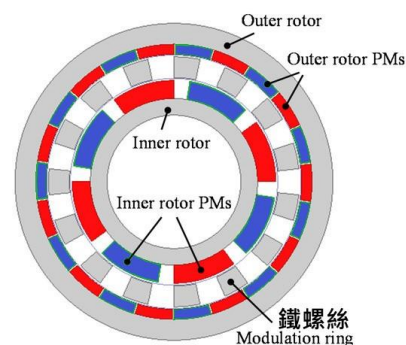
以上圖文皆引自 SENGATE「磁簧開關」

(三) 磁力傳動機構

X 技術在「一種磁力齒輪的變速傳動結構的製作方法」一文中，提及磁力機械動力傳動，是一種非接觸式磁力齒輪的變速傳動結構，透過強磁鐵磁場來傳遞動力，不存在噪音、震動、摩擦損耗以及潤滑等問題，而且能夠實現輸入與輸出之間的物理隔離。

跟著鄭大師玩科學所提及「淺談磁性齒輪」之內容，可知：

1. 磁力齒輪：包含三個組件，一個外轉子、一個內轉子和一個夾在兩轉子之間的金屬鐵調製環。
2. 鐵螺絲與空氣之間的磁導差：引起磁場調製效應，是保證內轉子永磁磁場與外轉子永磁磁場能有效耦合，從而實現高效轉矩傳遞的關鍵。
3. 為達到最大的扭矩傳遞效果，設計原則是「調製環的極對數等於內轉子極對數與外轉子極對數之和」。



本圖引自 跟著鄭大師玩科學「淺談磁性齒輪」

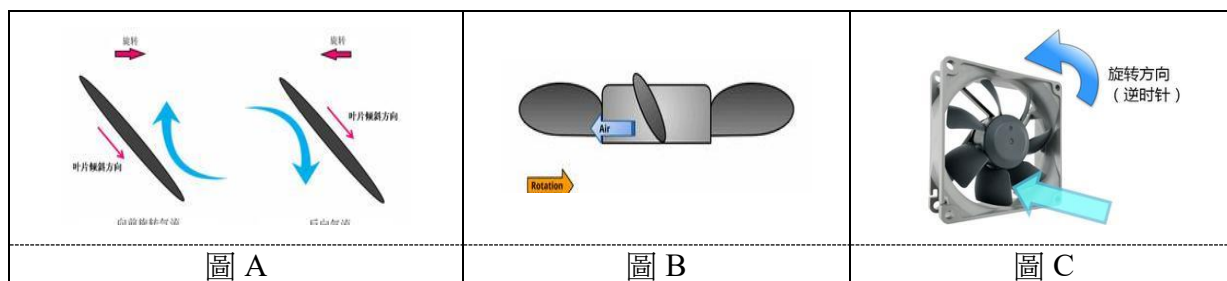
綜合以上相關資料，可知：利用無接觸式傳動機構，相較於傳統接觸式則具有下列優點：

1. 由超距力完成傳動，降低機械能損耗。
2. 傳動為無接觸式，無需潤滑接觸面使保養簡易，亦抑制噪音產生。
3. 設備中因摩擦所產生的粉塵與油汙不會對超距接觸產生影響，並具備防水特性。
4. 具有扭矩過載保護特性。

(四) 如何辨別風扇吹向

人人焦點於「如何辨別風扇吹哪個方向」一文中，提及利用扇葉的角度和旋轉方向來判斷風扇的吹向。風扇吹風的方向總是由風扇葉片的形狀和葉片轉動的方向決定的。

如下圖 A，如果葉片向下傾斜，風扇的旋轉方向與葉片角度的方向相同，它就會向前吹；同樣地，如果葉片向下傾斜，風扇轉向相反的方向，則相反，空氣會向另一個方向(向背面)吹去。



本圖引自人人焦點「如何辨別風扇吹哪個方向」

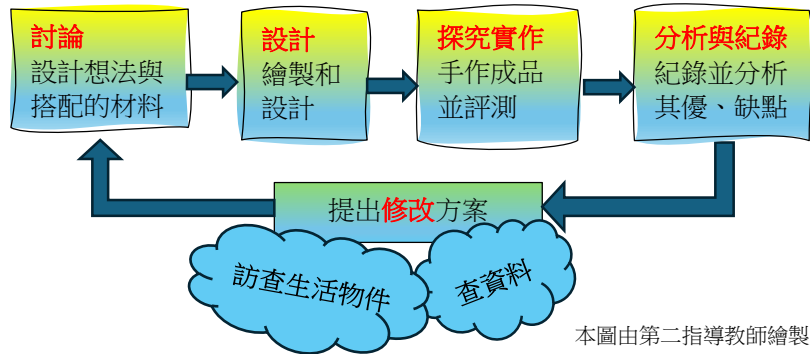
以圖 B 來說明，風扇的旋轉方向與葉片向下傾斜的方向相同，這會讓空氣向上吹；如果方向相反，空氣就會向相反的方向流動，因為它會被壓下去（吹向背面）。圖 C 是一種常見的直流小風扇（noctua NF-R8 redux-1800），它是逆時針旋轉的，根據扇葉的傾斜角度，我們可以知道它會向後吹氣。很多扇葉都被設計成一凹一凸，一般的規律是凸面進風，凹面出風。

貳、研究設備及器材

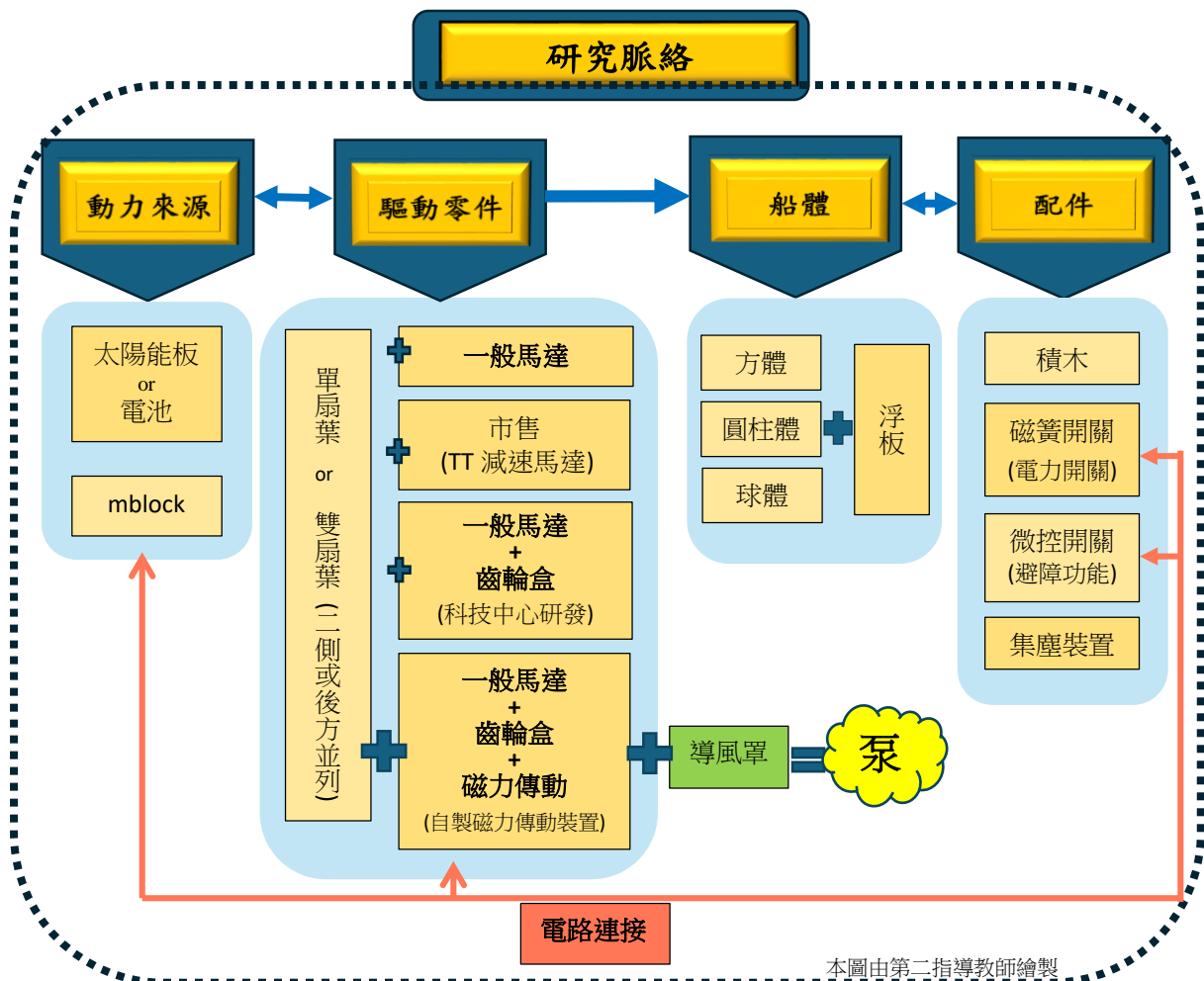
- 一、船體：風扣板、珍珠板、光碟片、茶凍盒蓋、壓克力盒、乒乓球、透明壓克力球體、保鮮盒(方體、圓柱體)、方型盒、收納盒、積木零件、花盆底盤。
- 二、集塵裝置：透明塑膠盒附蓋(黑師傅捲心酥)、水槽濾網、洗衣袋、錄音帶塑膠盒、風扣板、束帶。
- 三、動力驅動：馬達、齒輪盒零件(由○○科技中心設計並開模產出的，含旋臂、六角軸、輪軸齒數比為15：35、)、TT減速馬達、扇葉片(風力螺旋槳、水力槳)、太陽能風扇組(含扇葉、馬達、電線、太陽能板……)、mblock 機電板套件、磁簧開關、強力磁鐵、瓶蓋(含氟漱口水寶特瓶)、電池盒、電池、電線快接頭、銅釘……。
- 四、測試環境：透明整理箱、小型游泳水池、小保麗龍球。
- 五、操作工具：線鋸機、剪刀、刀片、鐵尺、圓規、鉛筆、奇異筆。
- 六、拍攝工具：平板、手機、自製攝影架。
- 七、其他：透明片、西卡紙、裝圓規的外盒(長橢圓形)。

參、研究過程或方法

本研究主要以創意發想與設計來進行質性探究的實作。先以初步構想進行設計，藉實作出成品的過程，了解各種物件與材料特性的運用且分析其優、缺點，再進一步尋找方案來設計與實作。其研究策略如下所示。



首先，我們主要以動力來源和驅動方式作為我們研究脈絡的主軸，不斷地試驗與探究不同材料、物件的特性與應用性，依據需求與功能，循序發現問題並解決問題，進一步地歸納、整合出製作的關鍵與策略，探究並實作出「龍蝨」一號和「龍蝨」二號，並再精進產出「龍蝨」三號。研究脈絡如下所示。



肆、研究結果與討論

一、試驗我們自己的發想與設計，探究不同材料與物件的特性，並比較其實作於船體運行上的優、缺點。

(一)以太陽能風扇零件(如圖一)做為結構基礎，為便於操作會將電力供應改為乾電池。

1.實作成品之展現

 <p>圖一 太陽能風扇零件</p>	 <p>圖二-1 珍珠板乒乓球風力船 (珍珠板+乒乓球作為浮板)</p>	 <p>圖二-2 底盤浮板風力船 (花盆底盤作為浮板)</p>	 <p>圖三 半空半水乒乓球 (扇葉可打水前進)</p>
 <p>圖四-1 水中風扇光碟船 (側拍)</p>	 <p>圖四-2 水中風扇光碟船 (俯視)</p>	 <p>圖四-3 水中風扇光碟船 (底部)</p>	 <p>圖四-4 水中風扇光碟船 (在水面上)</p>
 <p>圖五-1 單扇葉球體船</p>	 <p>圖五-2 扇葉半空半水狀態時，球體行進途徑為 A1→A2→A3的直線前進狀態；扇葉沒入水中時，球體行進為 B1→B2→B3的轉圈狀態。</p>		

以上各圖皆由第二指導教師拍攝

2.實作成品之質性描述

- (1)珍珠板乒乓風力船：如圖二-1，利用珍珠板使得船體飄浮於水面之上，但因重量使得珍珠板的漂浮效果不佳，所以再添加乒乓球輔助之。乒乓球放置的位置在珍珠板上方，底部珍珠板有淹水危機！且因風扇的位置高，所以有容易傾覆的危機。
- (2)底盤浮板風力船：如圖二-2，利用花盆底盤作為船體，漂浮效果較佳！但是仍有重心較高的問題，而且此結構與一般風力推動船相似，較無創意。
- (3)半空半水乒乓船：如圖三，船行駛時，在水面有較多波動或打水的動作，可增加溶氧效益，因此，嘗試將風扇扇葉設置在能打到水的地方。其中馬達裝在小量杯中，具有防水效果；並將船底面卡入已橫切的乒乓球直徑面，增加浮的效益，但手工裁切不佳，使得水容易進入乒乓球中，造成沈船！
- (4)水中風扇光碟船：如圖四，嘗試將扇葉面朝下在水中轉動，使用茶凍盒子做為船體，在底部加一片光碟，除了藉由水的表面張力來增加浮力與平穩度外，也將船底面卡入已橫切直徑面的乒乓球中；因船底中心已穿洞，讓馬達軸心通過後接扇葉。船行駛時，會轉圈並有船進水而沉入水中的危機！
- (5)單風扇球體船：如圖五-1，將直徑10cm 的壓克力球體穿洞，讓馬達軸心通過後接上扇葉，利用電力供應的零件放置，來改變球體的重心，使得扇葉直立於空氣中或呈現半空半水狀態或是沒入水中。如圖五-2所示，扇葉呈現半空半水狀態時，球體行進途徑為 A1→A2→A3的直線前進狀態；扇葉沒入水中時，球體行進為 B1→B2→B3的轉圈狀態。比較防水效果可知：扇葉「半空半水狀態」優於「沒入水中狀態」。

3.討論

- (1)浮板材質：比較珍珠板、光碟片、茶凍盒蓋、花盆底盤當作浮板的效果，發現：需要考慮板子的厚度和面積，可用以承受船體的重量而不會下沉或浸水。後續可以尋找風扣板或穩熱板來做船體和浮板，不僅是材料有較厚，材質也較硬質、不易破，且比較好裁切，做造型。
- (2)減重方法：使用乒乓球增加浮力，倒不如使用較輕盈的材質來減輕整體的重量，例如：電力供應可以改用太陽能板、二顆乾電池可換成一顆鋰電池或使用航模電池。
- (3)配重方法：船體若配重不易，可考量使用強力磁鐵，只要調整磁鐵的位置，並在板子另一端吸鐵片作固定，就能輕易地平衡船體；另，磁鐵有不同體積與重量可供選擇。
- (4)防水方式：壓克力球體是最佳的防水船體，可惜需要鑽洞讓馬達軸心連接扇葉，而

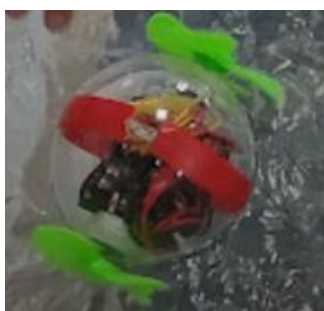
造成船體有進水的危機！因此，後續須考量不鑽洞的驅動方式，例如：**磁力傳動**的應用。

(5)**簡易開關方式**：壓克力球體雖然能防水保護電子零件，但是裝置的開啟和關閉卻都需要將壓克力球打開，真的很麻煩！後續我們找到一種零件—「磁簧開關」—只要一顆磁鐵就能完成開關動作！

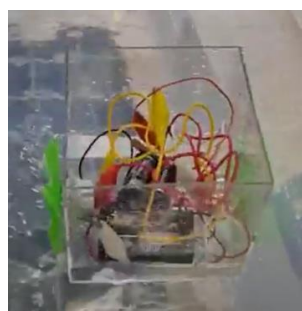
(6)**扇葉外露**：**單扇葉球體船**讓我們覺得新奇又好玩，但是扇葉外露而沒有防護，而且還會濺起水花！此部分需要再思考解決方案。

(二)使用兩套扇葉零件為動力結構基礎進行研究

1.實作成品之展現



圖六
雙扇葉球體船



圖七
雙扇葉方體船

以上二圖皆由第二指導教師拍攝

2.實作成品之質性描述與討論

(1)**使用扇葉的個數**：**單扇葉球體船**因重心位置不易調整而常出現轉圈狀態，我們使用二套扇葉零件製成**雙扇葉球體船**(如圖六)，前進行駛效果較好！但仍需解決開關控制、扇葉防護、完全防水的結構設計、遙控行駛方向或設置避障機制等問題。

(2)**船體的選擇**：因球體容易有原地滾動的情形，改用方型盒放入二套扇葉零件製成**雙扇葉方體船**(如圖七)作試驗，製作過程中，發現狹窄空間要置入馬達黏合並做防水，尤其又要講究兩邊的對稱性，手作難度很高！

(3)**防水方法**：雙扇葉外露而沒有防護，還會濺起水花！我們創意發想要幫船體加「上蓋」(如圖八的紅色線條部分)，不僅保護扇葉和烏龜，還能遮雨呢！當然也可以考慮將扇葉設置在船體或浮板之內。



本圖由第二指導教師與學生討論時繪製且拍攝

圖八 構想船體的「上蓋」

(三)以 **mblock** 機件(如圖九)做為動力結構的基礎

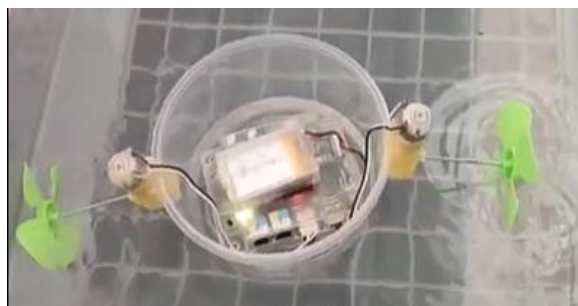
1.實作成品之展現



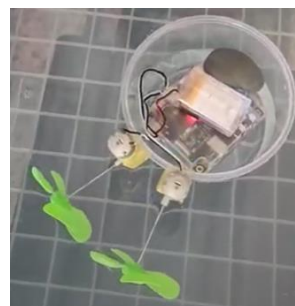
圖九
mblock 機件



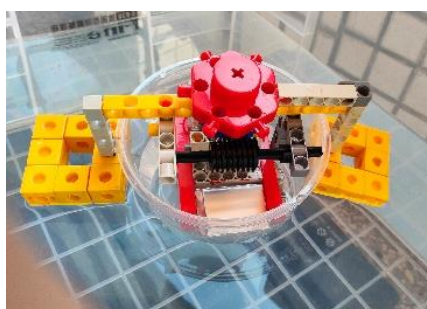
圖十
方型保鮮盒內藏 TT 減速馬達



圖十一-1
圓型保鮮盒外掛 TT 減速馬達「兩側」



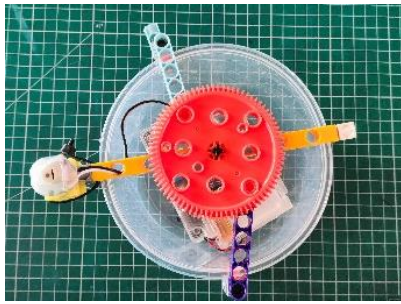
圖十一-2
圓型保鮮盒外掛 TT 減速馬達「後側」



圖十二-1
第一種積木結構外掛 TT 減速馬達「兩側」



圖十二-2
第一種積木結構外掛 TT 減速馬達「90度」



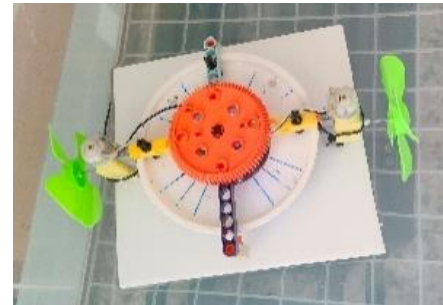
圖十三-1
第二種積木結構外掛 TT 減速馬達「兩側」



圖十三-2
第二種積木結構外掛 TT 減速馬達「90度」



圖十四-1
第三種積木結構
第二種積木結構+盒蓋+浮板(側視)



圖十四-2
第三種積木結構
第二種積木結構+盒蓋+浮板(俯視)

以上各圖皆由第二指導教師拍攝

2.實作成品之質性描述

(1)船體偏航：使用 mblock 機件的遙控功能，進行船體的方向控制，但我們發現：儘管零件結構相同，甚至程式設計的數值一樣，兩邊馬達的運轉仍會有速度差異！我們思考解決方案：是否需要進行程式設計的數值微調測試？還是需要調整二扇葉沉水深度的一致性？

備註：後續探究實作並比較龍蝨二號和龍蝨三號的扇葉運作，發現：二座扇葉角度與旋轉方向，才是影響船體偏航的主要因素。

(2)船體的形狀與大小：方型保鮮盒內藏 TT 減速馬達：如圖十，為了能符合 mblock 機電板的大小，我們無法使用如圖七的方型盒，而使用保鮮盒，並在二側分別鑽洞讓軸心可以伸出並連接扇葉。

(3)防水方法：圓型保鮮盒外掛 TT 減速馬達：如圖十一，為了避免鑽洞造成船體進水的問題，嘗試用外掛馬達的方式，只要船體下沉時，馬達不會碰水既可。

(4)利用積木結構固定二馬達位置：積木結構外掛 TT 減速馬達，共有三種積木組合，如圖十二、圖十三和圖十四所示。

- A. **第一種積木結構**：如圖十二，雖然可以轉動上方紅色圓盤調整馬達的相對位置，但其馬達位置無法被完全固定不動，而且所使用的積木零件重量較重，不甚理想。
- B. **第二種積木結構**：如圖十三，使用的積木零件簡單，重量較輕，且馬達位置被固定的效果較好。但中央的積木圓盤呈現懸空狀態，較易鬆脫積木結構；二馬達夾角呈90度時，結構未對稱，重心不穩。
- C. **第三種積木結構**：如圖十四，是將**第二種積木結構**再加裝保鮮盒蓋，並且也加裝浮板在盒身。
- 保鮮盒的蓋子上可以標記馬達放置相隔的角度，並烙洞讓棒狀積木插入做固定；而且有了蓋子的支撐，積木結構才有地基。
 - 加裝浮板在盒身，可以確保馬達不會沉入水中，也可藉由浮板的支撐確認船體在水中的平衡與對稱性，以減少重心不穩定的影響。

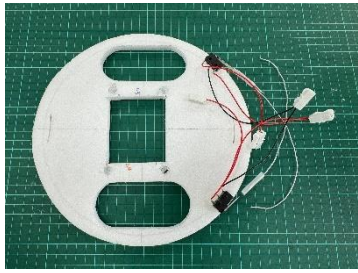
3. 討論

- 經一番嘗試，可得知：在水上，因水的波動、風的吹拂……等影響，水上船體比陸上車體更難掌控。
- mblock 機電板放在方形的盒子中，比較容易定位出前方方向，另外要注意其配重、船體的平衡和對稱性，扇葉打水深度才能盡量一致。
- 若要操作兩個馬達位置在不同夾角角度的行駛狀態，使用積木搭配圓柱形船體才能以相同半徑轉換馬達到不同的角度位置。
- 船體周圍加裝浮板，幫助船體調整配重和平衡，我們覺得這設置效果超好的！
- 「第三種積木結構外掛 TT 減速馬達+浮板」(如圖十四)是我們使用 mblock 驅動船體比較滿意的結構，但需要充電或處理機電板時，裝、卸積木和盒子的上蓋就需要花些心力。

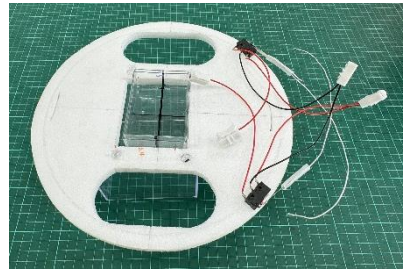
二、整合與應用先前實作經驗的關鍵與策略，探究實作出「龍蝨」一號。

(一)實作成品之展現

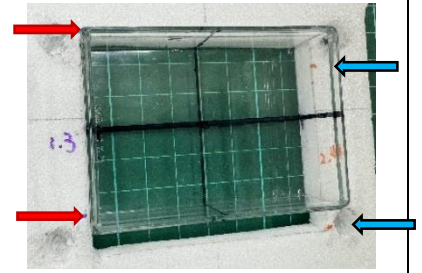
- 可拆裝並更換物件的「龍蝨」一號



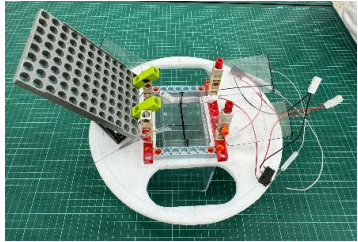
圖十五-1
已裝設微動開關的浮板



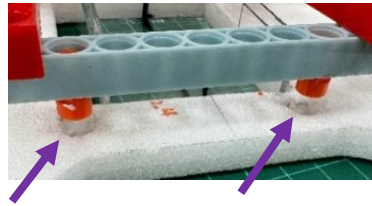
圖十五-2
放入壓克力盒



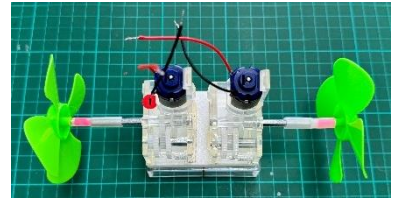
圖十五-3
用齒輪盒雙扇葉組件編號1，壓克力盒邊緣對準紅色箭頭靠緊。



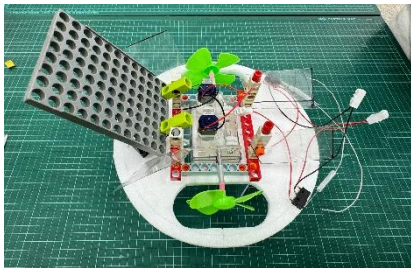
圖十五-4
放積木架在浮板上



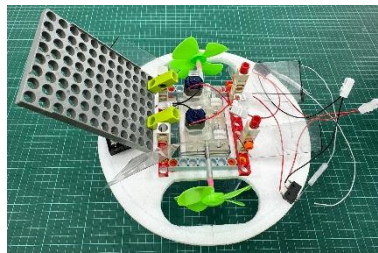
圖十五-5
對準浮板上的洞來放積木架



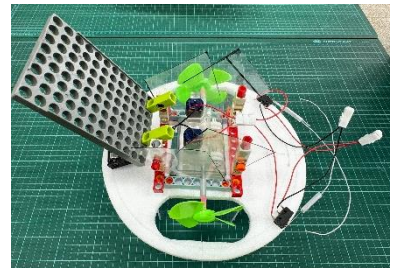
圖十五-6
拿取齒輪盒雙扇葉組件一編號①



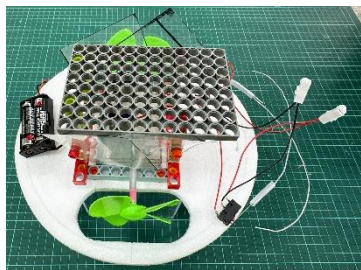
圖十五-7
將積木架上的透明片打開，齒輪盒雙扇葉組件編號1放入壓克力盒中。



圖十五-8
連接馬達與微動開關之線路



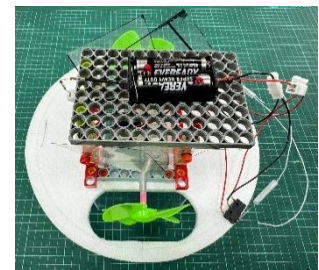
圖十五-9
將積木架上的透明片轉下來，二透明片重疊閉合，防水噴濺。



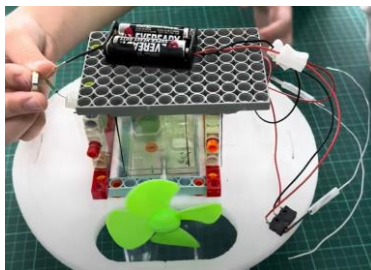
圖十五-10
積木架的蓋子闔上



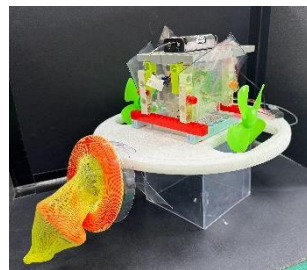
圖十五-11
拿取磁簧開關



圖十五-12
磁簧開關分別接馬達與微動開關



圖十五-13
磁鐵靠近磁簧開關，「龍蟲」運轉



圖十五-14
進入水池前，別忘裝上集塵裝置。



圖十五-15
測試集塵裝置在水池中的效果

以上各圖皆由第二指導教師拍攝

2. 「龍蟲」一號製作說明



圖十六-1

利用線鋸機切風扣板割出漂亮的圓形，再用砂紙磨平順。



圖十六-2

使用自製的模板畫出並切出扇葉打水處。



圖十六-3

自製模板是利用裝圓規的盒子外型做出來的。



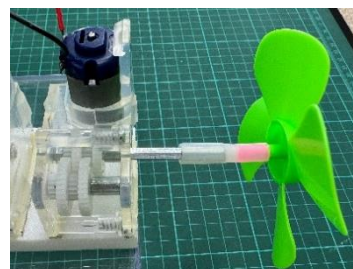
圖十七-1

壓克力盒在風扣板上押出凹痕



圖十七-2

用鉛筆塗黑以突顯出凹痕



圖十八

使用矽膠管和塑膠管來連接齒輪軸(六角柱)與扇葉軸(圓柱)。



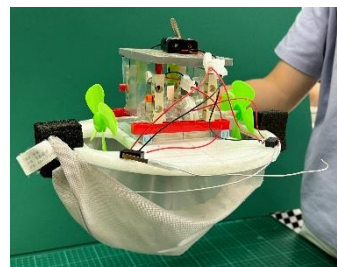
圖十九

防水噴濺的透明片，以積木豆為軸，往上轉動即可打開。



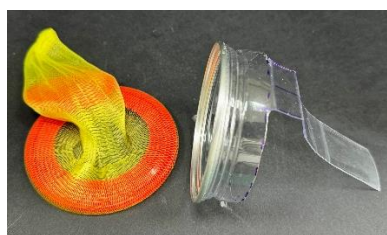
圖二十-1

集塵裝置
「裁風扣板做梯形柱體框架」



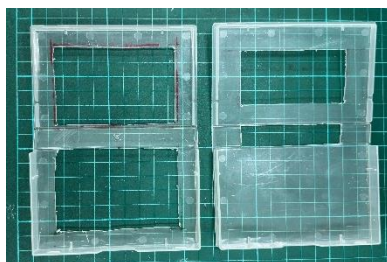
圖二十-2

集塵裝置
「裁塑膠海綿+洗衣袋」



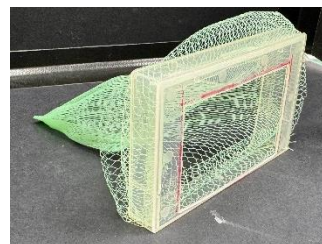
圖二十-3

集塵裝置
「裁圓柱形桶和蓋+水槽濾網」



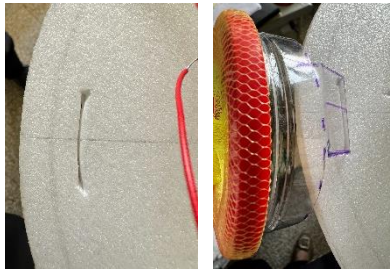
圖二十-4

裁切錄音帶盒子(圖左)闔蓋後可卡住濾網

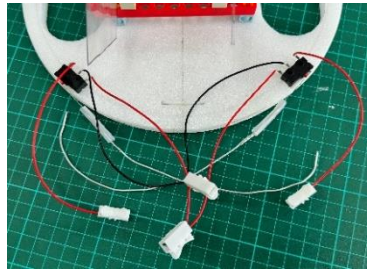


圖二十-5

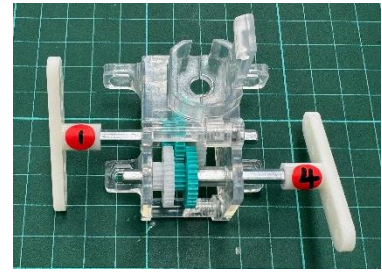
「錄音帶盒子+水槽濾網」



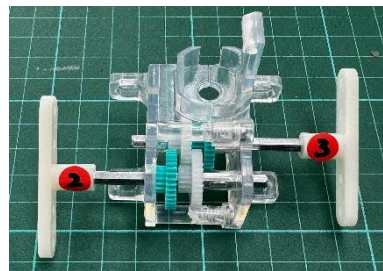
圖二十一-6
裁剪瓶身呈長條狀的部分，可以穩固地卡入風扣板上。



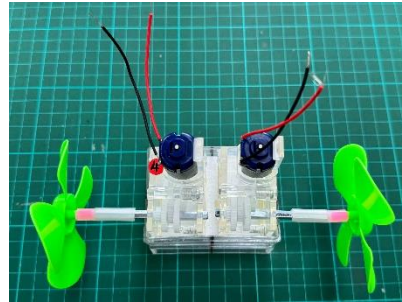
圖二十一
微動開關的避障電路設置在船體前方



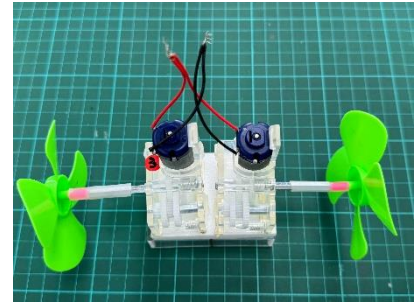
圖二十一-1
○○科技中心設計並開模的齒輪盒，展示出最快速①和最慢速④的轉動。



圖二十一-2
○○科技中心設計並開模的齒輪盒，展示出第二快速②和第三快速③的轉動。



圖二十一-3
齒輪盒雙扇葉組件—編號④



圖二十一-4
齒輪盒雙扇葉組件—編號③

以上各圖皆由第二指導教師拍攝

(二)實作成品之質性描述與討論

基於先前的研究試驗與實作，我們希望自己最終能研發出一台專屬於烏龜池的水中清道夫，而恰巧我們裁製的浮板外型，再加上微動開關延伸的鐵絲等零件，和水中昆蟲「龍蝨」頗為相似！因此，以「龍蝨號」稱之。以下是我們探究實作龍蝨一號所使用的適切材料、物件和模式。

- 1.製作浮板：使用的是風扣板材質，有厚度、硬度，好裁切且輕盈，浮於水面的效果佳。雖然穩熱板效果也不錯，但不如風扣板那麼容易取得。因考量避障功能，「龍蝨」不要因身形而卡在生態池的某角落，所以浮板形狀以圓形為主。
- 2.工欲善其事，必先利其器，製作過程中，我們講求測量要精準並具對稱性。因此，我們會善用周遭現有物品的特性來手作或自製模具，例如：

(1)浮板鑲空

- A.利用裝圓規的盒子外型做出來的**自製模具**，可用於描畫扇葉打水處，如圖十六。
- B.壓克力盒在風扣板上**押出凹痕**，用鉛筆塗黑以突顯出凹痕，以便精準切割出齒輪盒位在壓克力盒中的底座，如圖十七。

- (2)**角柱與軸住的連接**：我們所使用的齒輪盒是由○○科技中心設計和開模產出的，其齒輪軸是粗的六角柱體和扇葉所需細的圓柱體軸棒不同，這如何連接呢？真是讓

我們傷透腦筋！後來，我們找到矽膠管和塑膠管來做齒輪軸(六角柱)與扇葉軸(圓柱)之間的連接，真是巧妙啊！如圖十八所示。

(3)**防水濺濕零件**：為了防止扇葉打水濺濕零件，我們以敞篷跑車開門的想法，以積木豆為軸，將透明片往上轉動即可打開，之後方便於裝上或卸除**齒輪盒雙扇葉組件**，如圖十九。

(4)**集塵裝置**：我們思考許多材料運用與裝設的方法，如圖二十-1,2,3,4,5,6。

A.而截至目前為止，讓我們覺得最棒的是我們善用透明塑膠盒附蓋(黑師傅捲心酥)容易掀蓋或闔蓋的特性，裁剪圓柱形桶和蓋以便套裝水槽濾網後，因闔蓋而卡住濾網；裁剪瓶身呈長條狀的部分，可以穩固地卡入風扣板上，沒有固定的問題。如圖二十-6所示。

B.船體前方為了裝設微動開關，我們將集塵裝置改放在船體後方，因卡入風扣板的是長條狀塑膠，非常容易折彎塑形以調整適當的裝設角度，是一種令人滿意的廢棄物利用材料！

C.經過測試發現：「裁風扣板做梯形柱體框架」(圖二十-1)和「裁圓柱形桶和蓋+水槽濾網」(圖二十-3)的集塵裝置裝設在船體後方，因水面垃圾會被船體前進而撞開，所以要清理水面垃圾，就要將集塵裝置放在船體兩側比較適合。

D.「裁塑膠海綿+洗衣袋」的集塵裝置(圖二十-2)：將塑膠海綿中間切出一縫隙方便塞入風扣板作固定即可，另將方形洗衣袋對角線裁剪成三角形，洗衣袋一角卡入塑膠海綿與風扣板之間作固定，此設置分別裝在船體兩側即可撐開洗衣袋，清理水面下垃圾。

3.以前買市售遙控車或飛機來玩，覺得很新奇！但是玩壞了，我們也不會修理，只好丟掉；現在我們自己創意實作和研究，不用趨之若鶩的利用科技研發出來的機電板了！我們學習運用簡單的機械原理，也學習利用電路設計、原理與應用，透過善用各種物件的特性來解決問題，創發新契機。

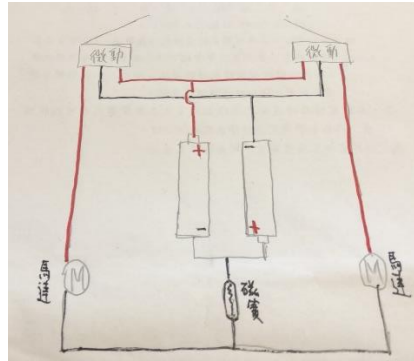
4.在本研究中，老師分享並教導我們，他參加科技中心研習課程所學習到的**車體避障機制**之電路設計和原理。

(1)科技中心的避障車單純地使用撥動開關方式啟動電源，把兩個電池串聯視為一個電源而且要開兩個；我們是將一個電池盒兩顆電池視為兩個電源，正轉用其中一顆，逆轉用另一顆，此裝設方式可減少船體重量。

(2)若要利用改變電力供應來加快它的行駛速度，是可行的。但是，我們這種組合最大的問題，在於磁簧開關使用大電流，接點容易融接在一起不能分離！使用3.7V 的鋰

電池應是最大的極限了！

- (3)「微動開關+磁簧開關」的電路設計：有避障功能的微動開關，再加入能簡易開啟電源的磁簧開關，那又要如何設計電路的連接呢？好像很難！不過，經我們和老師的試驗、研究與討論，我們將成果繪製成下圖。



本圖由第一指導教師拍攝

三、提升防水機制，探究磁力傳動的設置與機構安排，實作出「龍蟲」二號。

(一)實作成品「龍蟲二號」之展現





以上各圖皆由第一指導教師拍攝

(二)實作成品製作之質性描述與討論

經過「龍蟲一號」的研究試驗與實作後，我們仍希望自己能再精進並研發出一台防水一把罩的水中清道夫「龍蟲」號，以下是我們探究至目前所能使用的最適切材料與模式的實作作品。

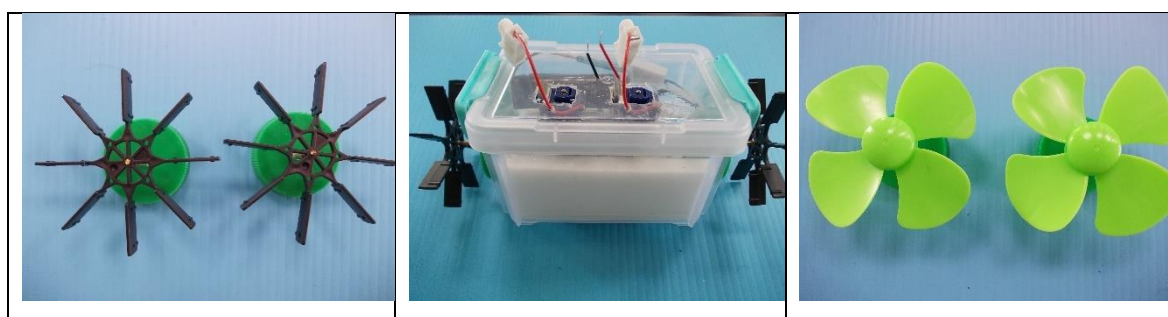
- 1.製作浮板：使用的仍是風扣板材質。「龍蟲」浮板形狀(圖二十二-1)以圓形為主，並在中間裁切縷空出收納盒與扇葉的位置。
- 2.自製磁力傳動螺旋槳：參考如機械達人 DIY「用玻璃盆造潛水艇，不用鑽孔就能傳輸動力」等 YT 頻道的潛水艇製作過程，我們討論並尋找生活周遭可利用的既有物品，進一步將「一般馬達+齒輪盒」的驅動零件，再加上**磁力傳動**所需要的機構零件，手作出自製的**磁力傳動螺旋槳**，所需材料如下所示。
 - (1)齒輪箱的旋臂
 - (2)市售玩具大齒輪零件
 - (3)含氟漱口水瓶蓋
 - (4)電氣用1.5cm 銅管
 - (5)3cm 長的銅釘
 - (6)6mm 直徑的強力磁鐵
- 3.找到扣住「外接螺旋槳的外部結構」的收納盒：我們陸續在書局、五金大賣場裡尋尋覓覓各種收納盒，終於找到只要裁短**傳動軸**，就可以放置兩個並列馬達齒輪組的

收納盒(圖二十二-2)，而且，圖上ㄅ和ㄆ的結構正好可以扣住「外接螺旋槳的外部結構」(圖二十二-3)，安裝、拆除都很快速方便，且不用調整、不用黏貼，真是幸運！但是，美中不足的是收納盒高度稍為矮了1公分，讓**龍蟲二號**潛入水中的夢想有了小遺憾！有點可惜，但我們可以想辦法再修改一下。

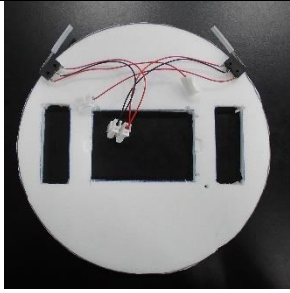
4. **磁力傳動裝置**是參考 YT 頻道的潛水艇製作，用**釹鐵硼磁鐵**當作磁力傳動的連結，但強大的磁力在運轉時，如果**懸臂**貼壁旋轉，會產生了很大的摩擦力，使得扇葉轉動極為不順，我們參考了磁浮玩具的構造(圖二十二-4)，用一根小小的**銅釘**，神奇的解決這個困擾(圖二十二-5,6,7)！它就像磁浮玩具一樣神奇的懸浮著，解決摩擦力的問題。
5. 磁鐵是以**嵌入方式**安裝於**旋臂**，另外用液態快乾黏著劑補強，因為齒輪箱**旋臂**大小的關係，磁鐵直徑僅達到直徑6mm，所以僅能**增加磁鐵厚度**來增加磁力，最大厚度可達14mm(圖二十二-8)。
6. 接下來，手作上的二大難題是「避障裝置的線路安裝」問題和「電池盒的開關」問題：避障線路連接，使用**按壓式連接器**來連接**微動開關**的線路，我們來解決如同謎團的接點問題(圖二十二-9,10)；**磁簧開關**則幫我們解決**收納盒中電源開關**的問題(圖二十二-11,12)。
7. 電力來源也是困擾我們的問題之一，原本避障裝置需要兩個電池盒，電池盒的體積和重量都是問題，改用充電式鋰電池，則是充電有困難！所以，我們最後選擇改用**14500型充電式磷酸鋰鐵電池**和**3號鎳氫電池**，它的外型和最常見的3號電池一樣，電壓還增加為3.2V，一次解決體積、重量、電壓和充電四種問題！也可以再加裝太陽能板進行充電，增長使用時間。
8. 能看到**龍蟲二號**成功的在水上行駛，讓我們充滿成就感呢！但偏航和行駛速度的問題卻仍待解決！

四、以「泵」的概念，探究與實作出「龍蟲」三號的不偏航功能，並提升行駛效益。

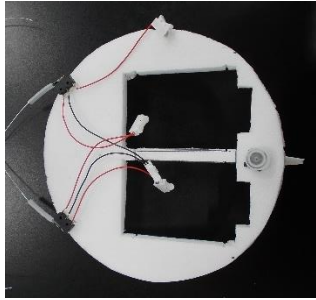
(一)實作成品「龍蟲三號」之展現



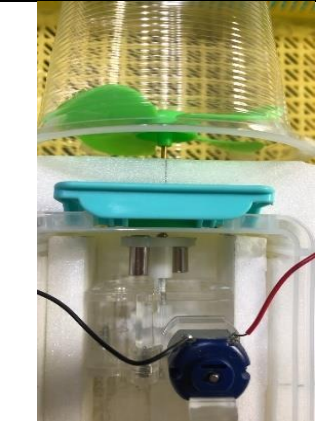
圖二十三-1
自製的磁力傳動螺旋槳
(水力槳)



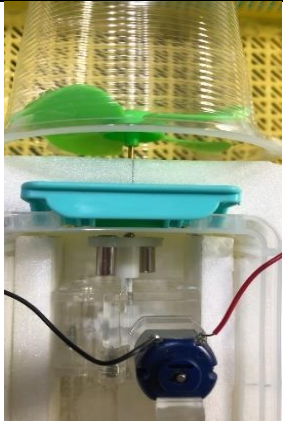
圖二十三-4
風扣板鑿空以方便置換
龍蝨二號磁力傳動裝置



圖二十三-7
風扣板鑿空以方便置換
龍蝨三號磁力傳動裝置



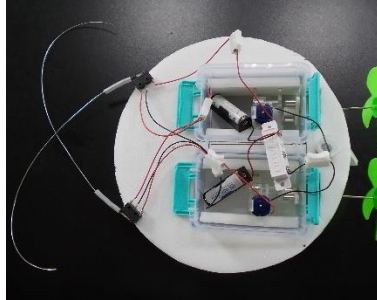
圖二十三-10
磁力傳動裝置的扇葉
加裝塑膠杯(已裁底)
作為「泵」推進船體



圖二十三-2
磁力傳動裝置
(水力槳)



圖二十三-5
磁力傳動裝置
(風扇螺旋槳)



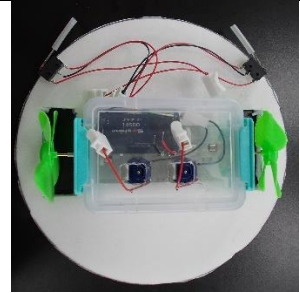
圖二十三-8
「龍蝨」三號(雛形)
尚未加裝塑膠杯(需裁底)



圖二十三-11
風扇螺旋槳裝入
已裁底塑膠杯(正照)



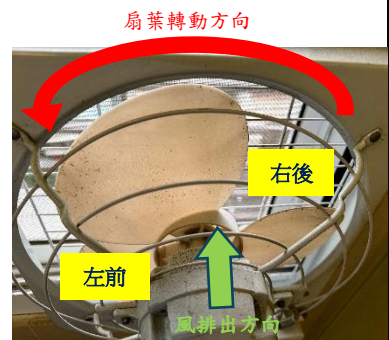
圖二十三-3
自製的磁力傳動螺旋槳
(風扇螺旋槳)



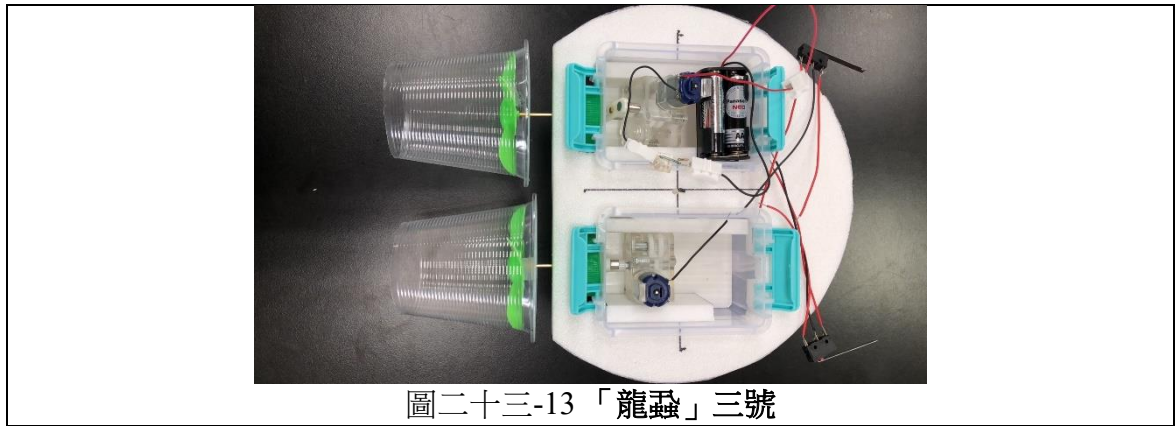
圖二十三-6
「龍蝨」二號



圖二十三-9
風扇螺旋槳裝入
已裁底塑膠杯(側照)



圖二十三-12
通風扇
扇葉角度與轉動方向
造成的排風情形



圖二十三-13 「龍蟲」三號

以上各圖皆由第一指導教師拍攝

(二)實作成品製作之質性描述與討論

不論是一開始進行試驗我們自己發想與設計各種船體裝置，或是龍蟲各種型號，我們都需要解決**動力不足**和**船體偏轉行駛**的情形！

1.動力不足：因我們將一個電池盒兩顆電池視為兩個電源，正轉用其中一顆，逆轉用另一顆，以便運用於避障功能的設置，卻有動力不足的情況，又須注意磁簧開關使用大電流時，接點容易融接在一起，所以，我們選用**14500型充電式磷酸鋰鐵電池**和**3號鎳氫電池**，電壓增為3.2V來加快它的行駛速度。這可一次解決體積、重量、電壓和充電四種問題！

2.船體偏轉行駛：一開始，我們以為是二側的馬達或磁力傳動裝置有個別差異造成的。所以想用**遙控方式**或**調配船體重心**來導正偏轉情形，但測試結果發現：這操作的效果是不明確的。然而，測試以下方法，卻可獲得成效！

(1)螺旋槳在船體後方並列：將放置在船體二側的螺旋槳，改放置在船體後方**並列**(如圖二十三-8)，螺旋槳旋轉方式經測試結果改為**同方向旋轉**的狀態，船體推進效果佳！但仍有船體偏轉情形產生，而偏轉幅度略有改善，不再原地打轉。

(2)泵並列：「泵」為英語 pump 的音譯，是一種增加液體或氣體壓力，而產生輸送或流動的機械。在此實驗中，我們定義「泵」指的是加裝塑膠杯後的機制，就像新式電風扇有**導風罩**一樣，也像噴射引擎，已裁杯底的塑膠杯就是這種效果。如圖二十三-9和圖二十三-11。隨著塑膠杯高度愈高，做出的「泵」，其扇葉產生的水波流動可以愈往後推動。

(3)扇葉角度與旋轉方向會影響水流推動的方向

A.以圖二十三-12為例，人看向風扇時，扇葉側立在軸心位置是「左在前、右在後」，當扇葉逆時針轉動時，風會吹離人的方向，也就是排風出去的狀態；當扇葉順時針轉動時，風會吹向人的方向，也就是吸風入室的狀態。

- B.我們自製的磁力傳動「泵」也是如此，因此，要特別注意馬達連接線路時，水流方向要往後送，則其二座並列的扇葉旋轉方向要相同。「泵」(扇葉加裝已裁切底部的塑膠杯)在導正船體行駛偏轉的效果更好！
- C.當二座扇葉設置在船體二側時，儘管扇葉都往前轉動，但在扇葉側立都是「左在前、右在後」的情形下，一扇葉(右邊)是順時針轉動，另一扇葉(左邊)是逆時針轉動，則水流皆往船體的右側推出，導致船體前進時，會往左偏轉行駛！

伍、結論

- 一、歷經兩年的創思與嘗試，從機電、動力、造型、結構……等，我思、我試、我做、我學，雖然我們受限於技術及工藝無法做到完美的水中清道夫，但在AI人工智慧大行其道的今日，我們能在本研究從基礎科學與科技的層次開始著手與學習，並得到一些具體成果，相信在未来我們的終極龍蝨號一定能優游、潛伏在水中並完成任務。
- 二、**船體**的外型經實測結果，不論要轉彎或達到避障效果，還是以圓形或球形為主要參考造型最佳；就類似家中的掃地機器人一樣，大多都是圓形或有圓弧造型的機體。
- 三、為了避免扇葉受到碰撞或碰撞到水中生物，我們設計將扇葉的轉動設置在**浮板**範圍之中，也就是設置在船體內的作法，造就體型和水中清道夫—龍蝨—相像！
- 四、使用**浮板**，可以大大的解決因動力和驅動零件所造成的**重心**不穩，甚至也能添加其他**配件**(例如：加裝微動開關、過濾網……)。
- 五、使用風扣板材質作為浮板，較容易裁切出縷空，便於**安裝、拆除或替換零件**，既快速方便，且不用調整、不用黏貼。
- 六、在研究過程中，創思有時會侷限於材料而無法執行，積木卻讓我們不用擔心浪費材料，隨時可以做變動，真是我們創建時的好幫手！積木當然不是萬能的，所以，我們在此探究實作中，學習到一個找適當材料的訣竅——從生活中尋找「功能」相同的替代品，例如：善用透明塑膠盒附蓋(黑師傅捲心酥)創作出集塵裝置，且方便拆卸和組裝；發想出軸芯不同的組裝方式……。
- 七、透過**齒輪與傳動軸**的虛實結合，產生不同的輸出轉速和扭力組合，構造簡單卻具有多變化的組合，可以適應各種不同用途的需求。
- 八、當扇葉軸與齒輪軸不一致時，我們可善用矽膠館與塑膠管來做最佳搭配，完成套合的銜接。
- 九、**釹鐵硼磁鐵**只需要小體積就能產生很強的磁力，是製作磁力傳動的最佳選擇。
- 十、**磁力傳動**的動力傳輸有許多的優點：首先受到注意的是減少振動；另外，因沒有機械

的硬連接，完全屬於**非接觸性**的隔空傳力，大大解決了需要機械密封的缺點；在化工、醫藥等行業生產線以及在實驗室中，很多以前不能解決的難題，磁力傳動(例如：實驗用的攪拌子)解決並實現了反應槽高溫、高壓、易燃、易爆和無洩漏等問題。

十一、研究磁力傳動時，我們發現以**尖端接觸**的方式，所造就的**磁懸浮現象**，可以大大降低摩擦力的影響。

十二、不用機電板或遙控器，船體能做到自體避障，少不了**微動開關**的作用，其構造簡單，只利用「常開/常閉」的接點來控制電流的方向，例如：滑鼠按鍵。

十三、原來**磁簧開關**也是一種構造簡單的裝置，用磁性物質可感應並產生開關效果，其常被應用於將機械動作轉換為電子訊號的裝置。讓龍蝨號只要一顆磁鐵靠近就能簡易啟動航行。

十四、電力供應是現今最熱門的話題，充電電池已經是未來的主流，無論是體積、重量、電容量都在結構與效能上突飛猛進，所以選擇**充電式電池**符合環保和潔淨能源的要求，讓龍蝨號的形體能更輕盈、續航力也更加有效益。

十五、要有效解決**船體偏轉行駛**的情況，從**遙控**或**調配船體重心**等方式著手的效果不佳，但針對以下三部分進行探究，獲得的成果很棒！

1. **螺旋槳**要在船體後方**並列**。
2. 將已裁底的塑膠杯作為扇葉的**導風罩**，和自製的**磁力傳動螺旋槳**組合成「**泵**」。
3. 扇葉角度與旋轉方向會影響水流推動的方向，所以並列扇葉的**轉動方向**要相同。

陸、參考文獻資料

一、泛科學。海洋吸塵器啟動！咦？怎麼一下就結束了？網路資料來源：

<https://pansci.asia/archives/160242>。搜尋日期：西元 2023 年月 9 月 20 日。

二、大愛電視台。台灣第一台！海上智能清潔機器人誕生。網路資料來源：

<https://www.daai.tv/search?q=%E5%8F%B0%E7%81%A3%E7%AC%AC%E4%B8%80%E5%8F%B0&target=Announcement&dstart=&dend=>。搜尋日期：西元2023年月9月22日。

三、OMRON。微動開關。網路資料來源：

<https://www.fa.omron.com.cn/guide/kg/1748.html>。搜尋日期：西元2024年月3月1日。

四、蔡依帆、薛鈺藏、洪于清、洪郁茹、方冠中等。生科非專教案「共備3-4 日常生活科技產品的電與控制應用——以避障掃礙動力車為例」之 PDF 檔案。研習資料。上課日期為2023年11月30日。

- 五、SENGATE。磁簧開關。網路資料來源：<https://zh-tw.sengate.com/magnetic-switch.htm>。搜尋日期：西元2024年月4月1日。
- 六、X 技術。一種磁力齒輪的變速傳動結構的製作方法。網路資料來源：<https://www.xjishu.com/zhuanli/60/202110257648.html>。搜尋日期：西元2024年月4月1日。
- 七、跟著鄭大師玩科學。淺談磁性齒輪。網路資料來源：<https://www.masters.tw/323814/magnetic-gear>。搜尋日期：西元2024年月4月1日。
- 八、佑來了。【Fun 科學】無電力、無接觸竟能造成特殊轉動關係(Magnetic Gear)。網路資料來源：<https://www.youtube.com/watch?v=INaFP1hsfwM>。搜尋日期：西元2024年月3月1日。
- 九、機械達人 DIY。用玻璃盆造潛水艇，不用鑽孔就能傳輸動力。網路資料來源：<https://www.youtube.com/watch?v=6FfpoCywjNY>。搜尋日期：西元2024年月1月29日。
- 十、人人焦點。如何辨別風扇吹哪個方向。網路資料來源：<https://ppfocus.com/0/sc27c1d91.html>。搜尋日期：西元2024年月4月1日。

【評語】 082806

在這份作品中，同學們從日常生活中發現問題，並通過不斷實驗和改進，成功開發出一款水中清道夫。研究過程非常系統化，從初步構想到最終的「龍蝨」三號，每一步都經過深思熟慮和反覆測試。學生們展現了優秀的動手能力，能靈活運用各種材料，如風扣板、積木等，來實現他們的設計。特別值得讚賞的是，同學們對科學原理的運用，如磁力傳動、避障機制等，都體現了對基礎科學的深入理解。同時，他們也能從失敗中學習，不斷改進設計，如解決船體偏航問題等。整個研究過程記錄詳盡，圖文並茂，清晰展示了每一步的思考和實驗過程。結論部分總結全面，既指出了研究成果，也反思了整個過程的收穫。

為了讓未來能有精進改善的空間，提出下列建議：此設計使用上的環境條件宜作說明，例如；1. 是否受天候限制？2. 可清除與無法清除的主要垃圾物各有那些限制？

作品簡報

水中清道夫——



「龍蝨」號，啟航！

摘要

為三隻小龜創造一個乾淨永續的生存空間，激發我們隨時產生的小小創意，透過探究實作完成我們的「龍蝨號」水中清道夫，它沒有高科技的AI人工智慧和酷炫的外表造型，只有單純外表和簡單機械智慧：一、利用虛實連接的可變四種齒輪比的變速裝置；二、超距力實踐的磁力傳動裝置；三、尖端接觸減少摩擦力的磁浮構造；四、雙微動開關構成的避障裝置；五、磁簧開關達成隔空啟動的實現；六、可充電鋰鐵電池續航無限；七、善用材料與物件特性，創發出簡易、快速的替換操作；八、船體不偏航的關鍵—在船體後方並列的「泵」(導風罩和螺旋槳的組合)—轉動方向要相同。「龍蝨號」啟航一池清爽，三隻小龜永保安康。

壹、前言

一、研究動機

人工定期清理並撈取水面上的漂浮物是非常耗時的！因看到同學花費很多時間在撈烏龜池上的落葉和水生植物的花穗等小粒子，非常的辛苦！想著，如果有水中動物會幫我們吃掉就好了。



海洋吸塵器



(引自泛科學)

臺灣第一台海上智能清潔機器人



(引自大愛電視台)

西元2018年9月4日海洋吸塵器在舊金山風光下水啟用，西元2021年新聞報導：臺灣第一台海上智能清潔機器人也誕生了！科技的發明源頭來自於人類的需求，我們也想行動研究出一台專屬於我們生態池的水中清道夫，但我們只有在四年級自然課程學過電路的應用，在五年級的資訊課程使用過mBlock機器人的程式控制，所以，我們尋求老師指導，從簡單機械結構的學習，探究船形體結構、動力驅動機制與避障設置之間的關係。

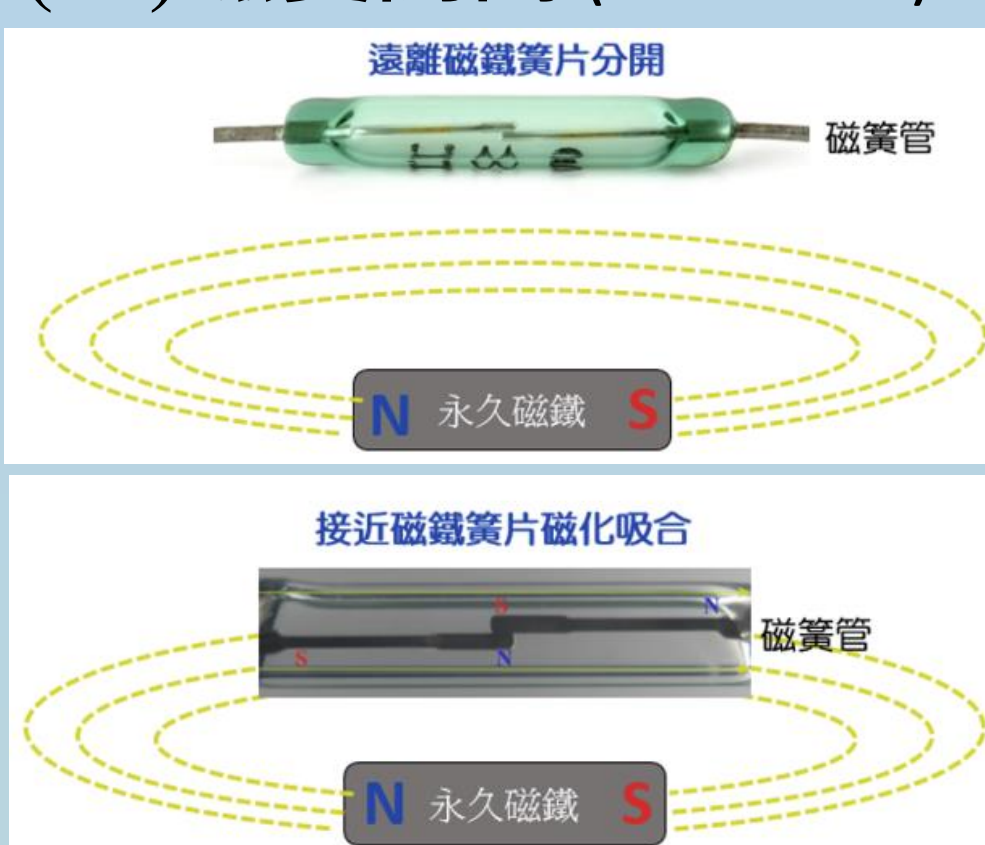
期待我們龜池的清潔行動，有水中清道夫—「龍蝨」的神救援，一定可以變得既輕鬆、新奇、好玩又酷炫！

二、研究目的

- (一)試驗我們自己的發想與設計，探究不同材料與物件的特性，並比較其實作於船體運行上的優、缺點。
- (二)整合並應用先前實作經驗的關鍵與策略，探究實作出「龍蝨」一號。
- (三)提升防水機制，探究磁力傳動的設置與機構安排，實作出「龍蝨」二號。
- (四)以「泵」的概念，探究實作「龍蝨」三號的不偏航功能與行駛效益。
- (五)探究微動開關觸動桿的材質、造型和長度在角落避障的效果，實作出「龍蝨」四號。

三、文獻回顧

(一)磁簧開關 (引自SENGATE)

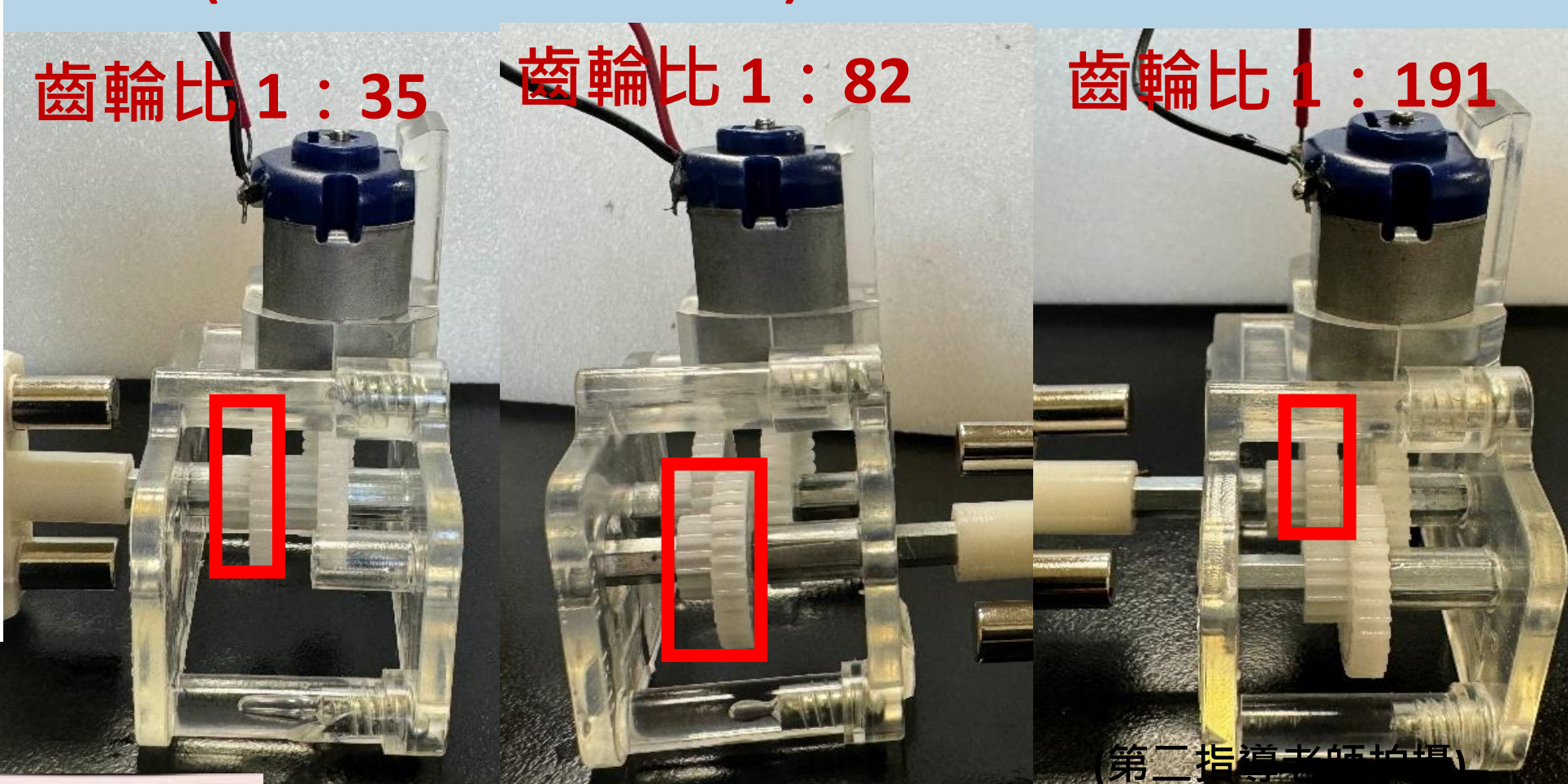


(二)微動開關(引自蔡依帆等)



(三)齒輪盒構造

(紅框為傳動軸的齒輪)

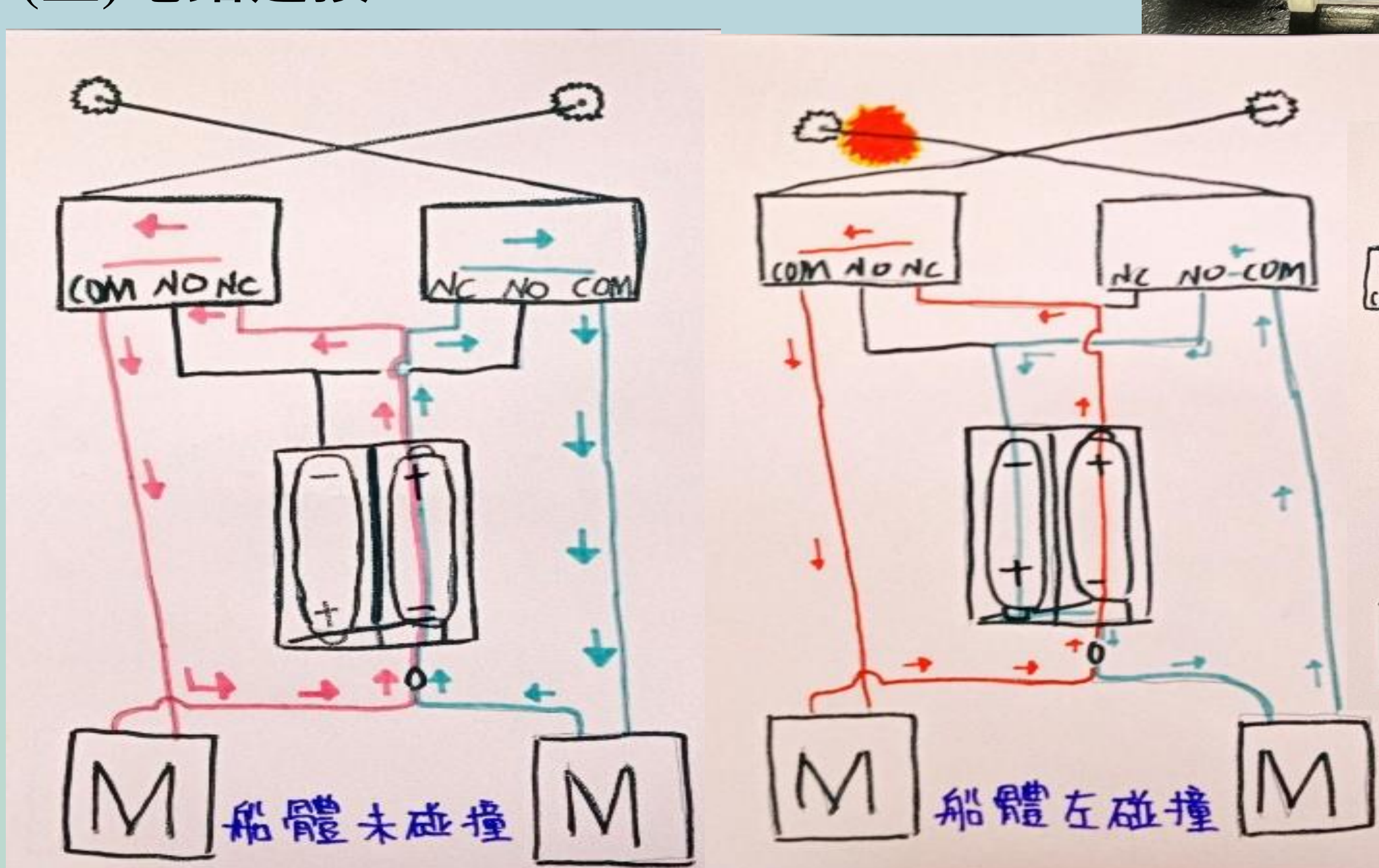


(四)辨識風扇吹向

利用扇葉的角度和旋轉方向來判斷風扇的吹向。



(五)電路連接



(第二作者繪製)

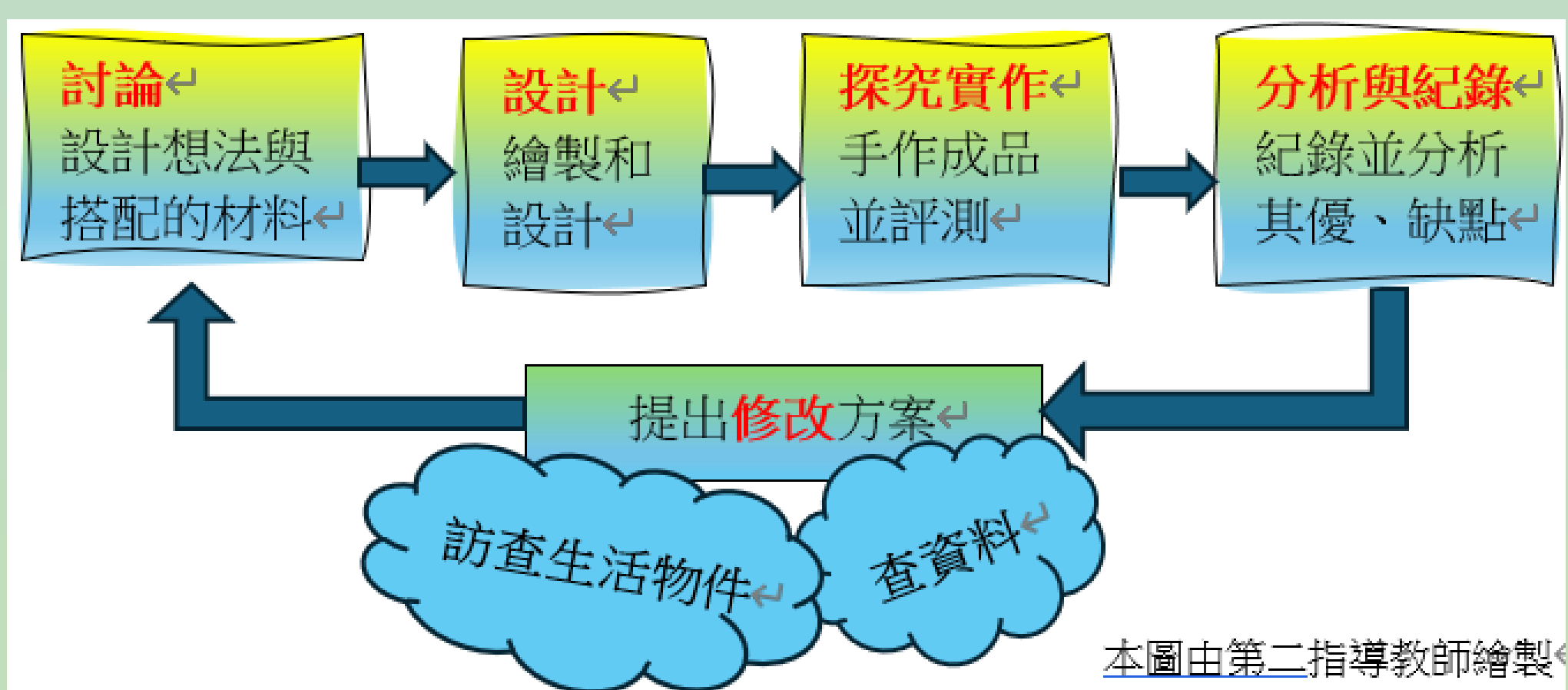
(六)磁力傳動機構 (優點)

- 1.超距力傳動，可降低機械能損耗。
- 2.無接觸式傳動，無需潤滑接觸面，保養簡易，亦抑制噪音產生。
- 3.設備中，因摩擦所產生的粉塵與油汙不會對超距接觸產生影響，並具防水特性。
- 4.具有扭矩過載保護特性。

貳、研究設備及器材 (略)

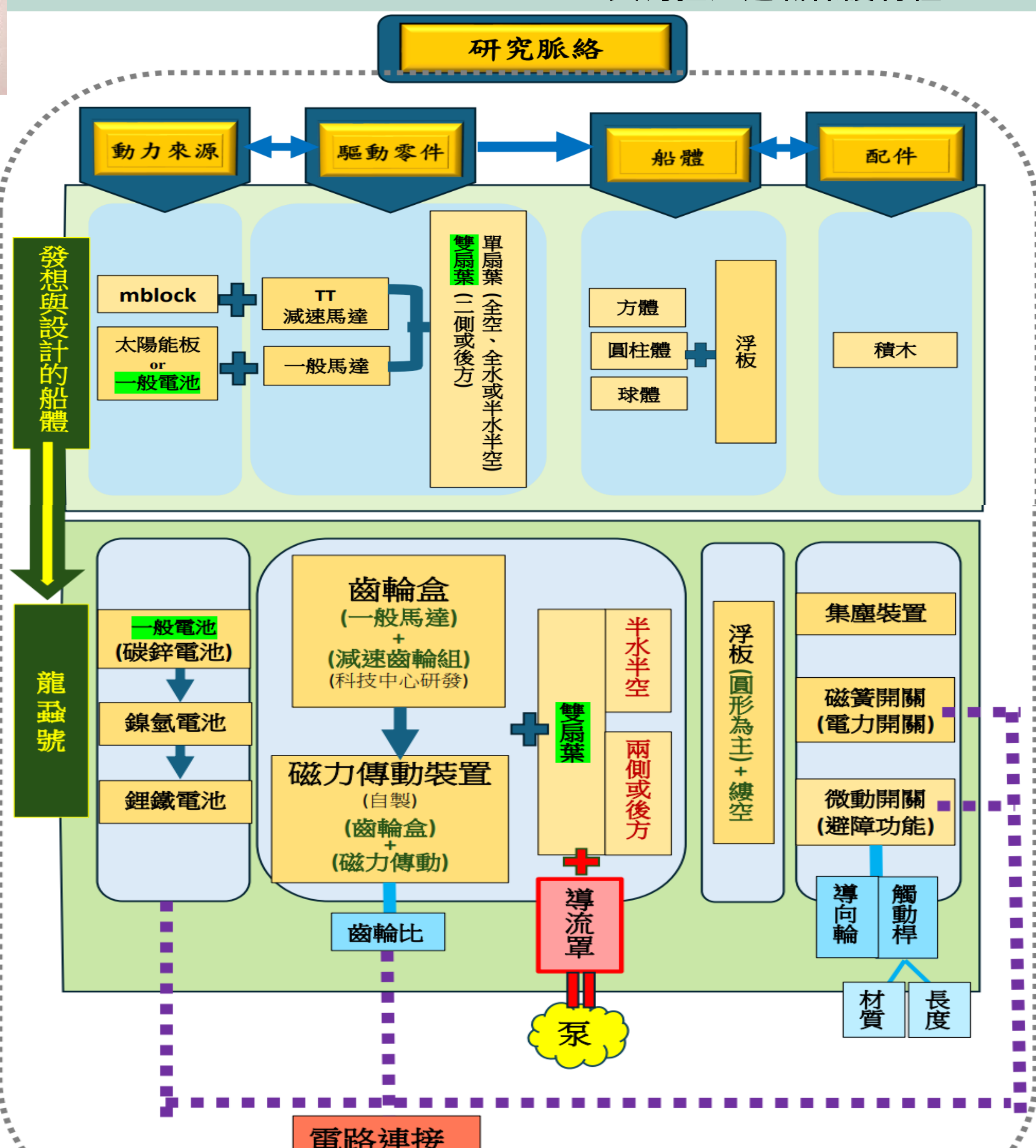
參、研究過程與方法

一、研究策略：如下。本研究主要以創意發想與設計來進行質性探究的實作。



本圖由第二指導教師繪製

二、研究架構：如右圖。首先，我們主要以動力來源和驅動方式作為我們研究脈絡的主軸，不斷地試驗與探究，循序發現問題並解決問題，歸納、整合出製作的關鍵與策略，探究並實作出「龍蝨」一號和「龍蝨」二號，並再精進產出「龍蝨」三號和四號。



電路連接

肆、研究討論及結果

一、試驗發想與設計，探究不同材料與物件的特性，並比較實作於船體運行上的優、缺點。

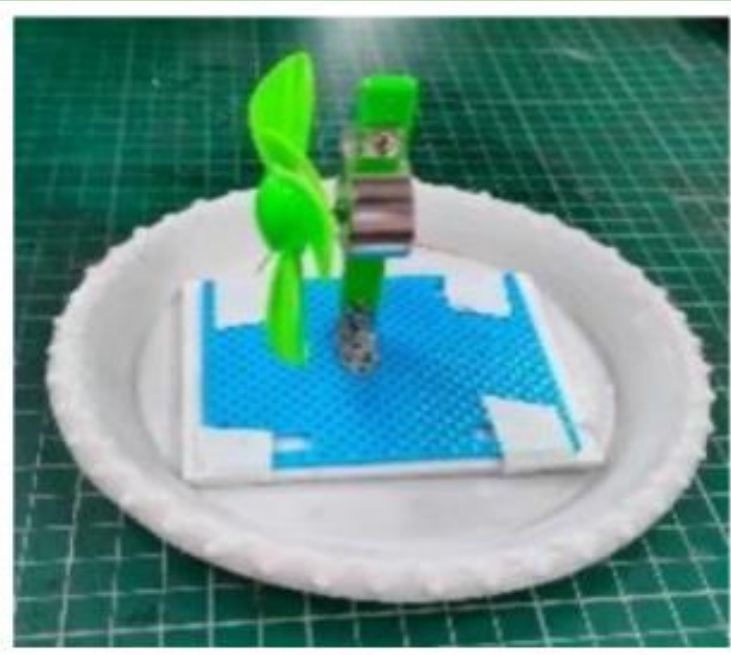
(一)以太陽能風扇零件(如圖一)做為結構基礎，為便於操作會將電力供應改為乾電池。

(二)使用兩套扇葉零件為動力結構基礎進行研究



珍珠板乒乓球風力船

↑優：馬達可避免碰水。船可快速前進。
↑缺：乒乓球放置的位置在珍珠板上方，底部珍珠板會被淹沒！風扇架高，重心高，易翻覆。



底盤浮板風力船

↑優：使用花盆底盤，船體穩定度高。底盤是容器，可增加浮力的效果。
↑缺：重心高。玩具中常見的動力方式，不新奇！



半空半水乒乓球船

↑優：小量杯防止電子零件碰水。水面波動，可增加溶氧效益。重心低。
↑缺：因固定板有洞，水易進入乒乓球中而沉船！花盆底盤邊緣難以架設馬達。



水中風扇光碟船

↑優：光碟片可增加浮力面積。
↑缺：乒乓球切口的縫隙會進水！茶凍盒鑽洞，會有進水！船體自轉，未能前進。



單扇葉球體船

↑優：密合度高，防水性提高。方便調動扇葉位置(半水半空、全水或全空)。呈現半空半水狀態(可前進)，優於「沉入水中狀態」(會自轉)。
↑缺：重心不易調整，常出現自轉。有洞會進水。調整零件皆須開闔球體，不便利。



雙扇葉球體船

↑優：防水較佳。
↑缺：難以開關電源。不易找到平面處，以建立基準點。球體易原地滾動。待解決扇葉裸露、噴水問題，須有防護。



雙扇葉方體船

↑缺：要放入馬達做黏合並防水，比球體花較多時間找相對位置，手作難度很高。有洞會進水。
↑優：前進行駛效果較好！

(三)以mblock機件(如圖九)做為動力結構的基礎



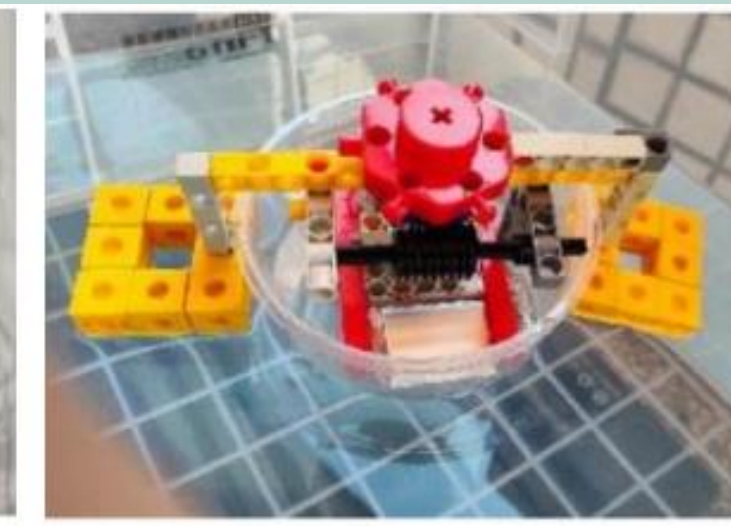
方型保鮮盒

↑優：因mblock的大小無法利用方體盒，所以改用保鮮盒。空間較大，較易製作。有上蓋可防零件被噴水。
↑缺：有洞會進水。可前進，但有偏航、轉彎的情形。



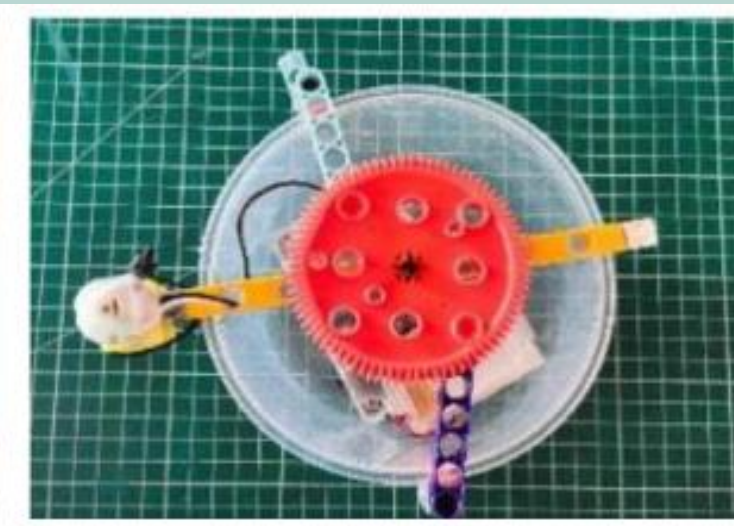
圓形保鮮盒

↑優：mblock放入圓形盒剛好卡住，不移動！測量時，較方體更簡易。因馬達外掛，無進水危機。
↑缺：需要尋找TT馬達妥善連接扇葉的方式。測試扇葉位置不同的行駛效果：都可前進，但仍有偏轉、偏航的狀況。



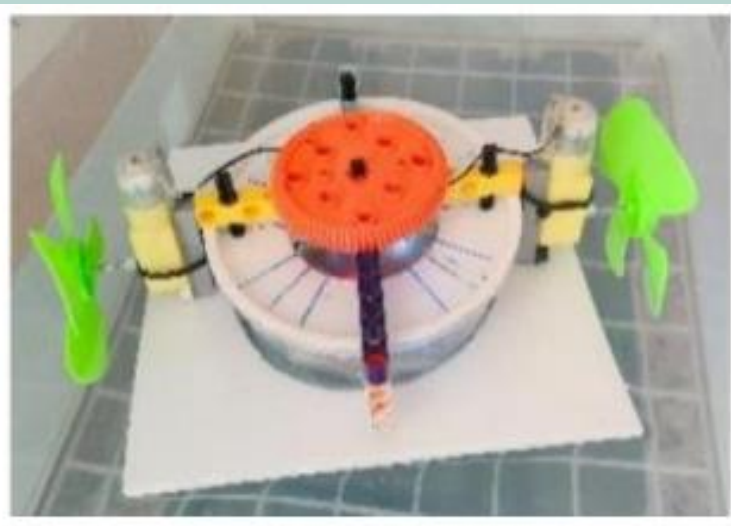
第一種積木結構：馬達外掛「兩側」

↑優：可轉動紅色圓盤調整馬達的相對位置。無鑽洞，無進水危機。
↑缺：積木體積大、重量重。調整兩馬達角度後，重心會偏移！兩馬達的角度在行駛中易移位。有偏航情形。



第二種積木結構：馬達外掛「兩側」

↑優：積木零件結構較簡單、較輕。可調整雙馬達角度，且固定的較好。無鑽洞，無進水危機。
↑缺：積木圓盤呈懸空，積木結構易脫落。二馬達夾角呈90度時，結構未對稱，重心不穩。須探究偏航情形。



第三種積木結構：第二種積木結構+盒蓋+浮板

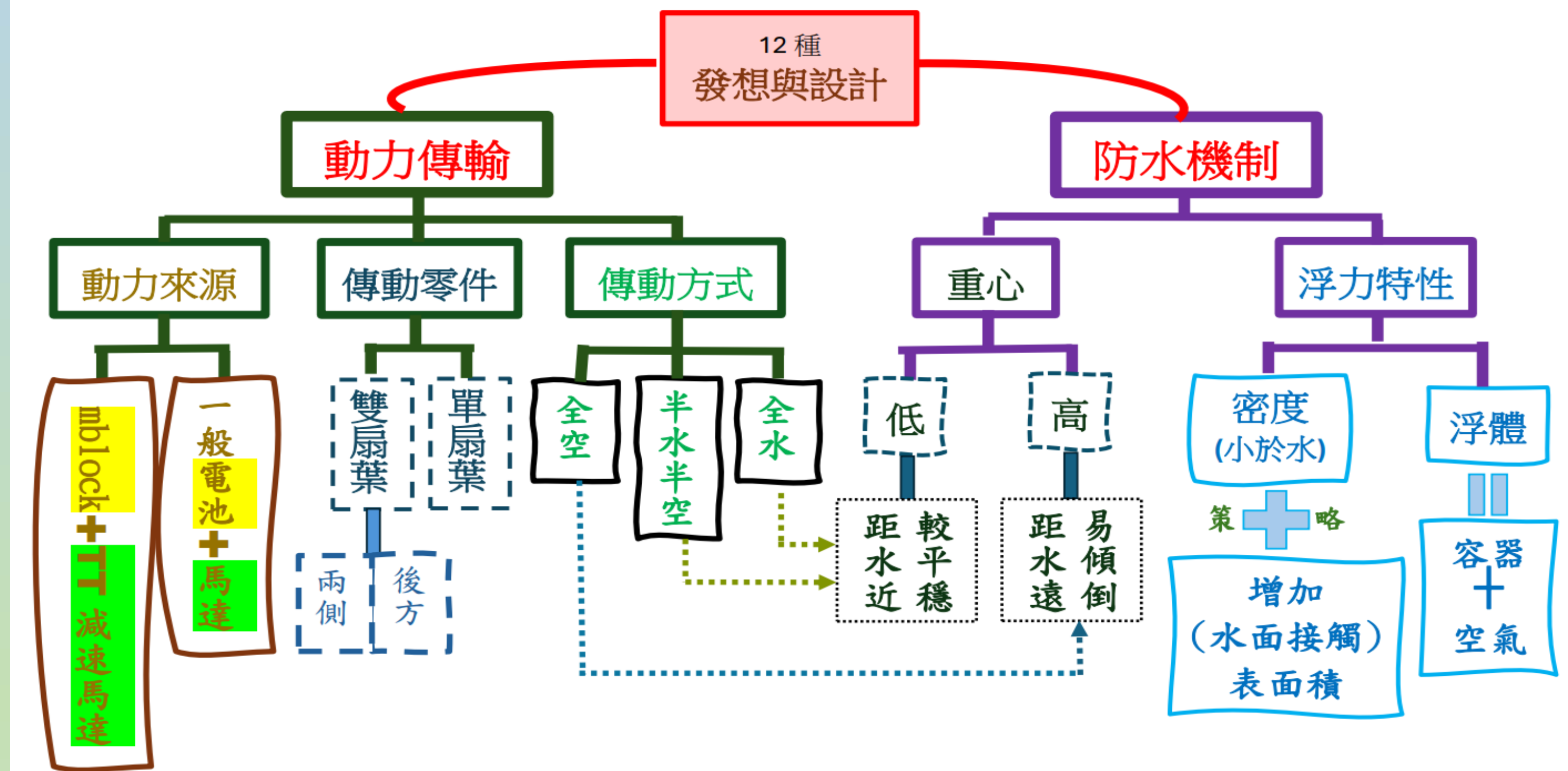
↑優：零件簡單，重量輕。保鮮盒烙洞，讓棒狀積木插入，固定馬達位置，改善懸空狀態。無鑽洞，無進水危機。加裝浮板在盒身，可確保馬達不會沉入水中，也可藉浮板的支撐，減少重心不穩的影響。
↑缺：二馬達夾角呈90度時，結構未對稱，重心不穩。須探究偏航情形。

將12種船體的研究結果歸納分析為概念圖，如下圖所示。我們發現：船體的研發要先考量「防水機制」！其次就是要讓船動起來的關鍵——「動力傳輸」。

如果想要讓船動起來，有三個重要的關鍵。第一關鍵是「動力來源」；電壓和馬達傳動的扭力，會讓船行駛效果不同。第二關鍵是扇葉的位置；我們覺得扇葉半水半空的方式，比較新奇！而且重心較低、不易翻覆，而且水面波動可以增加溶氧量！第三關鍵是雙扇葉的角度；雙扇葉裝設在船體後方，可改善了航行自轉的情形。

二、整合並應用先前實作經驗的關鍵與策略，探究實作出「龍蟲」一號。

(一)實作成品之展現——可拆裝並更換物件



(二)實作成品之展現——「龍蟲」一號製作說明

三、提升防水機制，探究磁力傳動的設置與機構安排，實作出「龍蟲」二號。

四、以「泵」的概念，探究實作「龍蟲」三號的不偏航功能與行駛效益。

五、探究微動開關觸動桿的材質、造型和長度在角落避障的效果，實作出「龍蟲」四號。

「龍蟲」二號、三號、四號的驅動方式，皆以「磁力傳動裝置」為主進行探究。

--	--	--

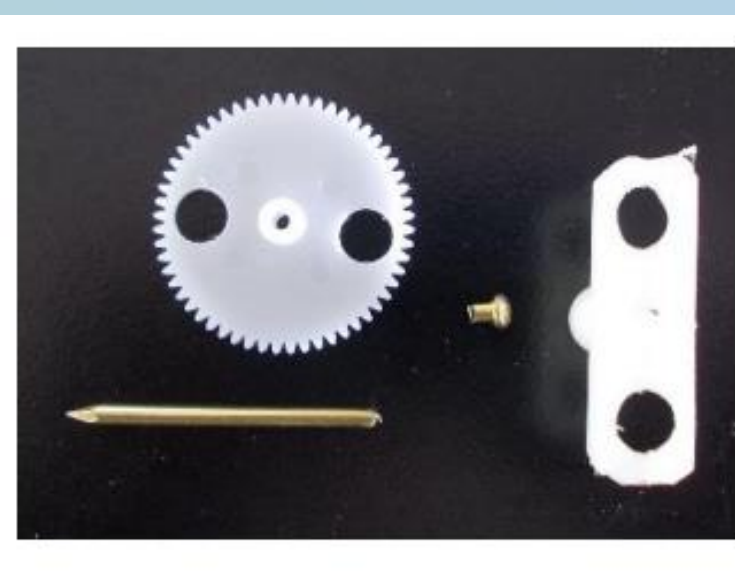
(一)實作成品之展現——製作說明



圖一 磁力傳動裝置
(說明懸臂的磁鐵以吸力帶動瓶蓋中齒輪的磁鐵)



圖二 磁力傳動裝置
(收納盒外的結構與零件)



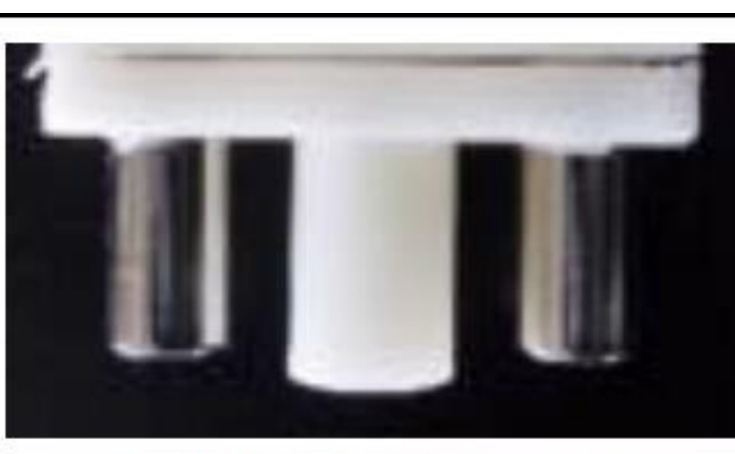
磁力傳動裝置
(減少摩擦力的零件)



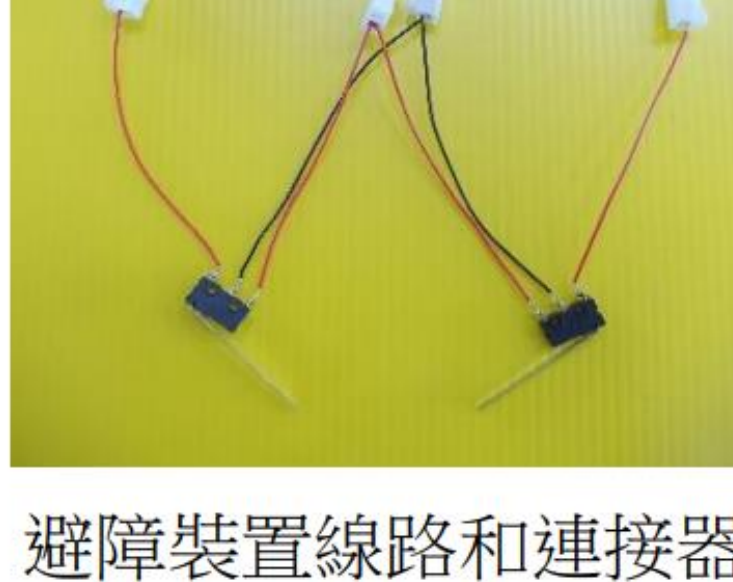
銅釘凸出齒輪軸心



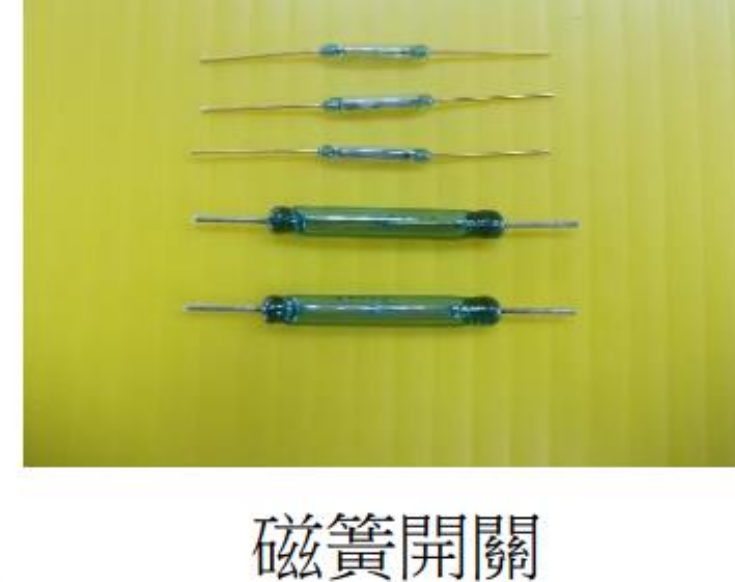
銅釘頭安裝在旋臂中心



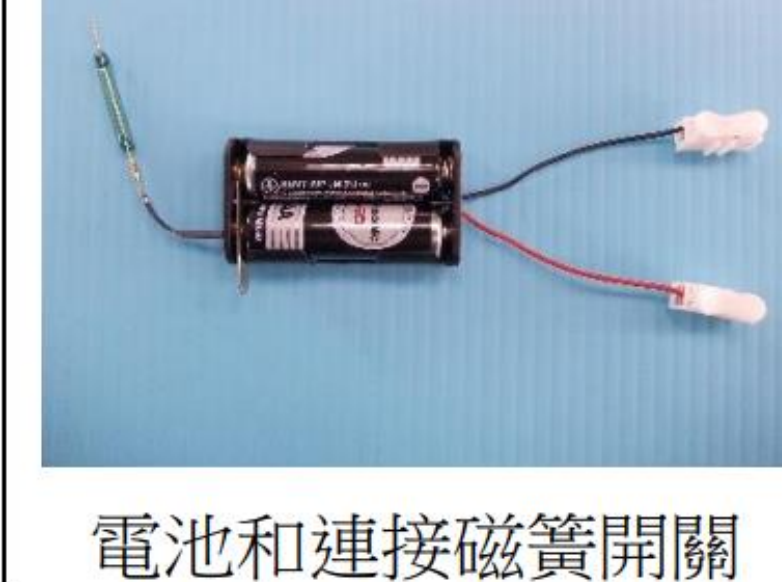
懸臂裝上強力磁鐵
(鈦鐵硼磁鐵， $2r=6\text{mm}$ ， $H=14\text{mm}$)



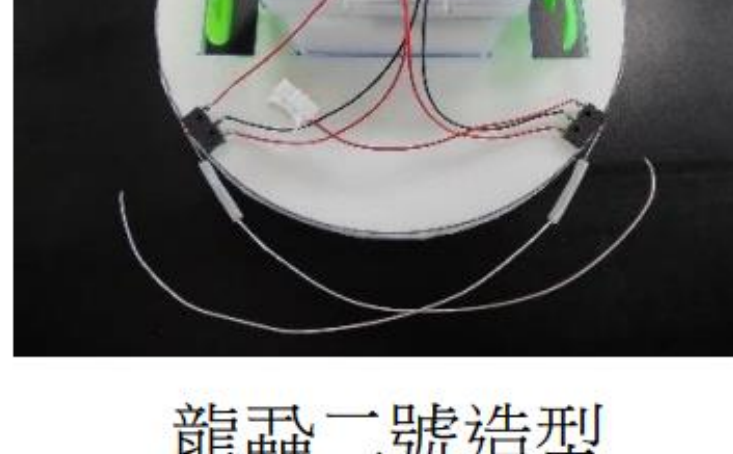
避障裝置線路和連接器



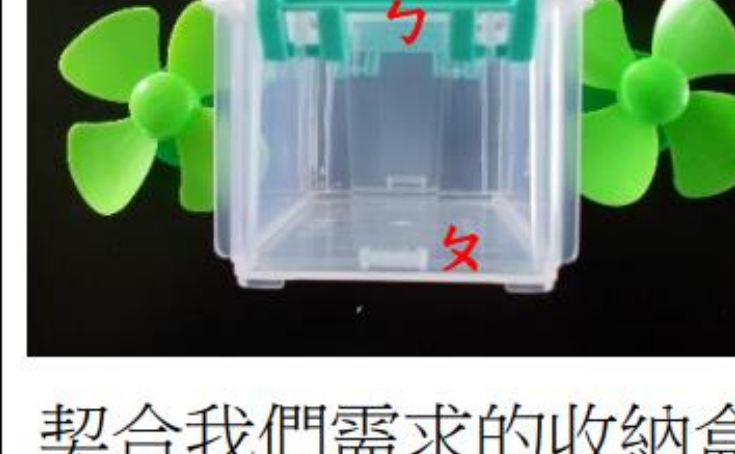
磁簧開關



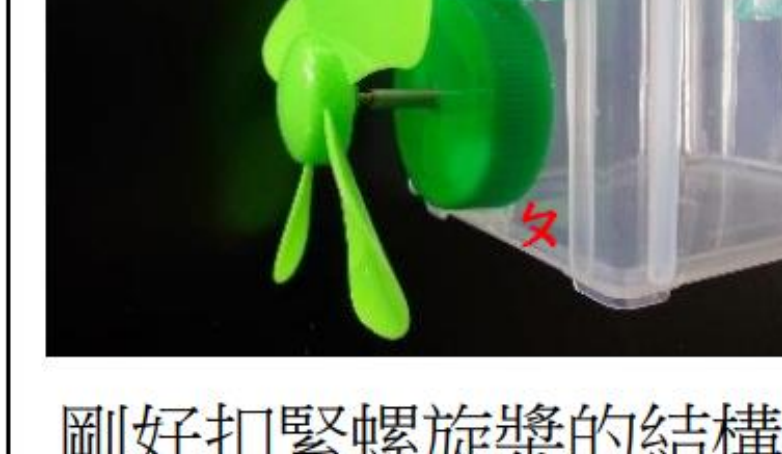
電池和連接磁簧開關



龍蝨二號造型



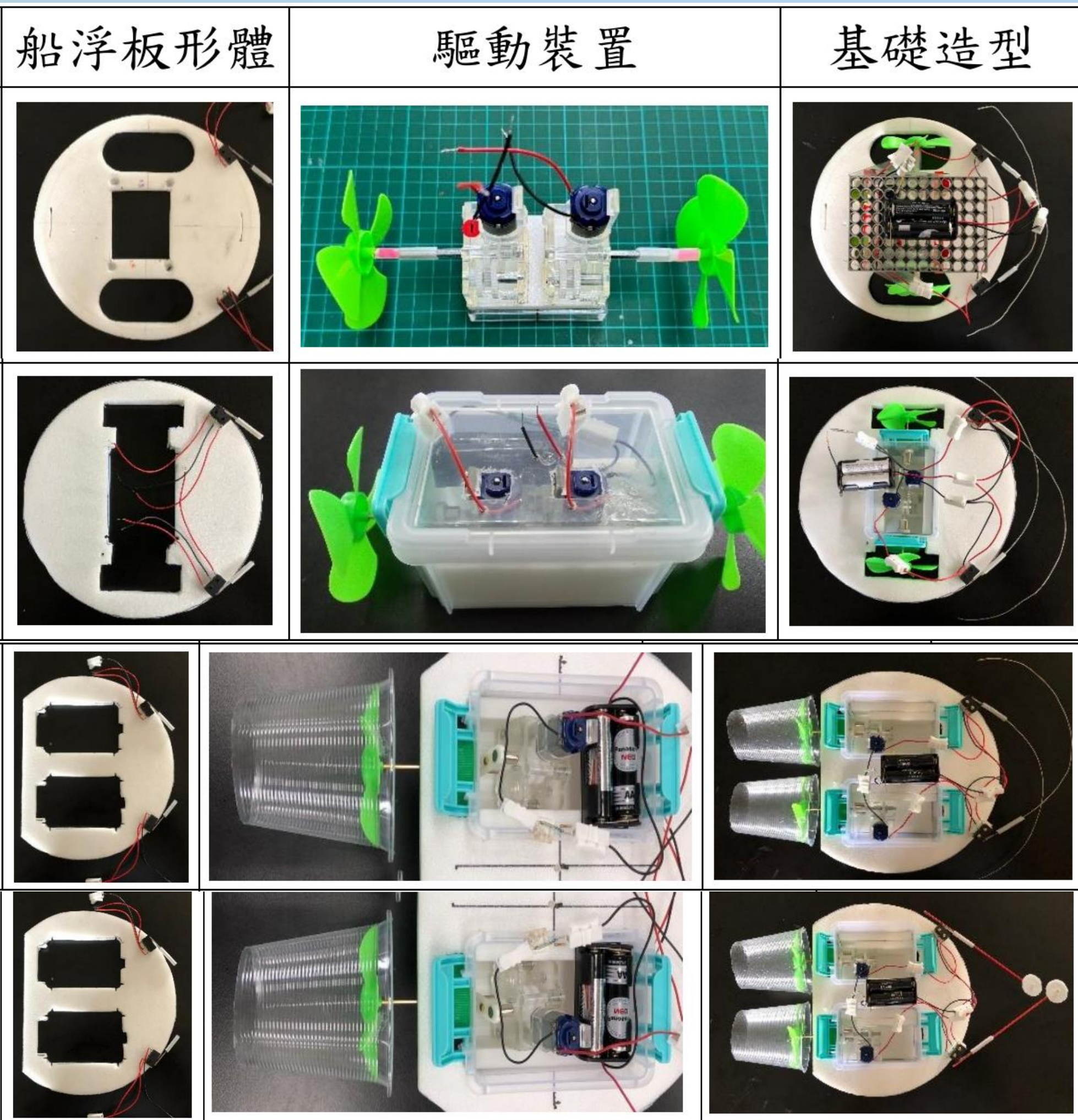
契合我們需求的收納盒



剛好扣緊螺旋槳的結構

(二)實作成品之展現——比較「龍蝨」號之異同

項目	驅動零件				配件與功能				船體 浮板形體
	電力來源	驅動來源	防水機制	扇葉位置	磁簧 開關	微動 開關	觸動桿 材質	集塵 裝置	
龍蝨號									
一號	碳鋅電池 1.5V	齒輪盒 (測試①③)	積木+透明片	雙扇葉 兩側	V	V	鋁線	V	圓形
二號	鎳氫電池 1.2V	齒輪盒 (測試①③)	磁力傳動裝置	雙扇葉 兩側	V	V	鋁線	V	圓形
三號	鋰鐵電池 3.2V	齒輪盒 (測試①③②)	磁力傳動裝置	【泵】 雙扇葉+導風罩 後方	V	V	鐵線	V	圓形+ 後方裁切
四號	鋰鐵電池 3.2V	齒輪盒 (測試②)	磁力傳動裝置	【泵】 雙扇葉+導風罩 後方	V	V	玻璃纖維 (兩傘支架) +導向輪	V	圓形+ 後方裁切



伍、結 論

- 歷經兩年的創思與嘗試，從機電、動力、造型、結構.....等，我思、我試、我做、我學，雖然我們受限於技術及工藝無法做到完美的水中清道夫，但在AI人工智慧大行其道的今日，我們能在本研究從**基礎科學與科技**的層次開始著手與學習，並得到一些具體成果，相信在未來我們的終極龍蝨號一定能優游、潛伏在水中並完成任務。
- 船體的**外型**經實測結果，不論要轉彎或達到避障效果，還是以**圓形或球形**為主要參考造型最佳；就類似家中的掃地機器人一樣，大多都是圓形或有圓弧造型的機體。
- 為了避免扇葉受到碰撞或碰撞到水中生物，我們設計將**扇葉**的轉動設置在**浮板範圍之中**，也就是設置在**船體內**的作法，造就體型和水中清道夫-龍蝨-相像！
- 使用**浮板**，可以大大的解決因動力和驅動零件所造成的**重心不穩**，甚至也能**添加其他配件**(例如：加裝微動開關、過濾網.....)。
- 使用**風扣板**材質作為浮板，較容易裁切出**縫空**，便於**安裝、拆除或替換**零件，既快速方便，且不用調整、不用黏貼。
- 在研究過程中，創思有時會侷限於材料而無法執行，積木卻讓我們不用擔心浪費材料，隨時可以做變動，真是我們創建時的好幫手！積木當然不是萬能的，所以，我們在此探究實作中，學習到一個找適當材料的訣竅—從生活中尋找**「功能」相同的替代品**，例如：善用透明塑膠盒附蓋(黑師傅捲心酥)創作出集塵裝置，且方便拆卸和組裝；發想出軸芯不同的組裝方式.....。
- 透過齒輪與傳動軸的虛實結合，產生不同的輸出轉速和扭力組合，構造簡單卻具有多變化的組合，可以適應各種不同用途的需求。
- 當扇葉軸與齒輪軸不一致時，我們可**善用矽膠館與塑膠管**來做最佳搭配，完成**套合的銜接**。
- 鈦鐵硼磁鐵**只需要**小體積**就能產生很強的**磁力**，是製作磁力傳動的最佳選擇。
- 磁力傳動**的動力傳輸有許多的**優點**：首先受到注意的是減少振動；另外，因沒有機械的硬連接，完全屬於非接觸性的隔空傳力，大大解決了需要機械密封的缺點；在化工、醫藥等行業生產線以及在實驗室中，很多以前不能解決的難題，磁力傳動(例如：實驗用的攪拌子)解決並實現了反應槽高溫、高壓、易燃、易爆和無洩漏等問題。
- 研究磁力傳動時，我們發現以**尖端接觸**的方式，所造就的**磁懸浮現象**，可以大大降低摩擦力的影響。
- 不用機電板或遙控器，船體能做到自體避障，少不了微動開關的作用，其構造簡單，只利用「常開/常閉」的接點來控制電流的方向，例如：滑鼠按鍵。
- 原來**磁簧開關**也是一種構造簡單的裝置，用**磁性物質**可感應並產生**開關效果**，其常被應用於將機械動作轉換為電子訊號的裝置。讓龍蝨號只要一顆磁鐵靠近就能簡易啟動航行。
- 電力供應是現今最熱門的話題，充電電池已經是未來的主流，無論是體積、重量、電容量都在結構與效能上突飛猛進，所以選擇**充電式電池**符合環保和潔淨能源的要求，讓龍蝨號的形體能更輕盈、續航力也更加有效益。

陸、參考文獻

- 泛科學。海洋吸塵器啟動！咦？怎麼一下就結束了？
網路資料來源：
<https://pansci.asia/archives/160242>。搜尋日期：西元2023年月9月20日。
- 大愛電視台。台灣第一台！海上智能清潔機器人誕生。網路資料來源：
<https://www.daai.tv/search?q=%E5%8F%B0%E7%81%A3%E7%AC%AC%E4%B8%80%E5%8F%B0&target=Announcement&dstart=&dend=>。搜尋日期：西元2023年月9月22日。
- OMRON。微動開關。網路資料來源：
<https://www.fa.omron.com.cn/guide/kg/1748.html>。
搜尋日期：西元2024年月3月1日。
- 蔡依帆、薛鈺藏、洪于清、洪郁茹、方冠中等。生科非專教案「共備3-4 日常生活科技產品的電與控制應用——以避障掃磁動力車為例」之PDF檔案。研習資料。上課日期為2023年11月30日。
- SENGATE。磁簧開關。網路資料來源：<https://zh-tw.sengate.com/magnetic-switch.htm>。搜尋日期：西元2024年月4月1日。
- X技術。一種磁力齒輪的變速傳動結構的製作方法。網路資料來源：
<https://www.xjishu.com/zhuanti/60/202110257648.html>。搜尋日期：西元2024年月4月1日。
- 跟著鄭大師玩科學。淺談磁性齒輪。網路資料來源：
<https://www.masters.tw/323814/magnetic-gear>。
搜尋日期：西元2024年月4月1日。
- 佑來了。【Fun科學】無電力、無接觸竟能造成特殊轉動關係(Magnetic Gear)。網路資料來源：
<https://www.youtube.com/watch?v=INaFP1hsfWm>。
搜尋日期：西元2024年月3月1日。
- 機械達人DIY。用玻璃盆造潛水艇，不用鑽孔就能傳輸動力。網路資料來源：
<https://www.youtube.com/watch?v=6FfpoCywjNY>。
搜尋日期：西元2024年月1月29日。
- 人人焦點。如何辨別風扇吹哪個方向。網路資料來源：
<https://ppfocus.com/0/sc27c1d91.html>。搜尋日期：西元2024年月4月1日。