

# 中華民國第 58 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

第二名

082805

DIY「全自動」羽球發球機

學校名稱：新北市板橋區板橋國民小學

作者：	指導老師：
小六 張昀柔	張世南
小六 陳芊帆	張旻勛
小五 洪瑋駿	
小六 李天宇	

關鍵詞：羽球發球機、彈力、雲教授

## 摘要

市售羽球發球機價格十分昂貴，所以我們想製作便宜又實用的「羽球發球機」。老師曾提到「力」可以讓物體運動，在資料收集和討論後，畫出設計圖並製作。

過程中遭遇許多挑戰，但我們都一一克服。為了讓羽球發球機功能更完善，經過不斷研究和改良，最後製作出自動送球機和自動夾取機，讓羽球可以自動發球。此外，我們還進行改變不同電壓、改變發射臺角度、改變發球機高度和改變不同電流的實驗，以找出羽球最佳的飛行距離。

實驗結果，羽球發球機放置高度 140 公分，發射臺傾斜 35 度，並以 3 號小馬達在電壓 12V 電流 1.5A 下運轉，羽球飛行的距離最遠。最後還將製作成本低廉的「羽球發球機」實際應用於練習，既方便又實用呢！



全自動羽球發球機

## 壹、研究動機

上課後羽球社團的時候，羽球教練推出市售的自動羽球發球機，羽球發球機不但可以發高遠球，還可以發平球和吊球呢！不過，市售自動羽球發球機的價格十分昂貴，因此，羽球教練總是耳提面命地提醒大家要好好愛惜使用。

這學期資訊課，資訊老師提到「雲教授程式設計」軟體，並利用智高智慧積木套件，組裝一臺救難直升機，實際展示救難直升機上升下降、螺旋槳旋轉，這讓大家看得目不轉睛，讚嘆不已！

因此，我們決定利用智高智慧積木套件，自行組裝一臺「羽球自動抓取機」；利用「雲教授」程式設計軟體，自行設計「羽球自動抓取機」的程式。此外，我們還一起收集羽球發球機相關資料，並且請教老師相關的問題，期望能夠製做出一臺既有效、又具經濟效應的「全自動羽球發球機」。它不僅可以讓我們練習羽球對打，又可以提供給學校上羽球課時所使用，進而創造出更好的羽球成績。

◎與課程相關單元：

【六年級翰林版】：力與運動、簡單機械



## 貳、研究目的

一、製作羽球發射機和送球機

二、找出羽球發球機最佳的飛行距離

(一)改變不同的電壓，找出羽球最佳的飛行距離

(二)改變羽球發射臺的角度，找出羽球最佳的飛行距離

(三)改變羽球發球機的高度，找出羽球最佳的飛行距離

(四) 改變不同的電流，找出羽球最佳的飛行距離

三、製作羽球固定架和羽球自動夾取機

四、組裝成「第四代全自動羽球發球機」，實際運用於羽球練習

## 參、研究設備及器材

### 一、研究設備及器材：

器材名稱	用途
電焊槍、焊錫、電鑽、水平儀、鋸子、螺絲起子組、剪刀、美工刀、雙面膠、老虎鉗、尖嘴鉗、相機、錄影機、熱熔槍、熱熔膠、保麗龍膠、強力黏著劑、泡棉膠、大型塑膠尺、直尺、海報紙、塑膠羽球(直徑 2.6 cm)、鐵皮剪、奇異筆、鉛筆、砂紙、電線剝皮器、游標尺	基本工具
玩具車塑膠輪胎、木頭、木板、小馬達、塑膠羽球、電線、管夾、L 型角鐵、螺絲釘、平角鐵、銼刀、三用電錶、量角器、膠帶、棉線、電池、電池座、廢棄課桌椅桌面、絕緣膠帶、螺帽	製作羽球發球機
粗橡皮筋、四驅車塑膠輪軸、小圓棒、木頭、全銅鑽頭夾具、3v 變壓器	製作羽球自動送球器
羽球筒、木片、木板、木頭、L 型角鐵、螺絲釘、螺帽、透明塑膠片、長尾夾	製作羽球固定架
智高智慧積木套件、塑膠板、平板電腦、智高控制盒、雲教授 USB、塑膠板	製作自動羽球夾取器
光電轉速計、計算機、小型塑膠風扇片、直尺、電池座、電池	測量小馬達轉速

### 二、變壓器規格：

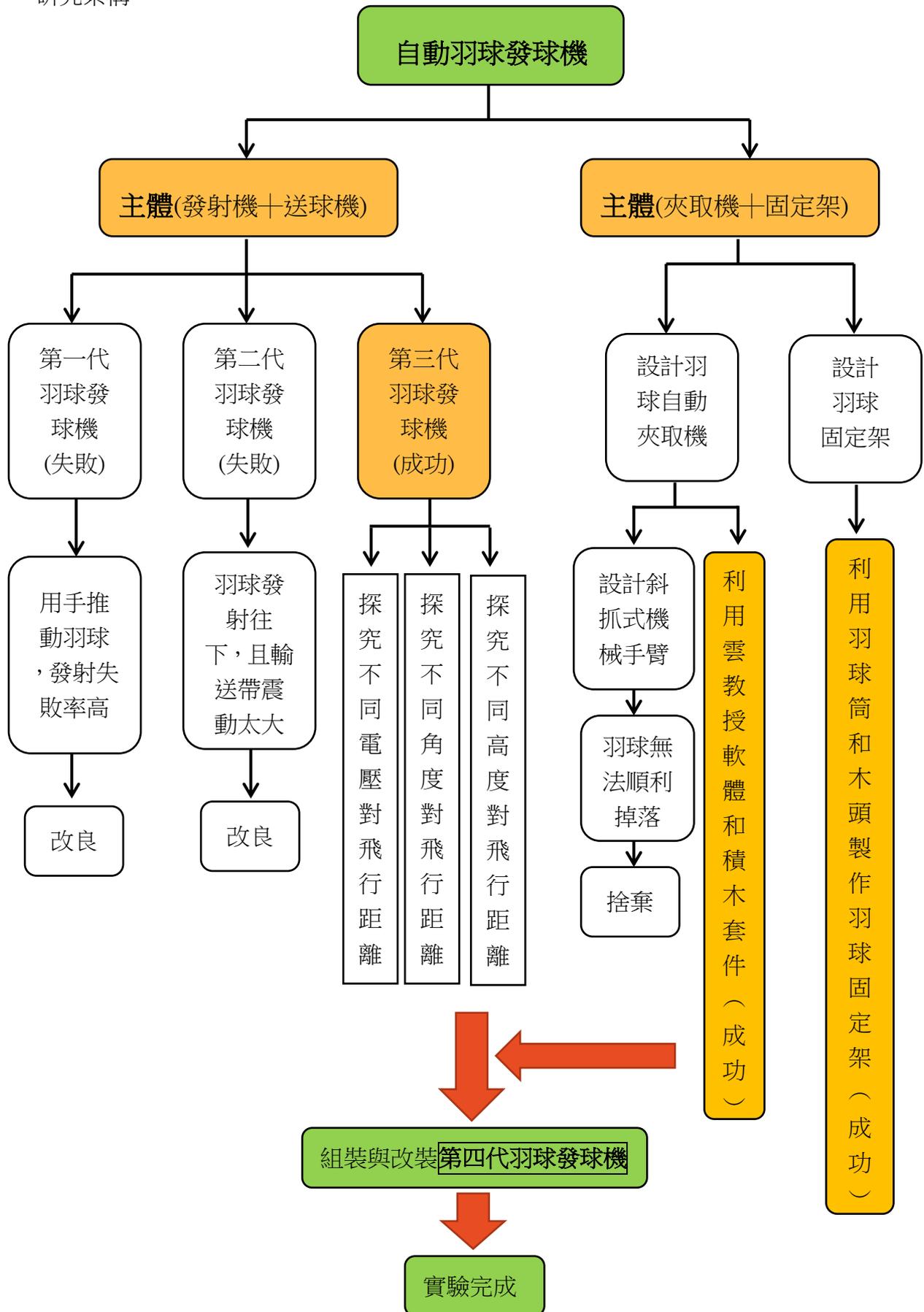
變壓器種類	變壓器 A	變壓器 B	變壓器 C	變壓器 D
變壓器規格	4.5V, 1A	6V, 1A	9V, 1A	12V, 1A
變壓器種類	變壓器 E	變壓器 F	變壓器 G	變壓器 H
變壓器規格	12V, 1.25A	12V, 1.5A	12V, 2A	3V, 1A

### 三、小馬達規格：

小馬達編號	軸徑	小馬達編號	軸徑
1 號小馬達	2mm	3 號小馬達	2mm
2 號小馬達	2mm	4 號小馬達	2mm

# 肆、研究過程或方法

## 一、研究架構：



## 二、研究構思：

### (一)文獻探討及初始想法：

上羽球課後社團，羽球教練推出市售羽球發球機，有了「羽球發球機」，不但可以一個人對打，還可以加強練習自己不會的技巧。不過，市售羽球發球機十分昂貴，不是一般人可以買得起，因此才啟發我們研究創造的精神。在各屆科展作品中，並沒有羽球發球機的研究，只有國小組生活應用科「桌球發球機」和「羽球收集器」的相關研究。於是我們實際觀察「市售羽球發球機」和收集羽球發球機相關的資料和影片，希望能夠製作一臺**簡單、便宜、有效的「全自動羽球發球機」**。

### (二)確立問題：

#### 1、問題一：可以用哪一種材質製作小馬達固定架？

討論：同學們討論可以利用塑膠固定架黏在木板上，也有些同學提出可以利用 L 型角鐵固定於木頭上。

嘗試：小馬達轉動的時候，震動非常大，小馬達會上下左右晃動。用塑膠盒黏在木板上的小馬達，沒有多久就從木板上掉落。使用 L 型角鐵用螺絲釘固定後，小馬達在木板上可以穩定轉動。



用塑膠盒黏在木板



塑膠盒用 L 型角鐵固定在木板

#### 2、問題二：兩個輪胎的間距要多少？輪胎轉動方向為何？

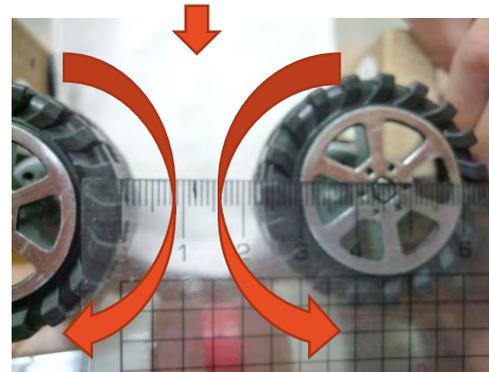
討論：同學討論先用游標尺測量羽球球頭距離後，前後間距再慢慢調整。至於輪胎方向要如何轉動，才可以讓羽球發射出去，實際操作就可以了解。

嘗試：羽球球頭利用游標尺測量後，其最小直徑 2.36cm。經過實際操作後，間距

超過 2.4cm，羽球會直接掉落輪胎之間的縫隙。間距小於 2.3cm，羽球無法發射出去。輪胎轉動的方向，經過實際操作後，一個為順時鐘方向轉，另一個為逆時鐘方向轉，兩個皆由內往外轉動。



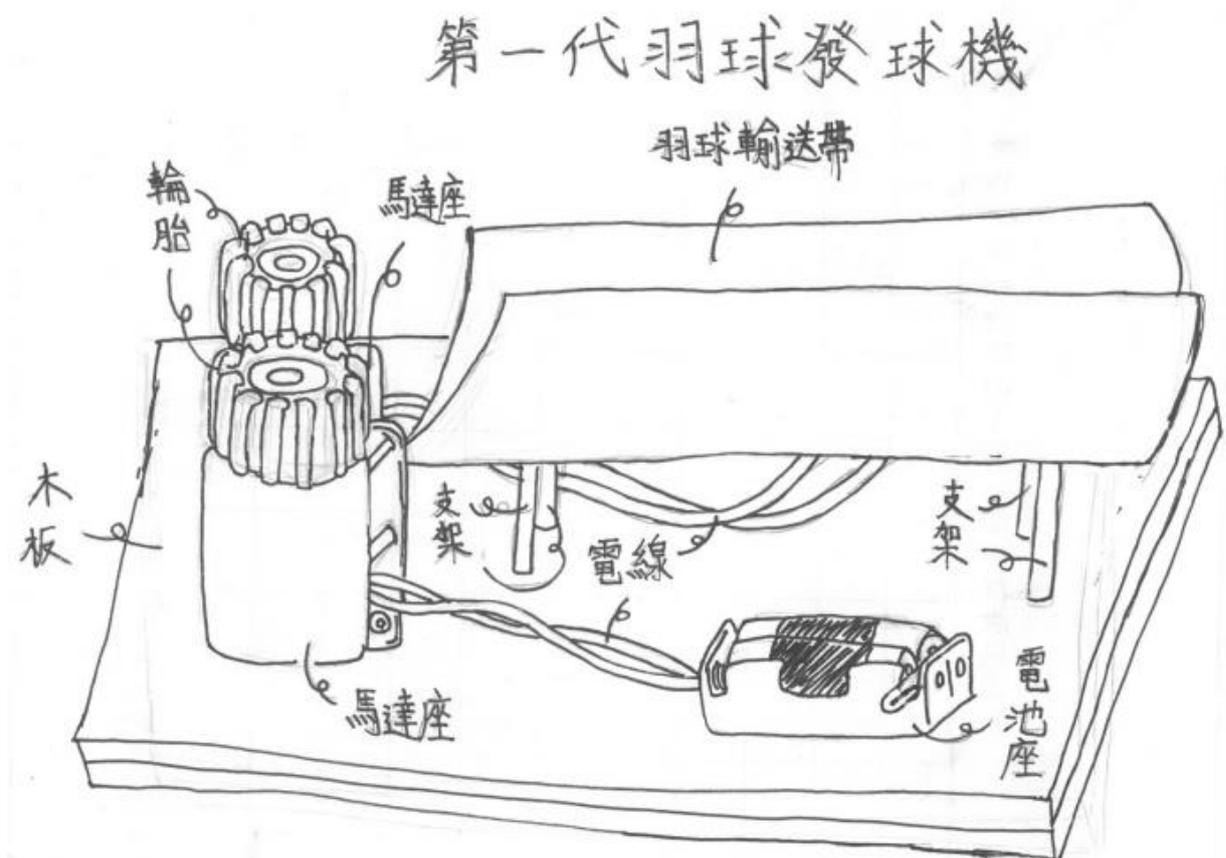
輪胎間距為 2.3cm



輪胎轉動方向皆由內往外

3、問題三：可以用哪一種方式製作送球器？

討論：同學討論可以可以用切半的羽球筒，利用大型的 L 型角鐵，將送球器固定於木板上，再用手慢慢推到發球機。最後結果如下方設計圖：



「第一代羽球發球機」設計圖

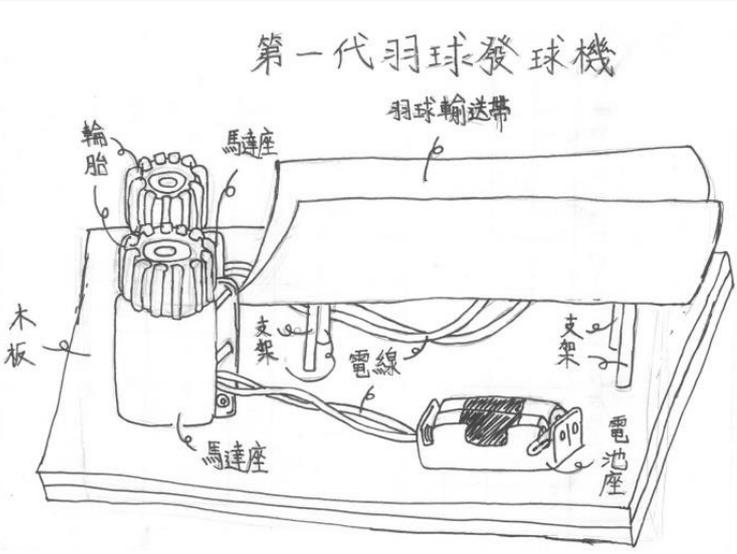
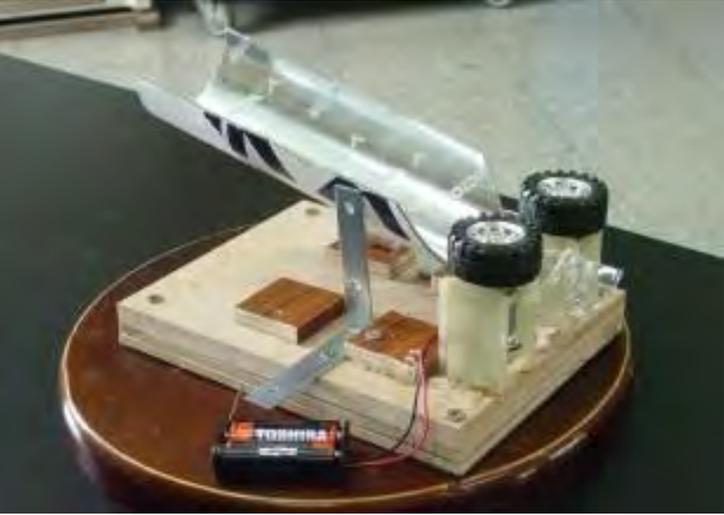
### 三、實驗步驟：

#### (一)實驗一、製作羽球發射機和送球機：

##### 1、自製羽球發射機和送球機的歷程：

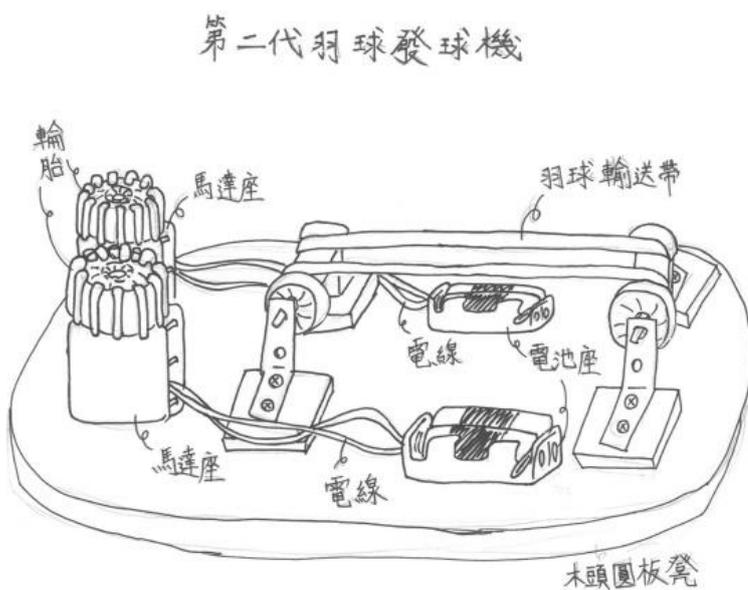
我們的發球機是參考市售羽球發球機的構造，主要以兩個輪子旋轉將羽球擠壓，讓羽球順利發射出去。兩個輪子的間距要小於羽球直徑，輪子旋轉的方向要相反，且由內往外轉動，如此羽球才能順利擠壓發射出去。下表是經過多次的實驗，且不斷改良羽球發球機的歷程。

表一 歷代羽球發球機的製作歷程及優缺點

自製「羽球發球機」的歷程	
第一代羽球發球機	
	<p>創作理念：</p> <p>利用玩具車的輪胎接上小馬達讓它旋轉，羽球經過兩個輪胎之間，因為被擠壓而飛行出去。送球器以半圓形球筒架高固定於木板上，羽球在送球器慢慢推進發射器內。</p> <p>優點：</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1.製作簡單，材料取得容易</li><li>2.可以讓羽球發射出去。</li></ol>
	<p>發現問題：</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1.羽球發球的位置不固定。</li><li>2.羽球發射後向下飛行。</li><li>3.羽球飛行的距離不遠。</li><li>4.小馬達塑膠固定架，無法更換其他的小馬達。</li></ol> <p>改良：</p> <p>小馬達原先使用強力黏著劑黏於木板上，後來改良用L型角鐵固定。</p>



## 第二代羽球發球機

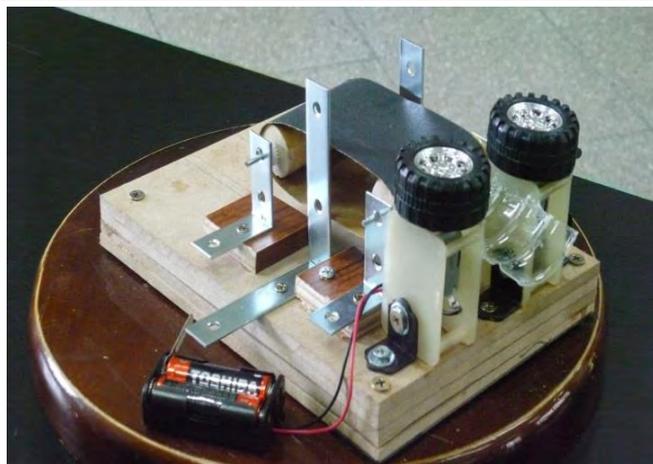


創作理念：

送球器以輸送帶的方式製作。原先利用圓形小木頭中心鑽孔，鐵棒固定於中心為軸，再以砂紙製作輸送帶。

改良：

圓形小木頭中心點不容易鑽孔，砂紙不容易轉動，有時會不穩定。之後改良以大小不同的四驅車輪框和鐵棒為軸，大橡皮筋放置於輪框內製作輸送帶。



↓ 改良



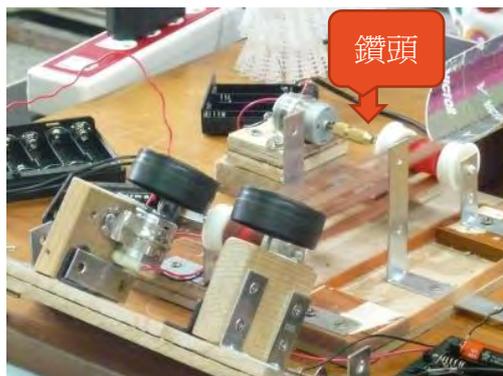
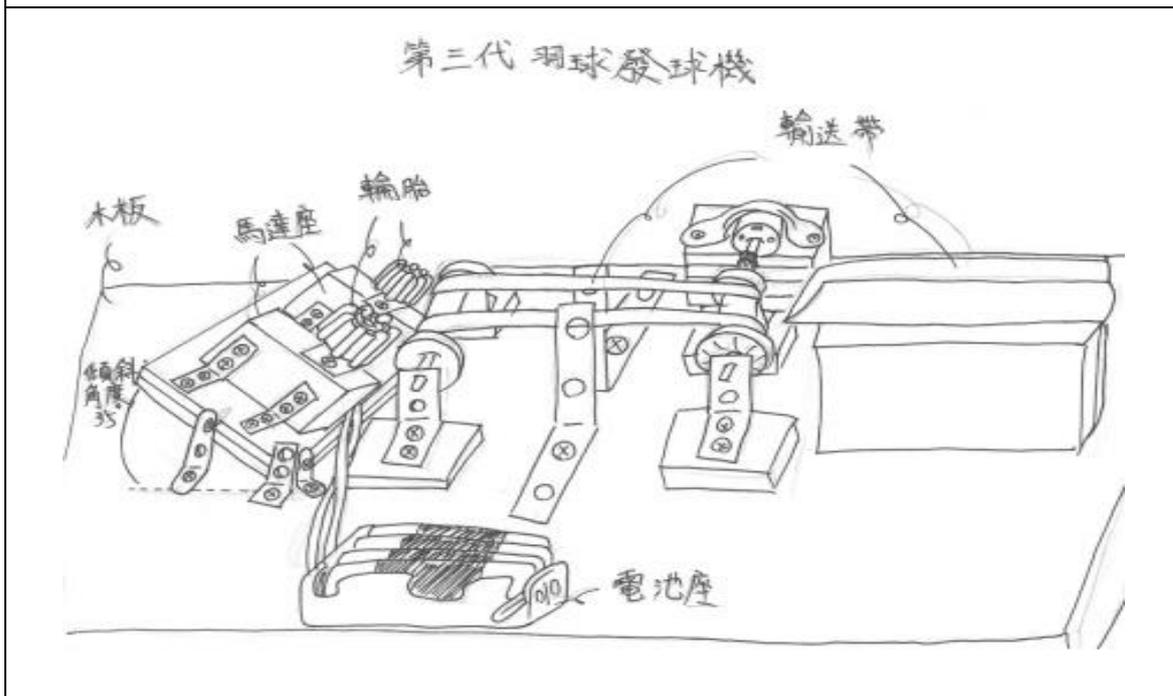
優點：

- 1.羽球發球的位置固定。
- 2.使用橡皮筋輸送帶更牢固，羽球可以順利前進。

發現問題：

- 1.羽球發射後向下飛行。
- 2.羽球飛行的距離不遠。
- 3.送球器無法自動前進。
- 4.小馬達塑膠固定架，無法更換其他規格的小馬達。

## 第三代羽球發球機



創作理念：

1. 小馬達改以管夾固定於木頭上。
2. 利用L型鐵架和螺帽調整發射臺角度35度。
3. 利用全銅鑽頭連接小馬達和後方輪軸的鐵棒，完成全自動送球器。

優點：

1. 管夾可以更換大小不同馬達。
2. 羽球發射後向上飛行，飛行的距離變遠。
3. 送球器可以全自動送球。

發現問題：

1. 大橡皮筋震動略大，偶有不穩的現象。
2. 羽球推送的位置不固定，且需要人力操作。

## 2、第三代發球機製作過程：

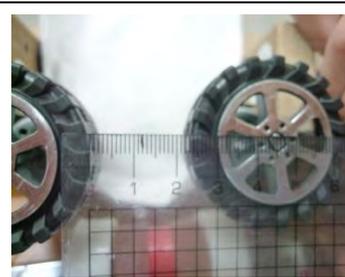
### (1)製作發射機：



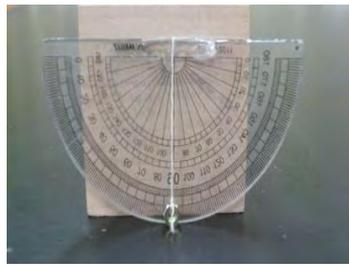
1. 裁切木材和木頭



2. 製作小馬達固定架



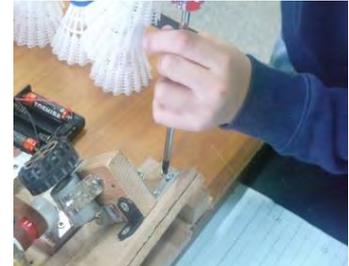
3. 測量兩輪的間距 2.3cm



4.自製角度測量工具

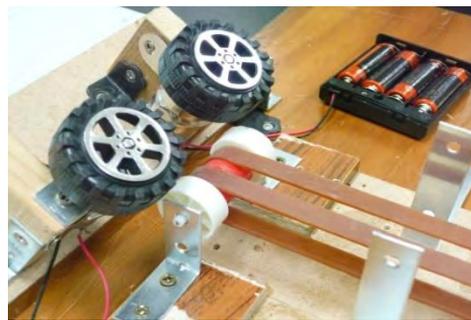


5.調整發射臺傾斜 35 度



6.用螺絲將發射台固定

## (2)製作送球機：



1.送球機接近發射臺的輪胎下緣，且不碰觸輪胎為原則。



2.利用 L 型角鐵和螺絲固定送球機的輪軸輸送帶。



3.利用全銅鑽頭連接馬達和輪軸鐵棒，並在電壓 3V 下運轉。



4.利用切半的羽球筒固定於送球機輸送帶的後方。

## (二)實驗二、找出羽球發球機最佳飛行距離：

「第三代羽球發球機」製作完成後，之後我們就以第三代羽球發球機進行實驗。

### 1、改變不同的電壓，找出羽球最佳的飛行距離：

(1)測試不同小馬達的轉速：

- ①準備四個不同規格的小馬達。
- ②小馬達使用四個相同電流不同電壓的變壓器，分別為 4.5V，6V，9V 和 12V。
- ③轉速計和風扇葉片距離 20cm，測量時間為 10 秒鐘。

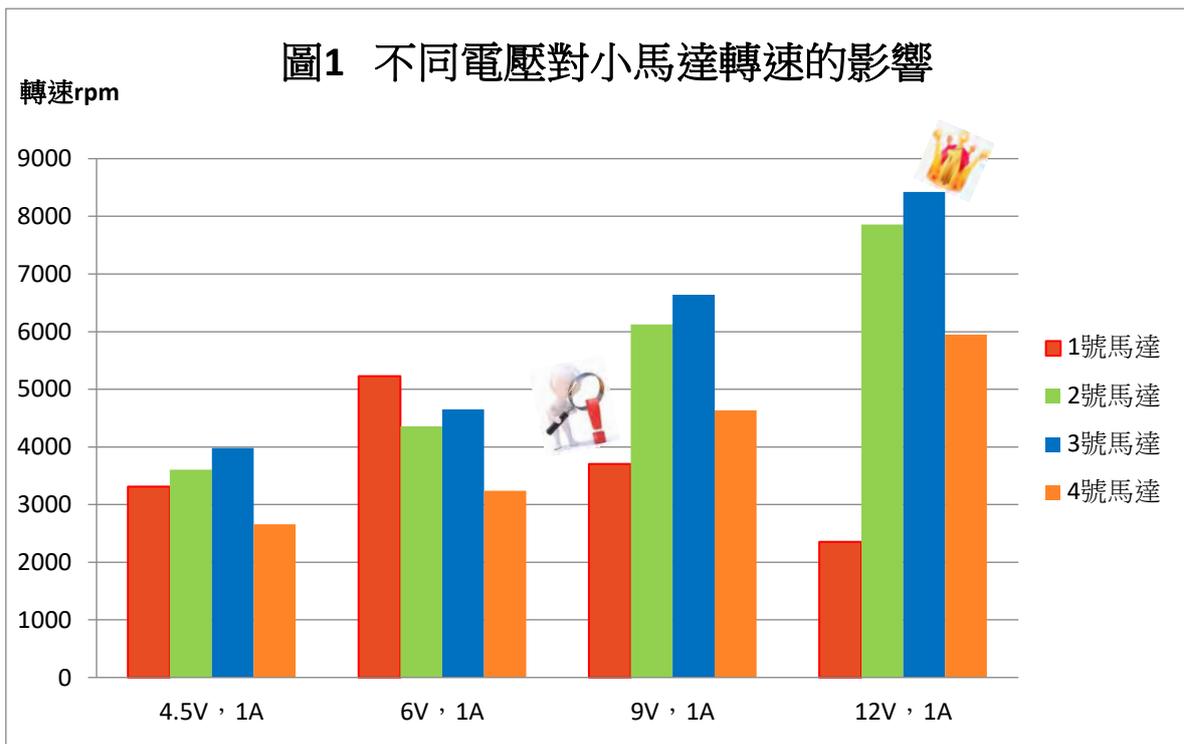
④記錄小馬達轉動 10 秒內最高的轉速數值五次，求其平均值。

		
1.準備四顆不同規格的小馬達	2.光電轉速計和風扇距離 20 公分	3.利用轉速計測量小馬達 10 秒內最大轉速

表二 不同電壓對小馬達的轉速表的影響

電流：1A

馬達 \ 變壓器	變壓器 A 4.5V, 1A	變壓器 B 6V, 1A	變壓器 C 9V, 1A	變壓器 D 12V, 1A
1 號小馬達	3313.8	5226.8	3706.8	2353.4
2 號小馬達	3602.4	4360.6	6126.8	7860.6
3 號小馬達	3984.0	4650.2	6642.4	8420.6
4 號小馬達	2657.6	3241.2	4636.4	5947.2



◎**發現和討論**：

①在電壓 4.5V~12V 下，隨著電壓的增加，2 號、3 號、4 號小馬達轉速越快，其中以 **3 號小馬達**轉速最快。

②**1 號小馬達**在電壓 6V 下，轉速最快。之後電壓增加，轉速反而下降。

(2)不同的電壓對羽球飛行距離的影響：

①準備四種不同電壓的變壓器，分別為：變壓器 A(4.5V，1A)、變壓器 B(6V，1A)、變壓器 C(9V，1A)和變壓器 D(12V，1A)。

②利用海報紙和大型長尺製作 400cm 的長條圖尺，黏貼於桌面。

③在不同的電壓，實際操作羽球發球機，進行 20 次的測試羽球飛行的距離。

④將測試的過程，利用錄影機錄影起來，並在電腦上進行判讀羽球的落點距離。

⑤在 20 次測試中，記錄中間 10 次羽球飛行的距離，並求出其平均值。



1.準備四個電壓不同，電流相同的變壓器 A、B、C、D。



2.利用海報紙和大型長尺製作 400cm 的長條圖尺。



3.利用錄影機將羽球飛行的過程錄影起來，判讀羽球球頭的落點距離。

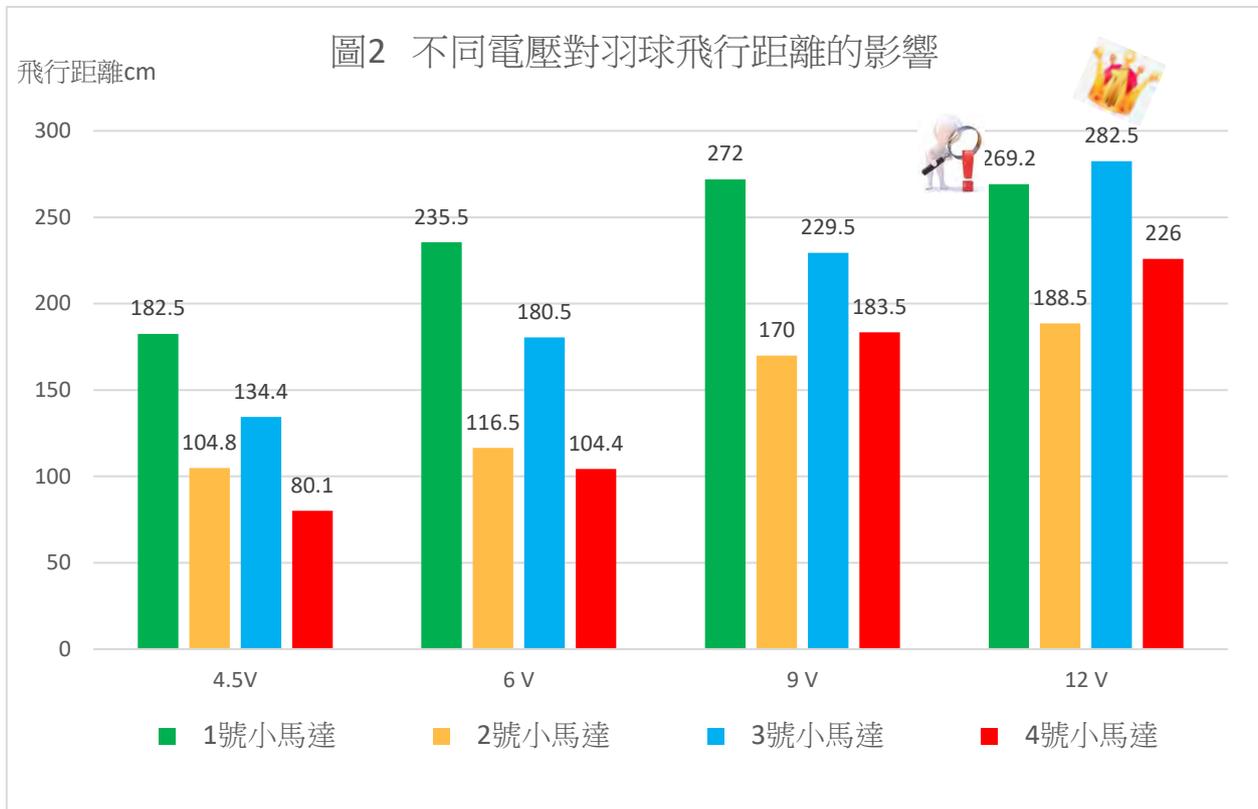


4.進行 20 次的測試，記錄 10 次中間距離，並求其平均值。

表三 不同電壓對羽球飛行距離的影響

電流：1A

馬達種類 距 電壓 離 cm	1 號小馬 達	2 號小馬 達	3 號小馬 達	4 號小馬 達
4.5V	182.5	104.8	134.4	80.1
6 V	235.5	116.5	180.5	104.4
9 V	272.0	170.0	229.5	183.5
12 V	269.2	188.5	282.5	226.0



◎發現和討論：

- ①1 號小馬達在電壓 4.5V~9V 下，羽球飛行距離越來越遠，但是電壓增加為 12V 後，羽球飛行的距離變短。由此可知，1 號馬達的電壓有一定範圍，超過電壓的範圍，羽球飛行的距離就會受到限制。
- ②不同電壓對羽球飛行距離的影響，以 3 號小馬達 在電壓 12V 下，飛行距離最遠。

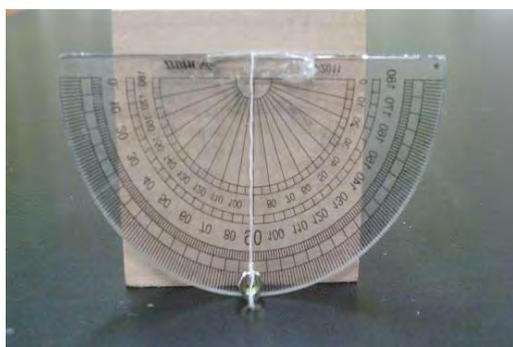
## 2、改變羽球發射臺的角度，找出羽球最佳的飛行距離：

(1)問題一：羽球發射臺傾斜角度越大，羽球受擠壓發射後，其飛行的距離是否會越來越遠呢？

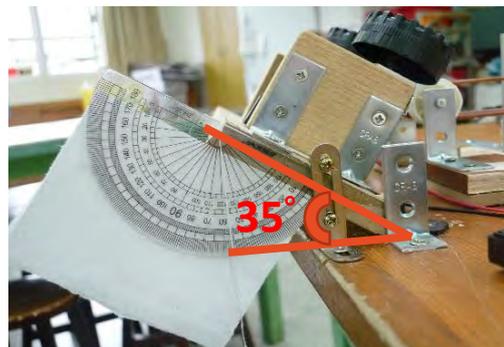
討論：經過大家討論後，決定以 3 號小馬達在電壓 12V 之下，進行發射臺在不同角度對羽球飛行距離的影響。

(2)實驗操作過程：

- ①此次實驗，羽球發球機以 3 號小馬達，電壓為 12V，1A 的變壓器 D 為主。
- ②利用海報紙和大型長尺製作 400cm 的長條圖尺，黏貼於桌面。
- ③羽球發射臺傾斜角分別為  $0^{\circ}$ 、 $25^{\circ}$ 、 $35^{\circ}$  和  $45^{\circ}$ ，實際操作羽球發球機進行測試。
- ④測試 20 次羽球飛行的過程，利用錄影機錄影起來，並在電腦上進行判讀羽球的落點距離。
- ⑤在 20 次測試中，記錄中間 10 次羽球飛行的距離，並求出其平均值。



1. 利用量角器、棉線和螺帽製作量測羽球發射臺傾斜角度的工具。



2. 利用 L 型腳架、螺帽和螺絲組調整發射臺的傾斜角度為 35 度。



3. 利用 L 型腳架、螺帽和螺絲組調整發射臺的傾斜角度為 45 度。

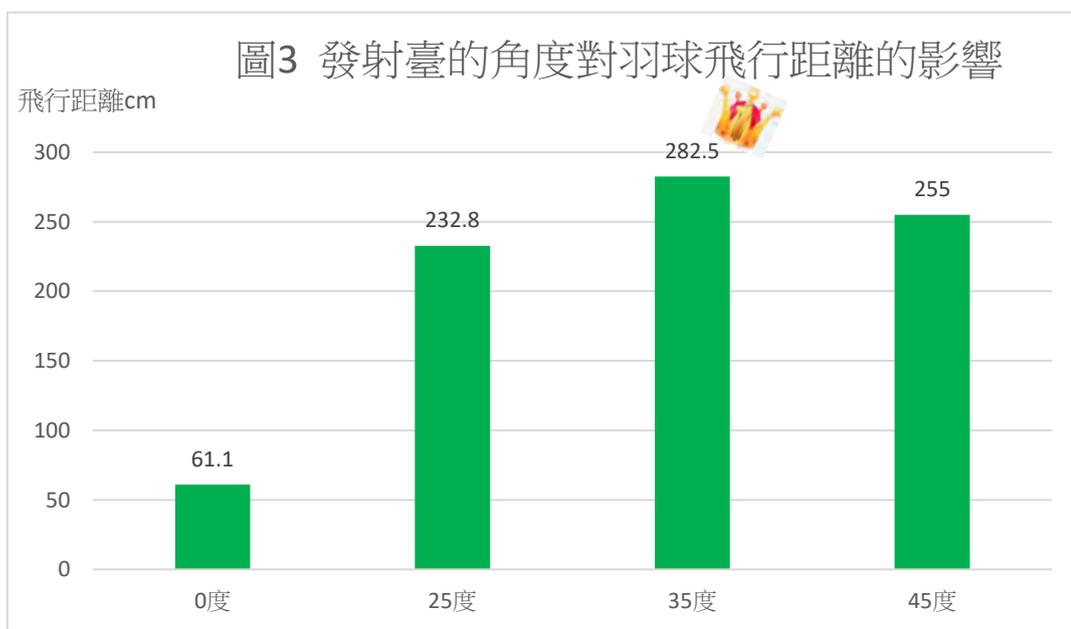


4. 進行 20 次的測試，記錄 10 次中間距離，並求其平均值。

表四 發射臺角度對羽球飛行距離的影響

傾斜角 次 距 數 離 cm	羽球發射臺 傾斜角度為 0 度	羽球發射臺 傾斜角度為 25 度	羽球發射臺 傾斜角度為 35 度	羽球發射臺 傾斜角度為 45 度
第一次	60	220	290	305
第二次	62	226	288	280
第三次	65	227	270	270
第四次	58	250	260	260
第五次	56	220	300	250
第六次	58	225	265	250
第七次	60	240	302	240
第八次	62	230	305	240
第九次	60	250	280	230
第十次	70	240	265	225
平均	61.1	232.8	282.5	255.0

備註：羽球發球機使用 3 號小馬達、電壓 12V、電流 1A



◎發現和討論：

- ①羽球發射臺傾斜角度以 35 度最好，羽球飛行距離最遠。



②羽球發射臺傾斜角度太高或太低，羽球飛行距離效果不佳。

### 3、改變羽球發球機的高度，找出羽球最佳的飛行距離：

(1)問題一：放置羽球發球機的高度如果越高，羽球受擠壓發射出去，羽球飛行的距離是否也會越來越遠呢？

討論：經過大家討論後，羽球發射臺的角度以 35 度，3 號小馬達在電壓 12V 下，進行羽球發球機在不同高度對羽球飛行距離的影響。

(2)實驗操作過程：

①此次實驗，羽球發球機以 3 號小馬達，電壓為 12V，1A 的變壓器 D，發射臺的傾斜角度 35°為主。並將 570cm 的長條圖尺，黏貼於桌面。

②羽球發球機放置的高度分別為：0cm、75cm、100cm 和 140cm，並操作羽球發球機進行測試。

③測試 20 次羽球發行的過程，利用錄影機錄影起來，並在電腦上進行判讀羽球的落點距離。最後，記錄中間 10 次羽球飛行的距離，並求出其平均值。



1. 羽球發球機放置的高度為 0cm



2. 羽球發球機放置的高度為 75cm



3. 羽球發球機放置的高度為 100cm

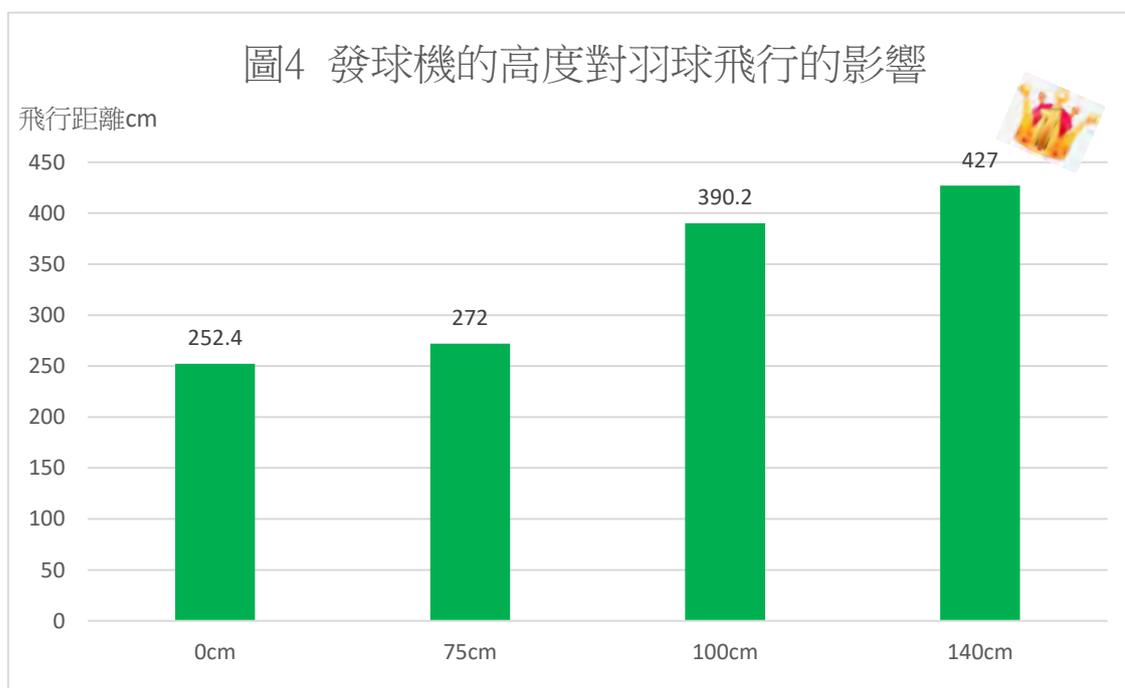


4. 羽球發球機放置的高度為 140cm

表五 發球機高度對羽球飛行距離的影響

高度 距 次數 離 cm	羽球發球機 放置高度為 0cm	羽球發球機 放置高度為 75cm	羽球發球機 放置高度為 100cm	羽球發球機 放置高度為 140cm
第一次	265	305	400	420
第二次	250	280	400	425
第三次	275	270	400	430
第四次	263	260	395	435
第五次	255	250	387	425
第六次	250	270	385	420
第七次	250	265	385	425
第八次	246	260	385	430
第九次	225	310	385	435
第十次	245	250	380	425
平均	252.4	272.0	390.2	427.0

備註：羽球發球機使用 3 號小馬達、電壓 12V、電流 1A，發射臺傾斜 35°



◎發現和討論：

- ①羽球發球機放置的高度以 **140cm 高** 最好，羽球飛行距離最遠。
- ②在高度 0 到 140 公分中，羽球發球機放置的高度越高，羽球飛行距離效果越好。

#### 4、改變不同的電流，找出羽球最佳的飛行距離：

(1)問題一：3號小馬達在電壓 12V 電流 1A 下，羽球飛行距離最遠。如果在相同電壓不同電流下，對羽球飛行距離會有影響嗎？

討論：經過資料查詢後，得知小馬達在不同電流下，轉速和扭力會不相同。因此，大家決定進行實驗，以了解不同的電流對羽球飛行距離的影響。

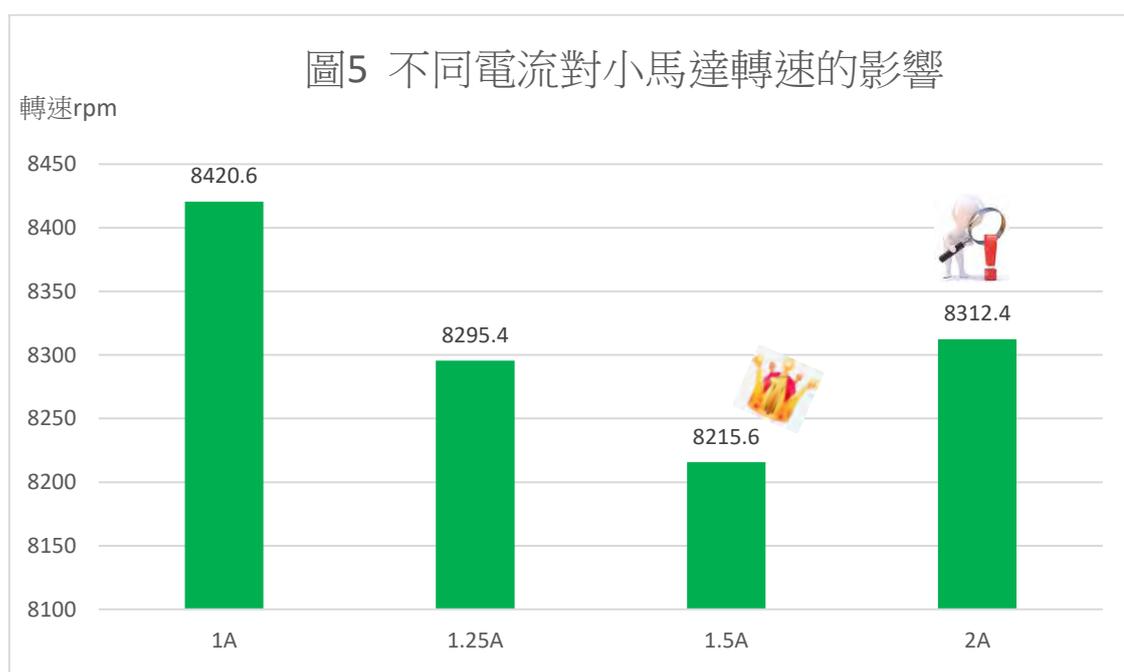
(2)在不同電流下，測試 3 號小馬達的轉速：

- ①準備四個相同電壓不同電流的變壓器，分別為：變壓器 D(12V, 1A)、變壓器 E(12V, 1.25A)、變壓器 F(12V, 1.5A)和變壓器 G(12V, 2A)。
- ②轉速計和風扇葉片距離 20cm，測量時間為 10 秒鐘。
- ③記錄 3 號小馬達轉動 10 秒內最高的轉速數值五次，求其平均值。

表六 不同電流對小馬達轉速影響

電壓：12V

電 流	次 數					平均
	第一 次	第二 次	第三 次	第四 次	第五 次	
電流 1A	8383	8404	8459	8373	8484	8420.6
電流 1.25A	8250	8300	8302	8332	8293	8295.4
電流 1.5A	8186	8228	8217	8216	8231	8215.6
電流 2A	8305	8312	8328	8315	8302	8312.4



◎**發現和討論**：

①3 號小馬達從電流 1A~1.5A 中，我們發現隨著電流的增加，轉速越來越慢，其中以電流 1.5A 轉速最慢。

②3 號小馬達在電流 1.5A 下，轉速最慢。之後電流再增加，轉速反而上升。

(3)不同電流對羽球飛行距離的影響：

①準備四種不同電壓的變壓器，分別為：變壓器 D(12V, 1A)、變壓器 E(12V, 1.25A)、變壓器 F(12V, 1.5A)和變壓器 G(12V, 2A)。

②利用海報紙和大型長尺製作 570cm 的長條圖尺，黏貼於桌面。

③在不同的電壓，實際操作羽球發球機，進行 20 次的測試羽球飛行的距離。

④將測試的過程，利用錄影機錄影起來，並在電腦上進行判讀羽球的落點距離。

⑤在 20 次測試中，記錄中間 10 次羽球飛行的距離，並求出其平均值。



1.準備四個電壓相同，電流不同的變壓器 D、E、F、G。



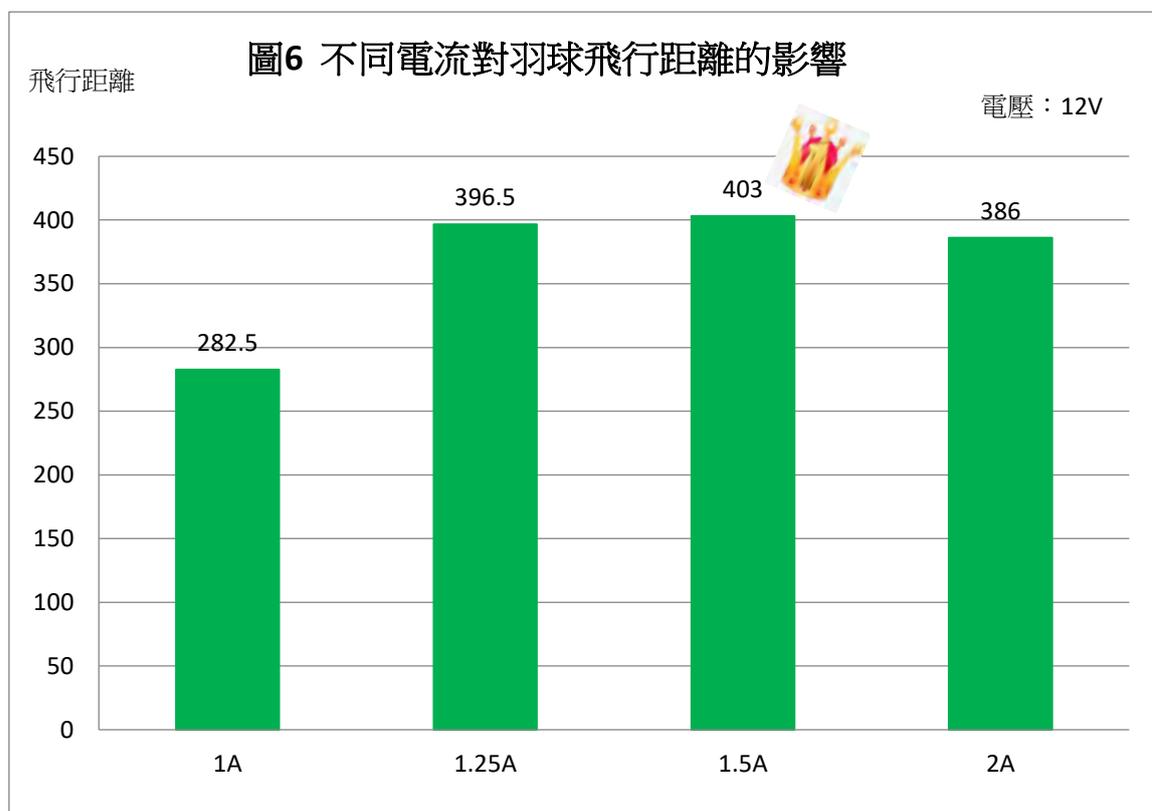
2.利用海報紙和大型長尺製作 570cm 的長條圖尺。

表七 不同電流對羽球飛行距離的影響

電壓：12V

電流 距離 次數 cm	變壓器 電流 1A	變壓器 電流 1.25A	變壓器 電流 1.5A	變壓器 電流 2A
第一次	290	375	385	385
第二次	288	385	385	395
第三次	270	400	460	395
第四次	260	375	400	375

第五次	300	420	405	390
第六次	265	445	430	380
第七次	302	400	385	390
第八次	305	405	390	385
第九次	280	400	405	375
第十次	265	360	385	390
平均	282.5	396.5	403.0	386.0
備註：羽球發球機使用 3 號小馬達、電壓 12V、發射臺傾斜 35°、發射臺高度 0 公分				



◎發現和討論：

- ①3 號小馬達在電流 1A~1.5A 下，羽球飛行距離越來越遠，但是電流增加為 2A 後，羽球飛行的距離變短。由此可知，3 號馬達的電流有一定範圍，超過電流的範圍，羽球飛行的距離就會受到限制。
- ②不同電流對羽球飛行距離的影響，以 3 號小馬達在電流 1.5A 下，飛行距離最遠。

### (三)實驗三、製作羽球固定架和羽球自動夾取機：

#### 1、製作羽球固定架：

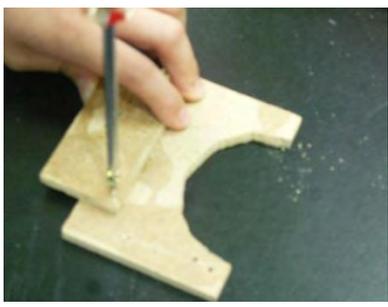
(1)自製發球機的羽球筒：

- ①將羽球筒一邊切開，缺口處放入竹片，並利用強力黏著劑和透明膠帶黏緊固定。
- ②利用剪刀在透明塑膠片切割一個圓，固定在自製羽球筒的底部。
- ③塑膠片慢慢切開成一個圓洞，使羽球的球頭可以露出，且羽球能夠卡住不掉落。

 <p>1.準備一個廢棄用完的羽球球筒和塑膠透明片。</p>	 <p>2.羽球筒一邊切開，放入竹片，並用強力黏著劑黏緊固定。</p>
 <p>3.羽球筒底部的塑膠片慢慢切開一個圓洞，使羽球的球頭可以露出。</p>	 <p>4.羽球放入球筒內，球頭可以露出且可以卡住不掉落。</p>

(2)自製木頭固定架：

- ①將長條型木頭用 L 型角鐵、螺絲固定於送球機後端兩側。
- ②利用鋸子將木板切割成兩個凹型固定夾。
- ③利用平角鐵和螺帽將兩個凹型固定夾和自製羽球筒夾緊固定。
- ④將球筒底部調整對準送球機上方，再把固定夾用螺絲鎖緊於長條形木頭頂端。

	
<p>1.長條型木頭利用 L 型角鐵、螺絲固定於送球機後端兩側。</p>	<p>2.利用鋸子將木板切割成兩個凹型的固定夾。</p>
	
<p>3.利用平角鐵和螺帽將兩個凹型固定夾和自製羽球筒夾緊固定。</p>	<p>4.將羽球球筒底部調整對準送球機上方後，固定於支架木頭頂端。</p>

## 2、自製羽球自動夾取機：

### (1)創作理念：

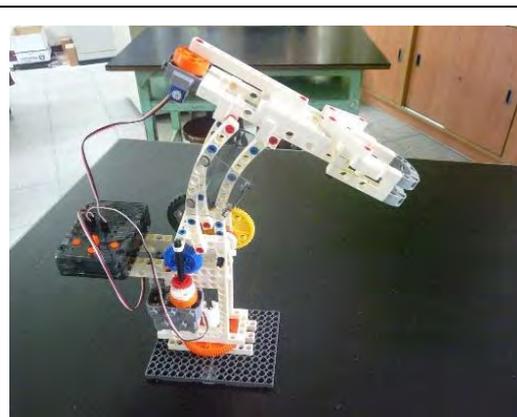
「自動羽球夾取機」的製作是另一個艱鉅的挑戰，經過大家熱烈討論，有的人提議設計平抓式的構造，有的認為可以設計斜抓式的構造。但是經過實際測試，只有「上下抓取式」的構造，羽球才可以不斷地自動落下。此外，資訊課老師教過「雲教授」的軟體設計，裡面的課程也十分多樣，因此大家決定利用智高智慧積木套件，組裝一臺「羽球夾取機」和設計其「程式」。

### (2)組裝一臺「羽球夾取機」：

- ①組裝「機械手臂」後測試，發現只能往下 45° 抓取，決定再改良。
- ②組裝「救難直升機」後測試，發現下降高度不夠低，且上下支撐軸不夠穩固。
- ③結合「機械手臂」手臂夾取構造和「救難直升機」上升下降構造，組裝一臺「羽球自動夾取機」。
- ④經過不斷測試和改良，讓手臂夾取構造下降高度更低，且上下支撐軸改成兩根，測試後羽球可放置送球機上，且夾取的穩定性夠。



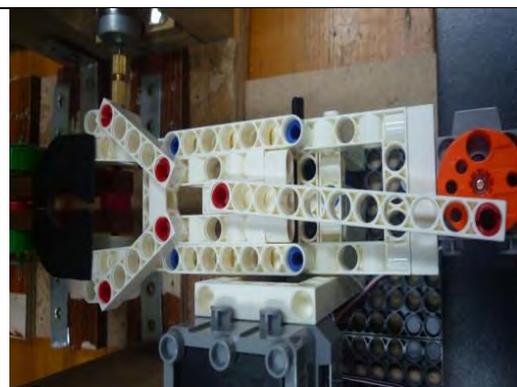
1.利用智高智慧積木和說明書組裝「羽球自動夾取機」。



2.組裝「機械手臂」，測試後不符合需求，決定再改良。



3.組裝「救難直升機」，測試後不符合需求，決定再改良。



4.自行創作出「羽球自動夾取機」

### ◎發現和討論：

- ①自製發球機的羽球筒底部塑膠片要慢慢地切開一個圓洞，使羽球的球頭可以露出，且羽球尾部卡住不掉落。此外，羽球卡住時不可太緊，也不可太鬆，以免羽球夾不下來，或自動連續掉下來。
- ②自製發球機羽球筒固定的時候，球筒的高度要不斷調整，使羽球夾取落下時，能夠確實落在送球機上。
- ③「羽球自動夾取機」經過不斷測試和改良，讓手臂夾取構造下降高度更低，且上下支撐軸改成兩根，測試後羽球可放置送球機上，且夾取的穩定性夠。

### 3、設計「羽球自動夾取機」程式：

原先程式設計理念是以「救難直升機」紅外線感應為主，測試結果發現「紅外線」的感應不靈敏，手臂構造往往應該停止，卻不斷往下降。所以決定改以「時間」的設計為主。以下為自行設計「羽球自動夾取機」的程式：



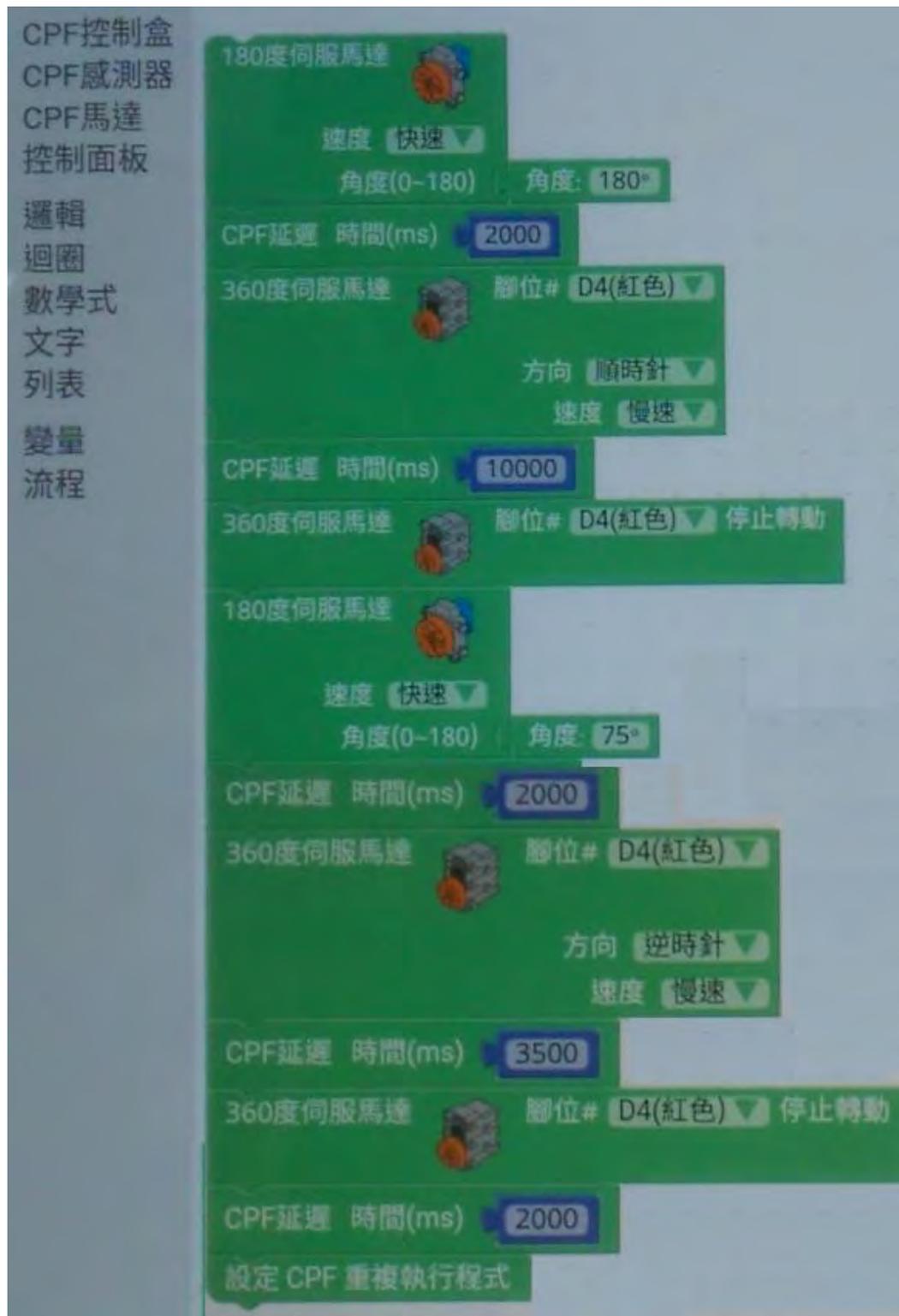


圖 5 自行設計出「羽球自動夾取機」程式

#### (四)、組裝第四代全自動羽球發球機，並實際運用於羽球練習

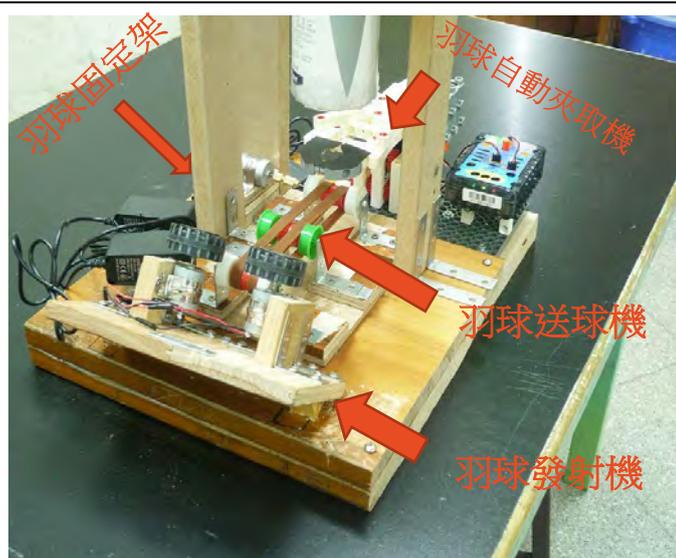
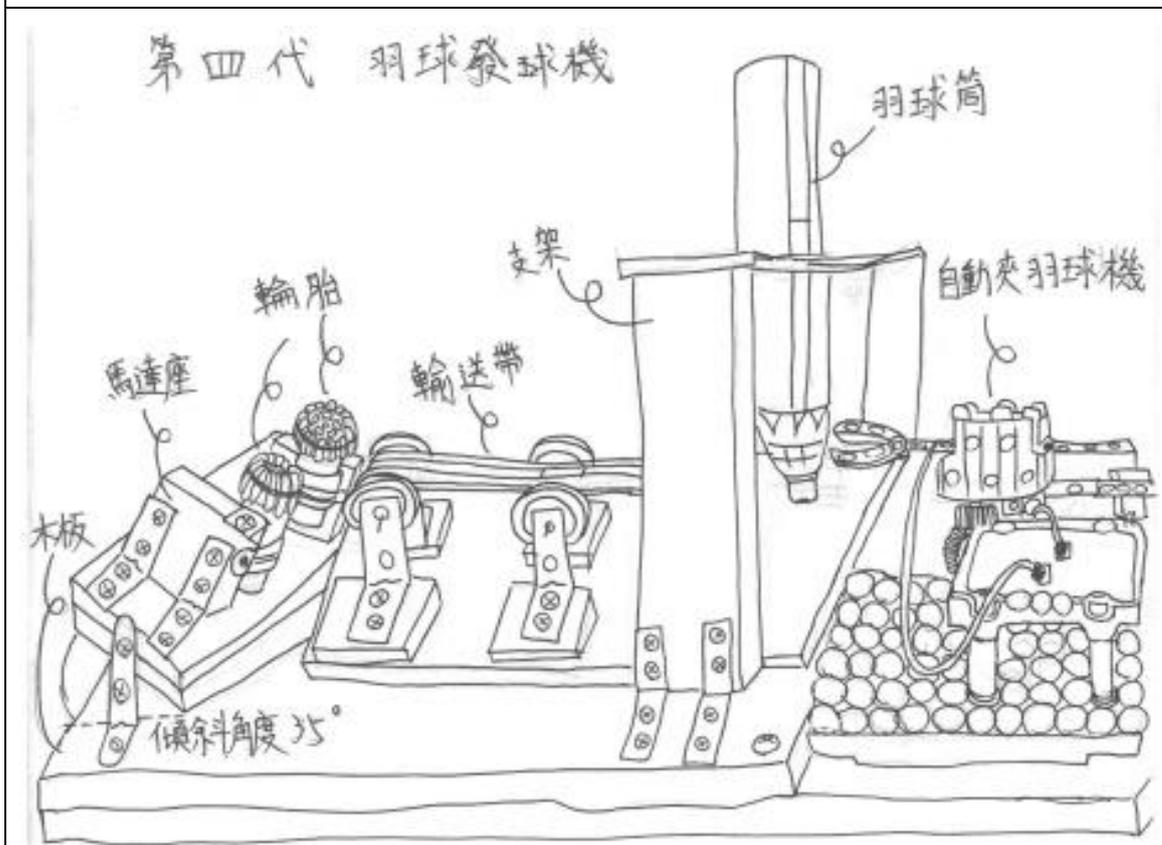
##### 1、組裝第四代全自動羽球發球機：

- (1)將羽球固定架利用 L 型角鐵和螺絲釘固定於「第三代羽球發球機」後端的兩側。

(2)自製羽球自動夾取機調整好位置，利用螺絲釘固定於「第三代羽球發球機」後方，尤其加強手臂夾取構造，使羽球能確實夾取下來。

(3)藉由「雲教授程式」讓羽球夾取機自動運轉，完成「**第四代全自動羽球發球機**」。

第四代羽球發球機



◎創作理念：

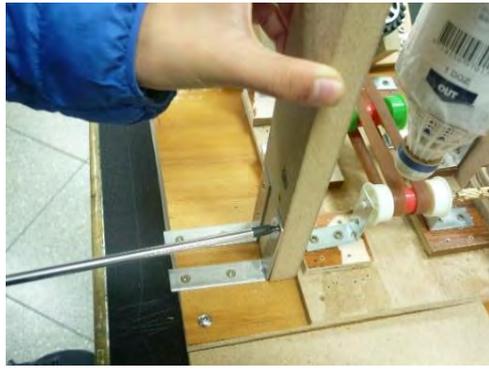
藉由「雲教授」程式讓羽球自動夾取機能夠自動上下夾取收放。

◎優點：

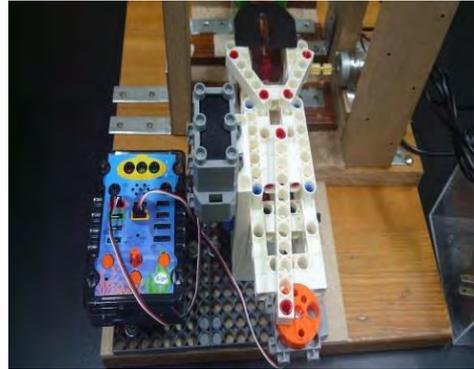
- 1.羽球可以自動夾取，不需人力推送。完成真正的「**全自動**」**羽球發球機**。
- 2.羽球飛行穩定。

◎發現問題：

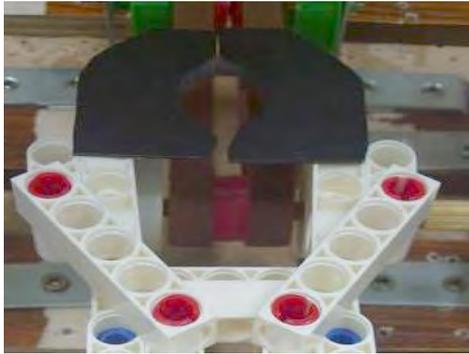
沒有網路或網路不穩定，會影響羽球自動夾取機的運轉。



1.羽球固定架利用 L 型角鐵和螺絲釘固定「第三代羽球發球機」後端兩側



2.羽球自動夾取機調整好位置，固定於「第三代羽球發球機」後方



3.利用兩片塑膠板加強手臂夾取機的構造。



4.藉由「雲教授程式」讓「**第四代全自動羽球發球機**」運轉。

## 2、實際運用於羽球練習：

- (1)將自製「第四代全自動羽球發球機」拿到學校體育館二樓羽球場進行羽球練習。
- (2)「第四代全自動羽球發球機」放置於兩張課桌椅上(140 公分高)，搬到羽球架前，以電壓 12V，電流 1.5A 啟動發球機，並進行四次羽球練習。
- (3)每次練習 10 顆羽球，並記錄羽球在球場上的落點。



1.第四代全自動羽球發球機拿到體育館二樓羽球場進行羽球練習。



2.羽球發球機架設到羽球架前進行操作，並記錄羽球落點。

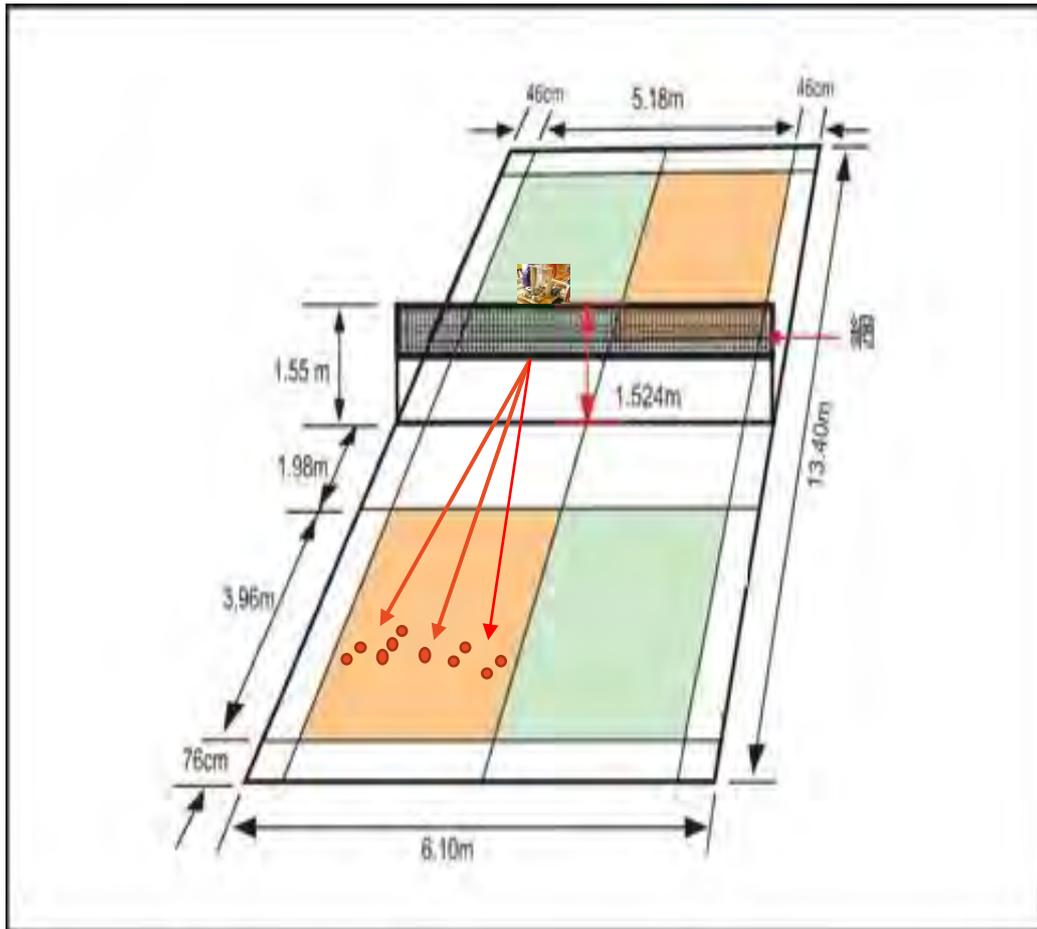


圖 6 自製「全自動羽球發球機」實際測試後的落點

◎發現和討論：

- ①經過一番的努力，終於完成「全自動羽球發球機」，只要在球筒內放入羽球，按下開關後，羽球就可以一顆一顆自動發射出去。
- ②自製全自動羽球發球機經過實際測試後，發現羽球的落點大多接近球場三分之二處。
- ③自製全自動羽球發球機在測試過程，偶有網路不穩定，導致羽球自動夾取機突然不動，使羽球無法順利發射。
- ④「雲教授」程式如果當機後重開，有時候系統程式會有問題，可能會導致羽球自動夾取機上升的高度不夠，無法順利夾下羽球。

## 伍、研究結果

- 一、羽球發球機利用兩個輪胎旋轉將羽球發射出去，其旋轉方向要相反，且由內往外轉動。此外，兩個輪胎的間距為 2.3cm，不可過大或過小。
- 二、在測試小馬達的轉速實驗中，我們發現電壓和電流都會影響小馬達的轉速，同時也會影響羽球飛行的距離。
- 三、在不同電壓實驗中，以 3 號小馬達在電壓 12V 下，羽球飛行距離最遠。我們還發現馬達的電壓有一定範圍，超過電壓的範圍，也會影響羽球飛行距離。
- 四、在改變發射臺角度實驗中，以傾斜角度 35° 最好。此外，傾斜角度過小或過大，都會影響羽球飛行的距離。
- 五、在改變發球機高度的實驗中，以羽球發球機放置高度在 140cm，羽球飛行的距離最遠。由此可知，羽球發球機放置高度也會影響羽球飛行距離。
- 六、在不同電流實驗中，以 3 號小馬達在電流 1.5A 下，羽球飛行距離最遠。此外，不同馬達的電流有一定範圍，超過電流的範圍，也會影響羽球飛行距離。
- 七、製作羽球自動送球機和羽球自動夾取機，不但使羽球運送更穩定，還可以讓羽球練習達到最大的效益。

## 陸、討論

- 一、為了知道羽球發射的距離，我們原先利用捲尺來測量，發現羽球的速度很快，落點判斷不容易。因此，決定利用海報紙自行製作大型的圖尺，最後總長約 570 公分，再加上攝影機的錄影，就可以在電腦上準確的判斷羽球的飛行距離。
- 二、在不同種類馬達的實驗中，因為有許多不同種類的馬達，我們不知道哪一個馬達速度快，所以利用光電轉速計測量，如此就可以知道轉速快慢是否會影響羽球飛行的距離。
- 三、固定方式：
  - (一)在兩側固定小馬達，原先利用強力黏著劑把塑膠固定盒黏於木板，但是黏著劑不穩固，因此使用 L 型角鐵固定。之後又發現其他小馬達無法使用塑膠盒，經過討論決定使用管夾固定於木頭上。

(二)小馬達運轉時震動很大，往往會造成電線脫落，所以我們利用焊錫將小馬達和電線焊接起來，就不會有此種情形。

(三)在輪軸送球機的製作上，我們反覆校正、修改非常多次，因為只要稍有一點點的偏差，送球機運轉時，中間的大橡皮筋便會偏移。此外，輪軸部分還設計凹陷處，使大橡皮筋卡在上面，讓送球機運轉更為順暢。

四、在做馬達轉速測試時，我們發現使用電池的小馬達，測試的次數越多，轉速就會變慢，但是如果更換新的電池，又恢復原本狀態，可以知道電池影響很大。也因為如此，在進行轉速的測試，我們都使用相同電流，不同電壓的變壓器，以避免實驗產生誤差。

五、設計羽球自動夾取機的程式，原本以「紅外線」感應為主，測試後發現紅外線感應不靈敏，手臂構造往往應該停止，卻不斷往下降。所以決定改以「時間」的設計為主。

六、與市售羽球發球機做比較：

項目 種類	優點	缺點
自製羽球發球機	製作成本低廉 (成本不到 1000 元) 不佔空間容易收納 輕便好攜帶 獨一無二	手製作費時 需要有網路才能使用 不耐摔及碰撞
市售羽球發球機	球路變化多 羽球飛行距離遠 堅固耐用 可量產	價格昂貴 笨重難攜帶 需要插電才能使用

## 柒、結論

### 一、實驗過程：

在此次的研究中，我們利用彈力和程式軟體製作出「全自動羽球發球機」。經過了四代的變更和改良，過程中雖然遭遇了許多困難和挑戰，但是我們都一一克服。例如：羽球發射臺的製作、送球機的改良，尤其送球機改良的問題，構造中的四個輪軸不可有一點點偏移，否則大橡皮筋在運轉的時候，就會偏移卡住，經過不斷地研究校正，才成功製作完成羽球送球機。此外，羽球自動夾取機的製作，幾乎讓我們想要放棄，想要直接購買機械手臂套件，但是其價格十分昂貴，最終我們發揮不放棄的精神，終於研究出第四代羽球發球機。

### 二、自製羽球發球機的特色：

#### (一)製作成本便宜：

製作一臺羽球發球機只需要購買小馬達、變壓器、玩具車輪胎和五金材料，整個製作費用不到 1000 元，相較於市售羽球發球機，既經濟又實惠。

#### (二)不佔空間易收納：

我們製作的羽球發球機體積小，方便收納不佔空間，且容易攜帶。

#### (三)插電或電池皆可操作：

我們自製的羽球發球機改裝方便，可將變壓器改裝成電池盒操作，因此免插電也可以使用，非常適合運用於教學或訓練。

#### (四)獨一無二：

我們自製的羽球發球機利用回收的資源再利用，此外，還可按照教學或訓練的需求，調整發球的時間間隔，製作出獨一無二的羽球發球機。

### 三、未來展望

(一)在改變不同電壓對羽球飛行距離的實驗，可將電壓提高，更進一步去探究。

(二)可試著研究讓羽球隨機發出不同的球路。

(三)可試著找出轉速快且扭力強的小馬達，讓羽球飛行的距離更遠。

## 捌、參考資料及其他

- 一、史家瑩(2016)。自然與生活科技教學指引(六下)——力與運動。臺南：翰林出版事業股份有限公司。
- 二、史家瑩(2016)。自然與生活科技教學指引(六下)——簡單機械。臺南：翰林出版事業股份有限公司。
- 三、連廷楷、孫芷柔、應冠穎、吳睿文(2015)「自動」自「發」、求新「球」變~自製桌球發球機之成效探討。全國科展第 55 屆作品集國小組生活與應用科學科。取自  
<https://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/55/pdf/080831.pdf>
- 四、羽毛球發球機雛形(2016年3月24日)。YouTube 網站。取自  
<https://www.youtube.com/watch?v=csSrO3RBqJA>
- 五、孫麗珊(2017)·兒童的科學 145：發球機器大解構·香港：匯識教育。



## 【評語】 082805

1. 在羽球之訓練需求上，設計並製作一個實用的羽球發球機。  
設計和製作整性佳，實驗步驟和方法俱在，作品非常實用。
2. 實驗結果和拋射運動原理可再進一步理解，以找出其誤差的理由。

# 壹、研究動機

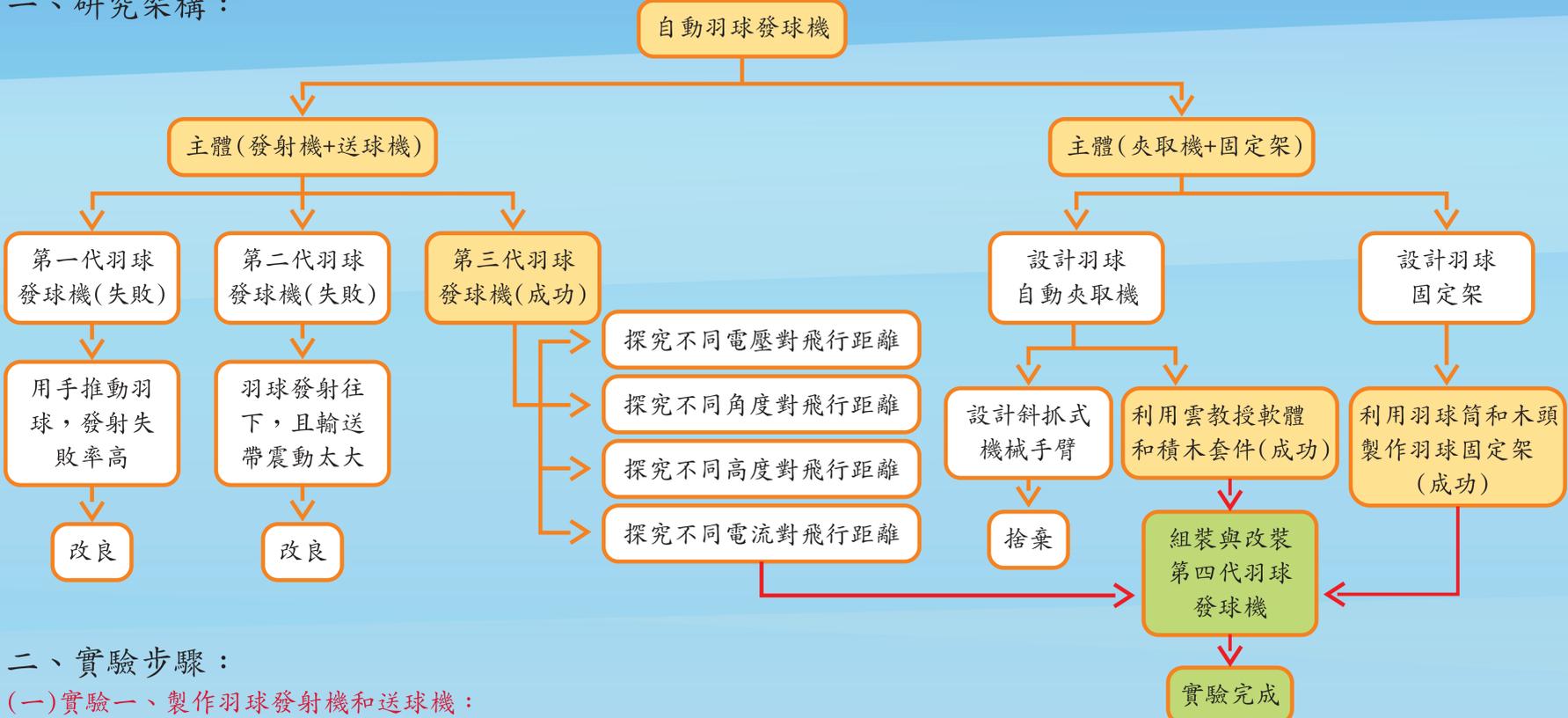
上羽球課時，學校的羽球發球機不但可以發高遠球，還可以發平球和吊球呢！不過，其價格十分昂貴，因此，我決定自己製作羽球發射機，再自行組裝一臺「羽球自動抓取機」，接著使用「雲教授」自行設計出上下抓取的程式。最後製作出一臺既有效、又具經濟效益的「全自動羽球發球機」。

# 貳、研究目的

- 一、製作羽球發射機和送球機
- 二、找出羽球發球機最佳的飛行距離
  - (一) 改變不同的電壓，找出羽球最佳的飛行距離
  - (二) 改變羽球發射臺的角度，找出羽球最佳的飛行距離
  - (三) 改變羽球發球機的高度，找出羽球最佳的飛行距離
  - (四) 改變不同的電流，找出羽球最佳的飛行距離
- 三、製作羽球固定架和羽球自動夾取機
- 四、組裝成「第四代全自動羽球發球機」，實際運用於羽球練習

# 參、研究過程或方法

## 一、研究架構：



## 二、實驗步驟：

### (一) 實驗一、製作羽球發射機和送球機：

#### 1、自製羽球發射機和送球機的歷程：

我們的發球機是參考市售羽球發球機的構造，主要以兩個輪子旋轉將羽球擠壓發射出去。下表是經過多次的實驗，且不斷改良羽球發球機的歷程：

### 第一代羽球發球機

◎ 創作理念：利用玩具車的輪胎旋轉，羽球被擠壓而飛行出去。送球器以半圓形球筒架高固定於木板上，羽球在送球器慢慢推進發射器內。

◎ 發現問題：

- 1.羽球發球的位置不固定，而且向下飛行。
- 2.小馬達塑膠固定架容易脫落。

◎ 改良：小馬達原先使用強力黏著劑黏於木板上，後來改良用L型角鐵固定。

### 第二代羽球發球機

◎ 創作理念：送球器以輸送帶的方式製作。因為圓形小木頭不容易鑽孔，砂紙不容易轉動。之後改良以四驅車輪框和鐵棒為軸，大橡皮筋放置於輪框內製作輸送帶。

◎ 發現問題：

- 1.羽球發射後向下飛行，且飛行距離不遠。
- 2.送球器無法自動前進。
- 3.小馬達塑膠固定架，無法更換其他規格的小馬達。

◎ 改良

### 第三代羽球發球機

◎ 創作理念：

- 1.小馬達改以管夾固定於木頭上。
- 2.利用L型鐵架和螺帽調整發射臺角度35度。
- 3.利用全銅鑽頭連接小馬達和後方輪軸的鐵棒，完成全自動送球器。

◎ 優點：

- 1.管夾可以更換大小不同馬達。
- 2.羽球發射後向上飛行，飛行的距離變遠。
- 3.送球器可以全自動送球。

◎ 發現問題：

- 1.大橡皮筋震動略大，偶有不穩的現象。
- 2.羽球推送需要人力操作。

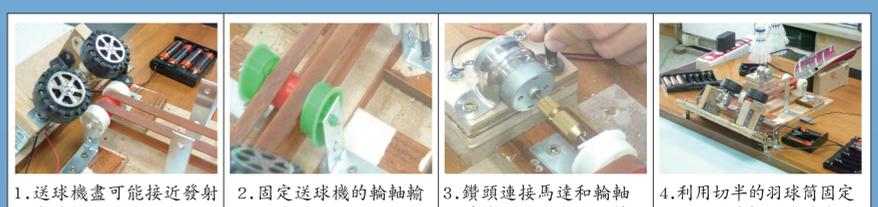
鑽頭

### 2、第三代發球機製作過程：

#### (1) 製作發射機



#### (2) 製作送球機：



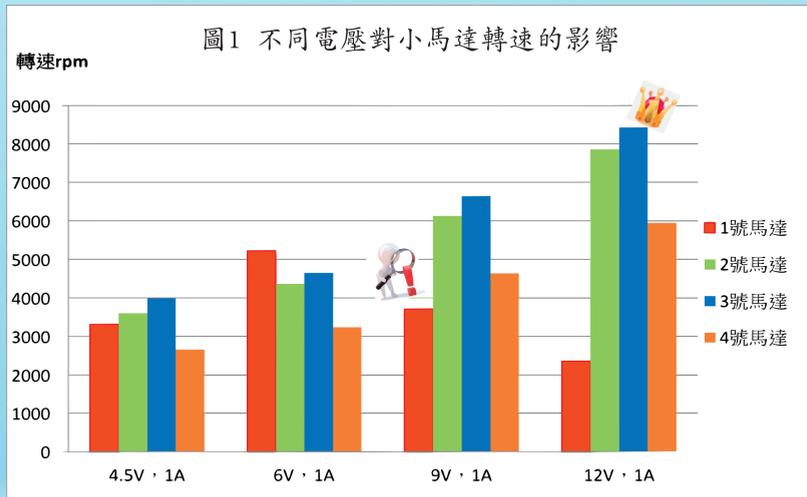
(二) 實驗二、找出羽球發球機最佳的飛行距離：

1、改變不同的電壓，找出羽球最佳的飛行距離：

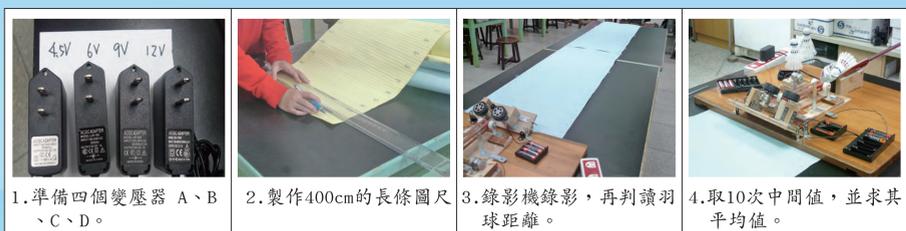
(1)測試不同小馬達的轉速：



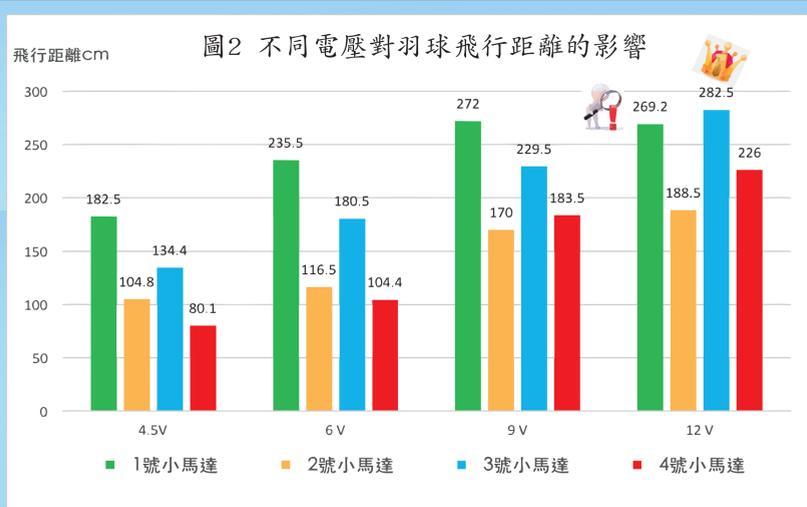
- 1.準備四顆不同規格的小馬達。
  - 2.光電轉速計和風扇距離20公分。
  - 3.利用轉速計測量小馬達10秒內最大轉速。
- ◎發現和討論：
- ①在電壓4.5V~12V下，隨著電壓的增加，2號、3號、4號小馬達轉速越快，其中以3號小馬達轉速最快。
  - ②1號小馬達在電壓6V下，轉速最快。之後電壓增加，轉速反而下降。



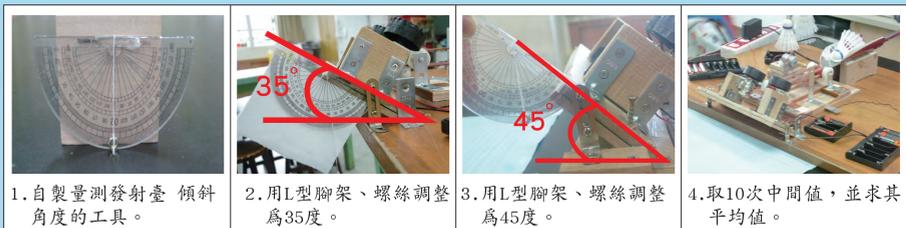
(2)不同的電壓對羽球飛行距離的影響：



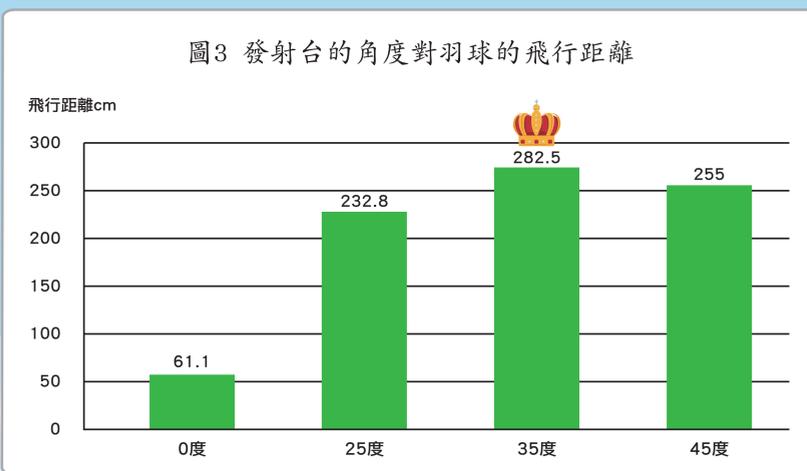
- 1.準備四個變壓器 A、B、C、D。
  - 2.製作400cm的長條圖尺。
  - 3.錄影機錄影，再判讀羽球距離。
  - 4.取10次中間值，並求其平均值。
- ◎發現和討論：
- ①1號小馬達在電壓4.5V~9V下，羽球飛行距離越來越遠，但是電壓增加為12V後，羽球飛行的距離變短。由此可知，1號馬達的電壓有一定範圍，超過電壓的範圍，羽球飛行的距離就會受到限制。
  - ②不同電壓對羽球飛行距離的影響，以3號小馬達在電壓12V下，飛行距離最遠。



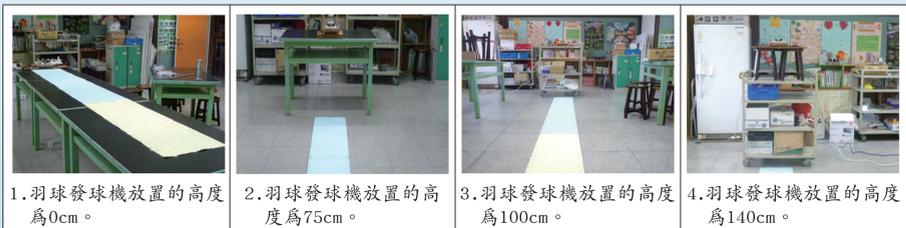
2、改變羽球發射臺的角度，找出羽球最佳的飛行距離：



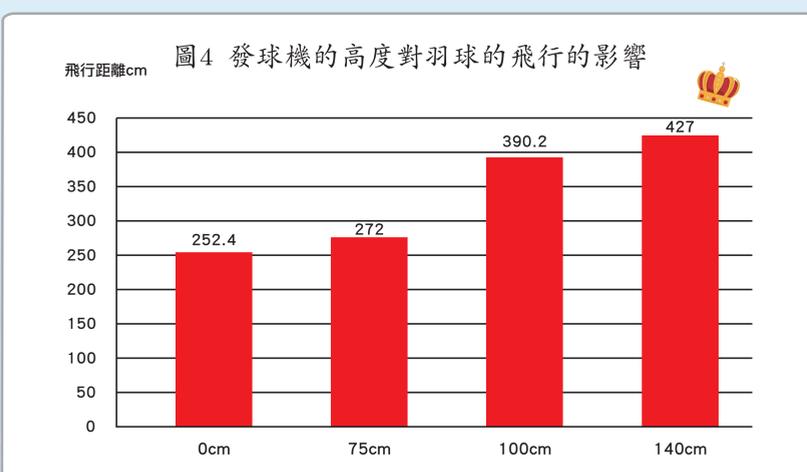
- 1.自製量測發射臺 傾斜角度的工具。
  - 2.用L型腳架、螺絲調整為35度。
  - 3.用L型腳架、螺絲調整為45度。
  - 4.取10次中間值，並求其平均值。
- ◎發現和討論：
- ①羽球發射臺傾斜角度以35度最好，羽球飛行距離最遠。
  - ②羽球發射臺傾斜角度太高或太低，羽球飛行距離效果不佳。



3、改變羽球發球機的高度，找出羽球最佳的飛行距離：

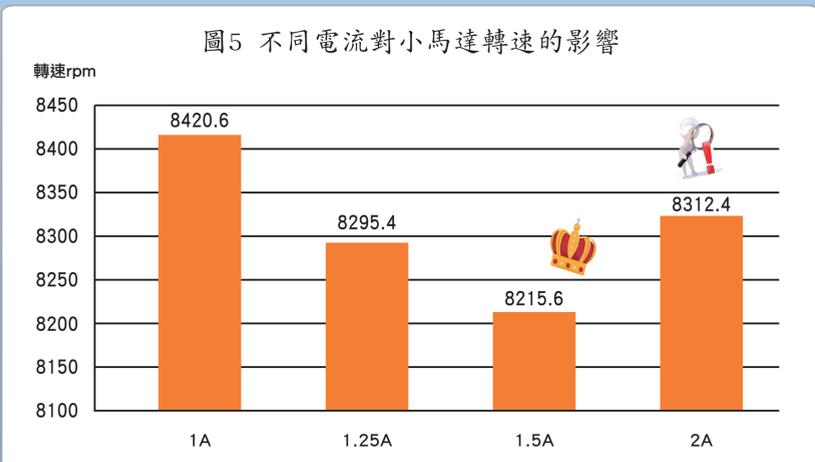


- 1.羽球發球機放置的高度為0cm。
  - 2.羽球發球機放置的高度為75cm。
  - 3.羽球發球機放置的高度為100cm。
  - 4.羽球發球機放置的高度為140cm。
- ◎發現和討論：
- 羽球發球機放置的高度以140cm高最好，羽球飛行距離最遠。



4、改變不同的電流，找出羽球最佳的飛行距離：

(1)在不同電流下，測試3號小馬達的轉速：



- ◎發現和討論：
- 3號小馬達在電流1.5A下，轉速最慢。之後電流再增加，轉速反而上升。

(2)不同電流對羽球飛行距離的影響：



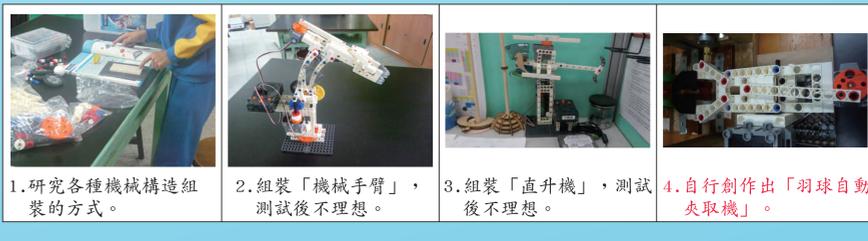
- ◎發現和討論：
- 不同電流對羽球飛行距離的影響，以3號小馬達在電流1.5A下，飛行距離最遠。

### (三) 實驗三、製作羽球固定架和羽球自動夾取機：

#### 1、製作羽球固定架：

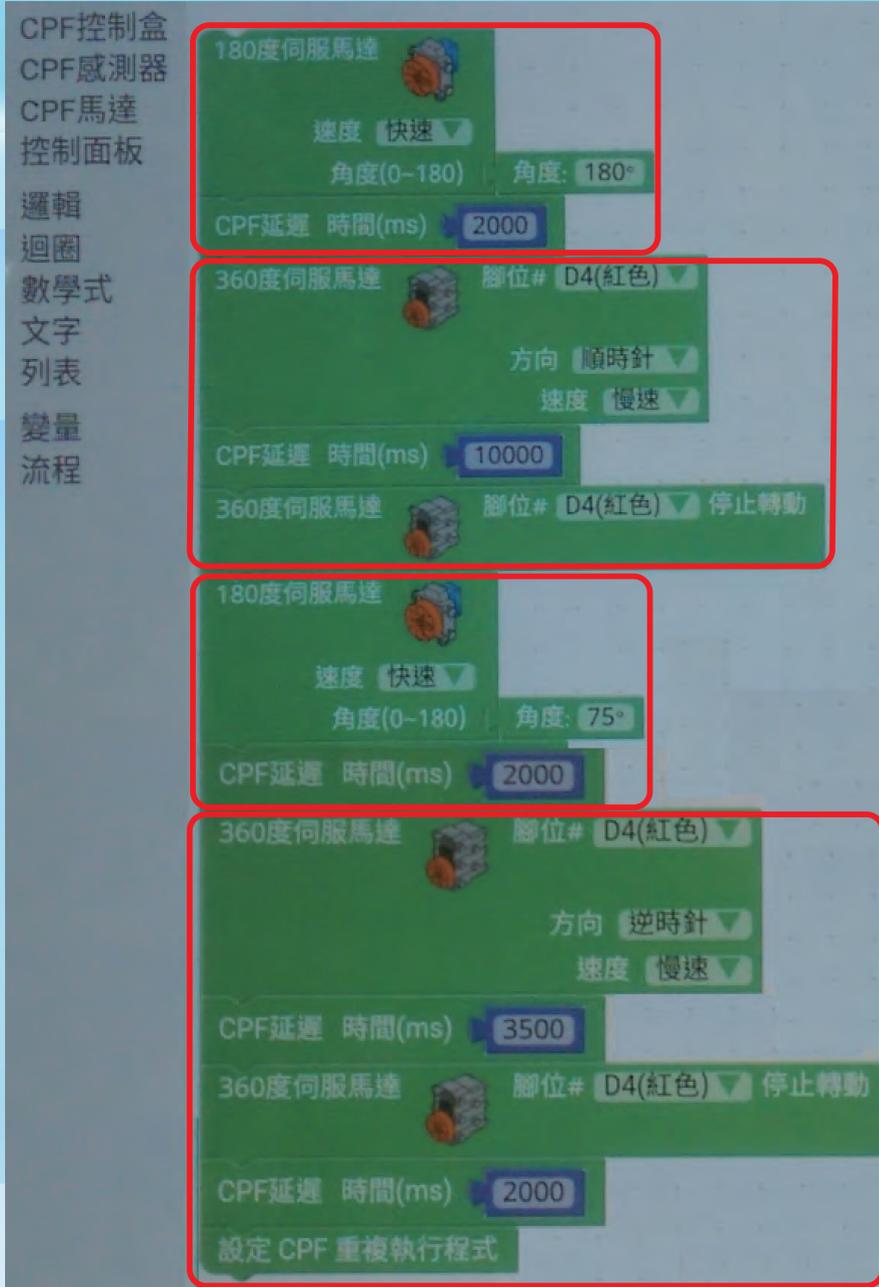


#### 2、自製羽球自動夾取機：



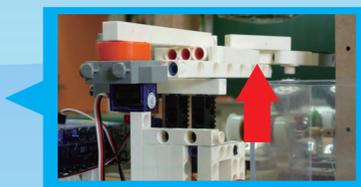
#### 3、設計「羽球自動夾取機」程式：

原先程式設計理念是以「救難直升機」紅外線感應為主，測試結果發現「紅外線」感應不靈敏，所以決定改以「時間」的設計為主。以下是自行設計的程式：



#### ◎發現和討論：

①羽球筒底部的圓洞卡住羽球時，不可太緊，也不可太鬆，以免羽球夾不下來，或自動連續掉落下來。

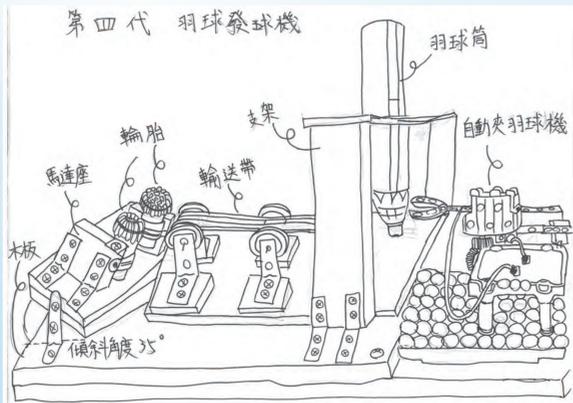


②「羽球自動夾取機」上下支撐軸改成兩根，測試後夾取的穩定性增強了。



### (四) 組裝「第四代」全自動羽球發球機，並實際運用於羽球練習

#### 1、第四代羽球發球機的歷程：



#### ◎創作理念：

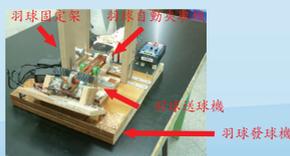
藉由「雲教授」程式，讓羽球夾取機能夠自動上下夾取收放。

#### ◎優點：

- 1.羽球可以自動夾取，不需人力推送。完成真正的「全自動」羽球發球機。
- 2.羽球飛行穩定。

#### ◎發現問題：

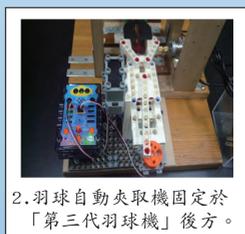
沒有網路或網路不穩定，會影響羽球自動夾取機的運轉。



#### 2、組裝第四代全自動羽球發球機：



1.羽球固定架固定「第三代羽球機」後端兩側。



2.羽球自動夾取機固定於「第三代羽球機」後方。

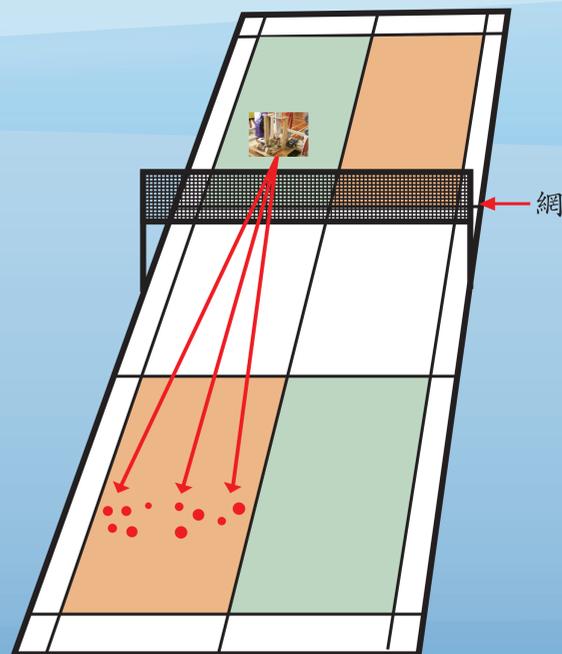


3.「雲教授程式」讓「第四代羽球機」自動運轉。

#### 3、實際運用於羽球練習：

#### ◎發現和討論：

- ①經過一番的努力，終於完成「全自動羽球發球機」，只要在球筒內放入羽球，按下開關後，羽球就可以一顆一顆自動發射出去。
- ②自製全自動羽球發球機實測後，發現羽球的落點大多在球場近2/3處。
- ③自製全自動羽球發球機在測試過程，必須要有網路，偶有網路不穩定，也會導致羽球自動夾取機突然不動，使羽球無法順利發射。



## 肆、結論

- 一、羽球發球機利用兩個輪胎旋轉將羽球發射出去，其旋轉方向要相反，且由內往外轉動。此外，兩個輪胎的間距為2.3cm，不可過大或過小。
- 二、在測試小馬達的轉速實驗中，我們發現電壓和電流都會影響小馬達的轉速，同時也會影響羽球飛行的距離。此外，我們還發現馬達的電壓、電流有一定範圍，超過電壓的範圍，也會影響羽球飛行距離。
- 三、在改變發射臺角度實驗，以角度35°最好。角度過小或過大，都會影響羽球飛行距離。
- 四、在改變發球機高度的實驗中，羽球發球機放置高度在140cm，羽球飛行的距離最遠。
- 五、自製羽球發球機的特色：
  - (一)製作成本便宜。
  - (二)不佔空間易收納。
  - (三)獨一無二。
- 六、未來展望：
  - (一)可試著研究讓羽球隨機發出不同的球路。
  - (二)可試著找出轉速快且扭力強的小馬達，讓羽球飛行的距離更遠。