

# 中華民國第 53 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

---

國中組 生活與應用科學科

第三名

030818

羽置今拾一應用羽球重心斜面力學整列與拋物  
線的省力收集器

學校名稱：臺北市立北投國民中學

作者：  國二 陳怡云  國二 林威辰  國二 吳君平	指導老師：  任建安
---	------------------

關鍵詞：整列、省力、連桿機構

## 摘要

為達到省力且不傷羽毛的大量撿球技術，我們開始進行資料的收集以及實際的測試。針對羽球的特性進行分析後，發現因羽球的**重心因素**，導致其掉落時，呈現底部**朝下的狀態**，並且產生**偏置的現象**，會造成收集上的困難。為克服羽球掉落時位置不固定的問題，因此我們開始思考如何對羽球進行「**整列**」的動作。本組以實際操作，分別七個動作，清楚說明整列動作、力學原理及拋物線收集。過程中我們運用**羽球的重心**、簡單的**斜板力學原理**，以達成省力收集羽球的目標。在模型、成品製作的過程中，我們也學習到手工工具的應用，各式材料的使用與加工方式、了解其內涵與體會到製造設計的精神，未來，可大量應用在生活上的收集整列機器上。

## 壹、 研究動機

在羽球場上，經常會看到散落一地的羽球，需藉由不斷彎腰撿取，十分耗費體力，但市面上也沒有相關的產品可供使用。而經過我們的觀察後，發現到羽球的上方較輕、底部較重，造成接觸到底面時，會產生各種不同的方向，使收集面臨問題，故我們決定著手進行整列動作的構思，使其能達到羽球收集的目的。

本次主題內容與過去生活科技課程中學習的技能與知識也可做結合與實踐；在七上所學習的問題解決模式、製圖與設計概念方法；在八下營建與製造中，所學習有關製造科技系統、材料特性用途、加工方法以及常用器具的設計與製作。

## 貳、 研究目的

- 一、羽球整列技術
- 二、大量撿起羽球
- 三、減輕撿球時的負擔
- 四、能在不傷羽毛的情況下將羽球收集
- 五、學習製作流程與加工技巧
- 六、學習團隊合作精神

## 參、 研究器材與設備

- 一、工具類  
鐵鎚、鐵釘、電鑽、鑽頭、美工刀、手工線鋸、小鋼砲、鋼絲鉗、十字螺絲起子、螺絲、螺帽、螺絲釘、白膠、噴燈、熱熔膠槍；裁切與組裝接合用。鐵尺、捲尺、直角規；測量各式尺寸。
- 二、材料類  
塑膠瓦楞板、木芯板(六分)、夾板(三分)、密底板(6mm)、冰棒棍(細)、碳鋼條(2mm)、塑膠管(四分)、捲紙筒、PVC 塑膠管(四分)、彈簧、鋁管、細塑膠管、釣魚線、90 度彎頭、三向彎頭
- 三、資訊類  
照相機；拍攝與紀錄、筆電、隨身碟；儲存、繪圖與撰寫報告。

## 肆、 研究過程

### 一、 確立問題

在運動中心打球時，發現有大量羽球散落在地上，看著球員們辛苦的來回奔跑拾起地上的羽毛球，很費時費力而且一次只能撿起一個羽球，而雜亂無章的羽球，也十分不易收集。因此發現到以下幾個問題。

- (一) 如何進行羽球的整列？
- (二) 能否一次撿取多個羽毛球？
- (三) 能否不用彎腰就能收集羽毛球？
- (四) 羽毛球撿取的方式有哪些？

### 二、 設定目標

針對上述的問題，我們將設定此次裝置設計所需達到的目標。

- (一) 藉由整列的動作完成羽球的收集。
- (二) 一次收集多個的羽球。
- (三) 不用彎腰就可進行撿球。
- (四) 在不傷到羽毛的情況下進行羽毛球的收集。

### 三、 蒐集資料

#### (一) 羽毛球

是以「天然羽毛」或「類似的合成原料」製造，不論以何種物質製成的羽毛球，一般而言其飛行性質，應類似天然羽毛的羽球，以軟木為底座，其外面包裹一層薄皮。

##### 1. 一般設計

羽球需有 16 根羽毛排成對等圓圈狀，固定於球座，毛則以鵝毛或鴨毛為主，經過漂白篩選後，上等毛用來做比賽球，毛色較不純或毛質較差則作練習球。

##### 2. 羽球長度

64mm 至 70mm 之間為限。但每一羽球的羽毛自其頂端丈量到軟木底座的頂端，其長度應為一致。

##### 3. 羽毛

應圍成直徑（國際標準）約為 58mm 至 68mm 的圓形，若是直徑越小，則阻力相對越小，球也比較會飛。球頭比較重時也會有相同情形，像早期一些廠牌的羽球直徑較大，所以軟木都有栓一根螺絲來增重。

##### 4. 結構設計：

結構的排列與羽毛柄的脆度也是影響羽球是否耐打的因子。羽毛柄與軟木間的膠黏的不牢或綁羽毛之間的線上膠不夠厚，會打沒多久就崩壞。球頭重心若不均，在飛行間會晃動。如果羽毛太脆（冬天的毛比較脆），打沒幾下就斷，（此時可將球筒蓋打開以水蒸氣薰，使羽毛含有濕氣而較軟些）。球頭則以軟木製成，視軟木的等級而區分為比賽級與練習級，軟木的好壞同樣地也影響球的彈性。

(二) 裝置所使用材質比較：

1. 鋼鐵類(製作爪子)

比較項目	不鏽鋼	碳鋼	鐵絲
可塑性	僅次於碳鋼	不易塑形	極好塑形
堅固程度	較鐵絲堅固但久了還是會變型。	堅固不易變形	易變形

2. 木材類(製作機身)

種類	夾板	木芯板	密集板
製成方式	用一層層的薄木片上膠後堆疊壓製而成，每一木片多使用各種不同種類的木頭切割而成。為了使能承受載重力更大，會依木頭紋理的方向不同，交替堆疊再上膠，表面多具有貼皮加工。	是以木頭為實心的板材，總共有三層，中間一層厚的，上下兩層為薄木片，中間則是以實木條拼貼而成，需作上膠加工才能使之牢固，黏著劑裡面多半會添加甲醛等化學物質防止內部腐壞，而木心板兩旁的木片就是夾板(一片約厚 2mm 不等)。	屬於低密度的塑合板材，通常會作防潮處理，密集板與塑合板製成的原理一樣，皆是以木材碎片加膠之後高溫壓製而成。但是低密度的密集板比塑合板所使用的木屑更細，更碎裂，所以比重也比較重。
優點	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 不易變形(折斷)。</li> <li>▶ 承重量及耐壓性高。</li> <li>▶ 應用方便(可視需求製成不同規格的尺寸)。</li> <li>▶ 結構堅固。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 可在木芯斷面方向施行釘接作業。</li> <li>▶ 木芯板可利用旋切單板後的小徑材，及製材廢料製成，達到廢物利用的目的。</li> <li>▶ 與同樣厚度的夾板比較，成本較低，價錢也較便宜。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 易切割、可刨刮、可雕刻(使用彈性較大)</li> <li>▶ 密集板較為環保，能減少森林的砍伐</li> <li>▶ 密集板較低價、大眾化，使用過久汰用即可丟棄。</li> </ul>
缺點	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 一般造價較高</li> <li>▶ 若材料沒有充分乾燥或生產工藝存在問題，導致板材變形時，外力很難調整</li> <li>▶ 夾板不如密集板表面光潔</li> <li>▶ 釘接時易使各層鬆裂而使釘接不牢固</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 木芯板也需要注意甲醛等化學物質的含量，甲醛、甲苯過量的刺鼻味會很重</li> <li>▶ 大小通常都制式化(六分厚)。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 不耐潮濕(在潮濕的氣候或是過熱的環境下容易扭曲變形)。</li> </ul>

↑表一：各式木材特性一覽表

### (三) 連桿裝置

#### 四連桿機構之幾何關係

##### 1. 組成四連桿機構之基本條件

任一連桿之長度必小於其餘各連桿長度總和。

##### 2. 葛萊旭夫定理

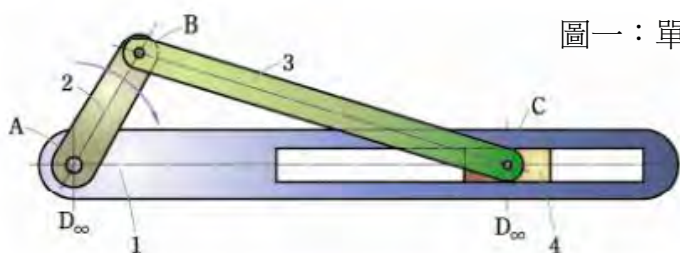
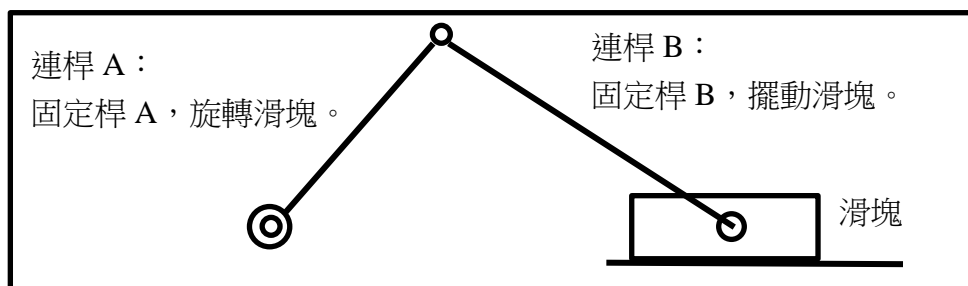
(1) 最短桿與最長桿之長度和小於其餘兩連桿之長度之和。

(2) 最短桿與最長桿之長度之和等於其餘兩根連桿之長度之和，運動不確定稱為變點機構。

(3) 最短桿與最長桿之長度和大於其餘兩根連桿之長度之和，只形成雙搖桿機構。

##### 3. 單滑動對四連桿組

包括連桿 A、B，滑槽及滑塊，因固定不同桿件，而形成不同機構，情況如下圖所示：



圖一：單滑動對四連桿組

圖二：滑動對之連桿機構

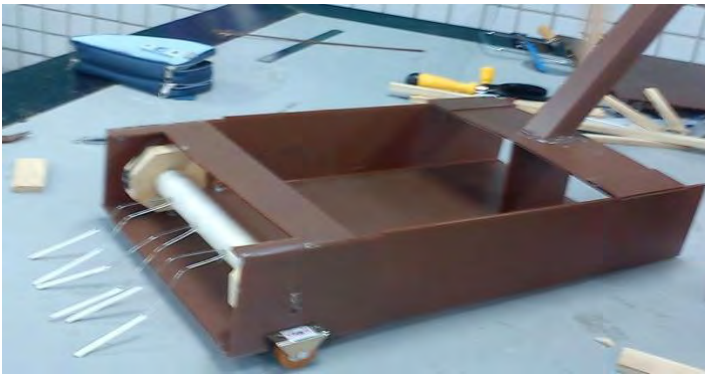
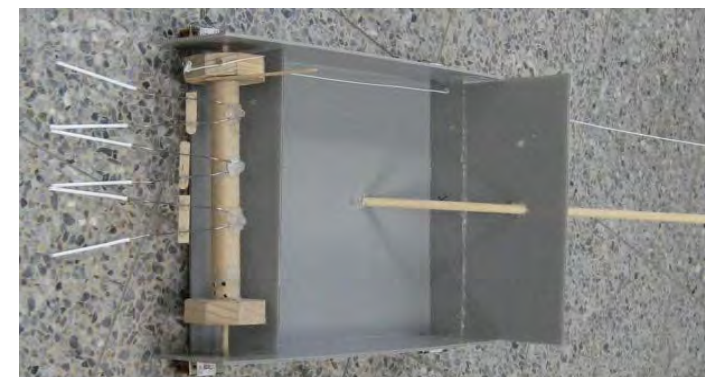
### 四、構想解決方案

問題	解決方法
將雜亂無序的羽球整齊排列	將碳鋼絲製成 U 字型，並彎曲個斜面角度。利用羽球的重心原理，以軟木部分為支點，碳鋼絲推動羽球中段進行旋轉，將羽球整齊排列至 U 字型爪子內。
撿球時不能傷到羽毛	由於羽毛球之形狀大致為圓錐形，故將碳鋼絲製成 U 字型，並在前端加裝塑膠管，以減少接觸面積。
需不斷彎腰	將球收集至後方的空間，最後再將羽球一次取出。
碳鋼條製作爪子費時費力，不易標準化	先將碳鋼絲定型，再放入事先鑽孔過的軸，並用熱熔槍進行固定。

## 五、執行製作

### (一) 模型試作

執行解決方案，開始實際製作模型。因塑膠瓦楞板容易加工且切割方便，故先用此材料進行製作。

編號	完成圖片	製作方式與特色	優點與改善方向
1號機		<p>製作方式：用木條組成支架及踏板後加裝繩子和軸，軸上有爪子</p>	<p>為本機構雛型但在地面上要用腳踩十分不便，需改用較輕的材料</p>
2號機		<p>製作方式：用塑膠瓦楞板製作機體且把軸加長增加撿球量</p>	<p>機體不穩容易晃動 改善方向：改變黏合機體的方式</p>
3號機		<p>和2號機製作方法大致相同但加裝簡易的煞車系統</p>	<p>煞車裝置不夠靈敏</p>
4號機		<p>在周圍加裝斜板防止球從一跑出去</p>	<p>爪子會不斷掉下來需要用方法去固定</p>



5 號 機		加裝彈簧和連桿 後方的啟動系統加裝保護的導管保護煞車線	
-------------	--	--------------------------------	--





經過塑膠瓦楞板製作了五組機械後，雖然已經成功設計出可以順利撿起羽毛球的裝置，但仍然有以下問題還需改善。

問題	解決方法
1.車身不夠靈活	在後方加裝可旋轉的輪子
2.啟動系統使用不易	運用水管製作，寬度較窄，使用者較容易握住啟動系統
3.把手的高度過低	增加把手長度，使高度提升到適當的位置
4.碳鋼絲固定不易，容易晃動	改變軸的組裝方式：將碳鋼絲彎成U字型後，放入挖槽後的軸中，不但能夠改善爪子不易固定的問題，製作上也比較容易。





## (二) 成品製作

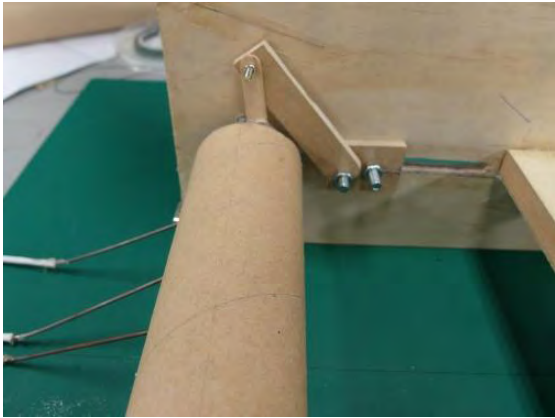
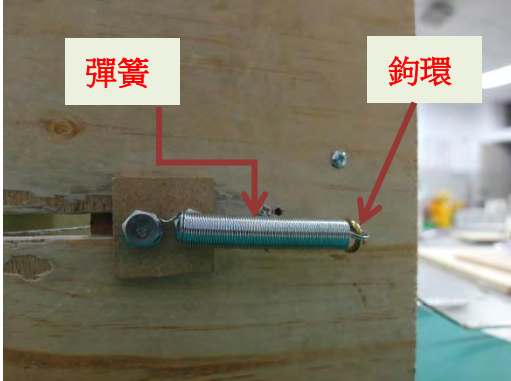

針對模型試作後所發現的問題，在成品製作時來進行改善並加強。由於塑膠瓦楞板做為機體不穩固，故採用木材來製作機身。另外，我們將原本一體成形的機體，改為兩段式，前方是主要機構，後方則製作成可拆卸式的羽球收集箱，可以有效的運用機體後方的空間，當收集箱內的羽球超出負荷量時，能夠快速的替換收集箱，持續進行撿球的工作。

過程	照片	文字說明
軸製作		由上至下依序為：捲紙筒、細塑膠管、碳鋼條、細鋁管。 捲紙筒：外徑 5.5cm，長 21.5cm 碳鋼條：直徑 2mm 細塑膠管：內徑 2.5mm 細鋁管：外徑 5.5mm

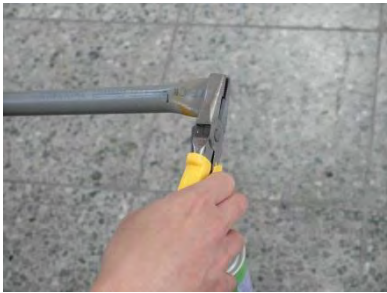


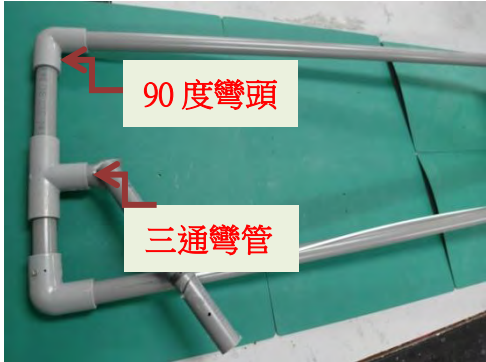


		<p>在捲紙筒上先畫線，左右各留 2.5cm，再畫上 3.5cm 直線(碳鋼條放置處)，每組碳鋼絲間隔 3cm。再利用美工刀在線上割出 2mm 的寬度。</p>
<p>爪製作</p>		<p>先將碳鋼條對折形成 U 字形。</p>
<p>軸爪結合</p>	 	<p>將 U 字形的爪，彎頭處置入切好的縫隙中，利用熱融膠接合。三組 U 字形需平行。</p> <p>將多餘的碳鋼絲截斷，並做彎曲。</p>






		<p>再利用熱融膠接合細鋁棒，就完成。</p>
連桿製作		<p><b>固定桿 A</b> 在冰棒棍的上、左、右各留 5mm 的位置鑽直徑 3mm 孔，裁切長度 9cm 後接合至軸的右側。</p>
		<p>在軌道移動路徑上鑽孔，再將線鋸穿至其中，切割長 9cm、寬 6.5mm 軌道路徑。</p>
		<p>切割密集板(6mm)，共三塊。 <b>固定桿 B</b> 長 9cm，寬 2cm，上端與固定桿 A 連接處鑽 3mm 孔。下端與滑塊連接處鑽 6.5mm 孔。 滑塊(內)：長、寬各 3cm 滑塊(外)：長 4cm，寬 3cm</p>

		<p>用螺絲與螺母將所切材料做連結。兩個螺絲在軌道上做往返移動，可利用連桿原理將捲紙筒向後拉抬。</p>
<p>連桿製作</p>		<p>在外側水平路徑上加裝彈簧，以增加往返時的力道。先鑽 3mm 孔後，再將鉤環鎖進夾板內，再將彈簧與滑塊做結合。</p>
<p>機構本體</p>		<p>由兩塊 20cm*25cm 的三分夾板及一塊 23cm*7cm 的六分木芯板組成，並先將設計圖貼至其中一塊三分夾板上。</p> <p>製作轉軸孔 利用 C 型夾將木板固定後，使用電鑽在設計圖上鑽 6.5mm 的孔。</p>

	 <p>釘上釘子</p>  <p>塗上白膠</p>  <p>機構完成</p>	<p>將三塊木板組裝起來 先在三分夾板上釘上釘子定位，再將六分木芯板(長 23cm，寬 7cm)接合端塗上白膠後，進行組裝接合。</p>
<p>機構 本體</p>	 <p>外側</p>  <p>內側</p>  	<p>利用螺絲及螺母做支撐，可將轉軸的細鋁管安裝在上。</p> <p>左圖為後輪，可旋轉。右圖為軌道滑輪。</p>
<p>把手 製作</p>		<p>四分 PVC 塑膠管利用噴燈加熱後</p>

	  	<p>再用鋼絲鉗將前端 4cm 處加壓做成扁平狀。</p> <p>將扁平處鑽孔，並鎖至木板</p>
<p>把手製作</p>		<p>利用 90 度彎管及三通彎管將其組裝完成</p>
<p>收集羽球箱</p>		<p>將紙箱依照左方尺寸裁切，再把紙箱利用熱融膠組裝接合。完成後如下圖。</p> 

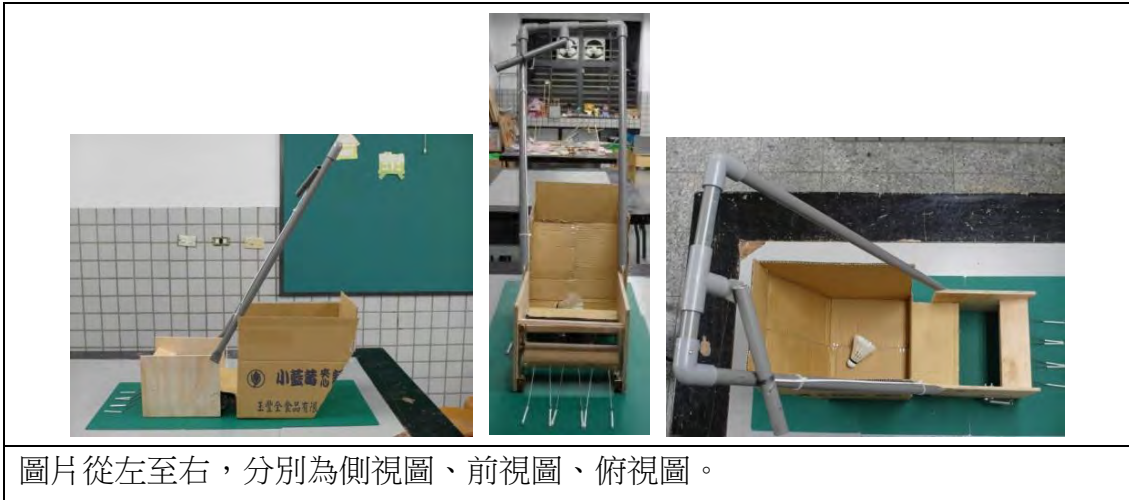


<p>啟動裝置</p>		<p>將釣魚線綁至滑塊後方的螺絲，以方便施力。</p>
		<p>將釣魚線穿過細塑膠管，經由塑膠管順著把手向上延伸。</p>
		<p>啟動握把的轉軸，將 PVC 塑膠管先用噴燈加熱，再用鋼絲鉗加壓冷卻後成型。之後在握把轉軸處鑽孔，再加上螺絲與螺帽後即可運作。</p>
		<p>將釣魚線綁至握把尾端的鑽孔處，就可以施力啟動連桿。</p>



## 伍、 研究結果

### 一、 完成品視圖


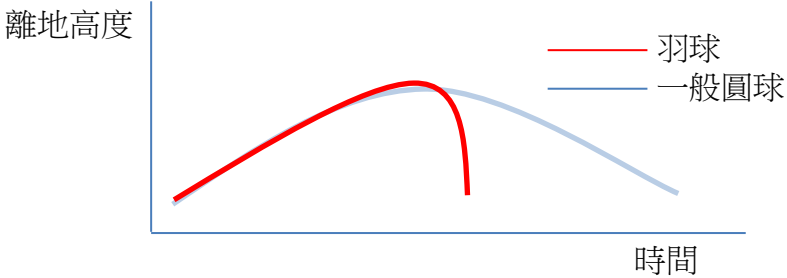


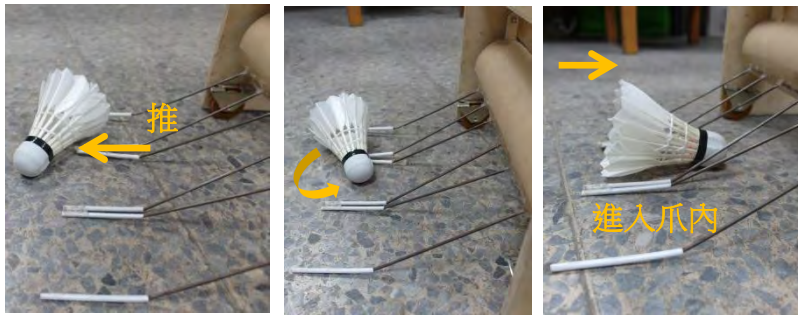
### 二、 成品各項結構

結構名稱	照片	說明
U 字型爪子		<p>爪子部分採用了不易變形的碳鋼絲，以最少的面積接觸羽球，且形狀與羽球大致相符，使其能順利撿起羽球。</p> <p>羽球在接觸到爪子時，羽球會以自身的底部作為支點，以旋轉的方式達到合適的角度，順利進入爪子中，達到整列的效果。</p>
連桿機構		<p>以直線移動帶動軸體的轉動，使爪子能夠抬起，並將羽球收集至後方的收集箱。</p>

		
啟動裝置		啟動裝置以剎車系統作為原型，將啟動裝置向上拉起，便能順勢帶動釣魚線並啟動連桿機構。
收納裝置		收集箱的部分我們選擇以環保的素材為主，因此運用了廢紙箱製作，紙箱後方的設計可以使收集的羽球滑落，甚至可以設計出許多不同的造型。

### 三、實際操作（整列動作分析解剖圖）

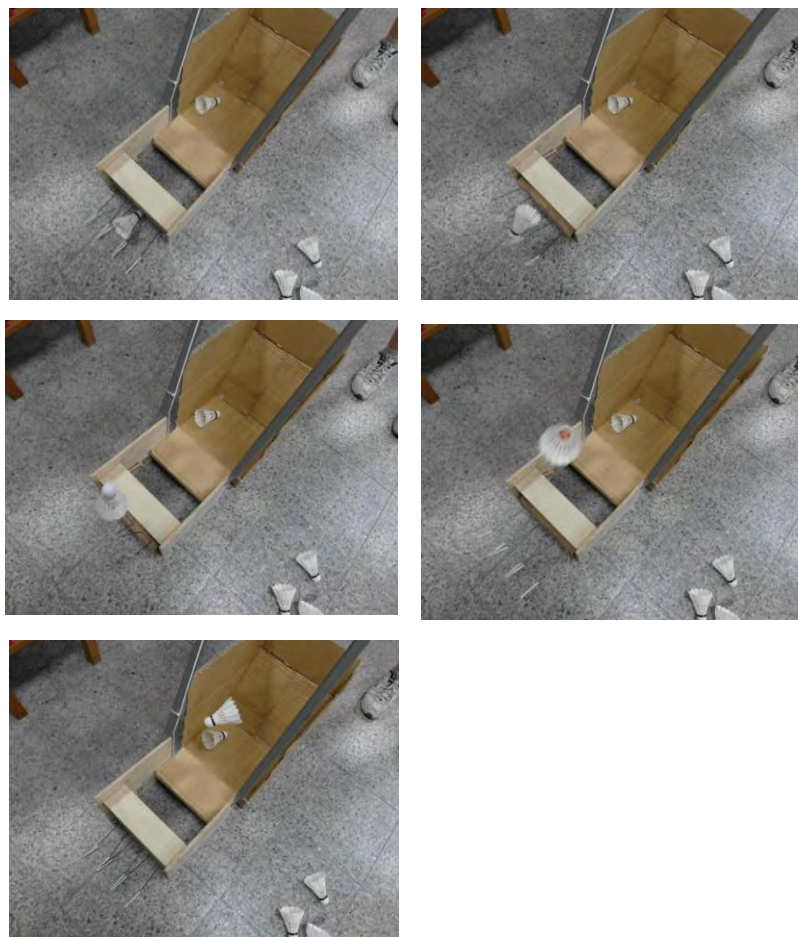
解決項目	照片	文字說明
將雜亂無序的羽球進行整列，並收入箱中		<p><b>動作 1</b> 因羽球的重心偏低，靠向軟木位置，使其掉落時，底部向下(左上圖)，與一般球類飛行路徑也有所不同(下圖)而在接觸地面時，則會發生偏置現象(右上圖)。</p>
		



**動作 2**  
藉由爪子碰觸羽球時，使其以自身的底部作為支點，產生反轉現象，並順利進入爪子中。



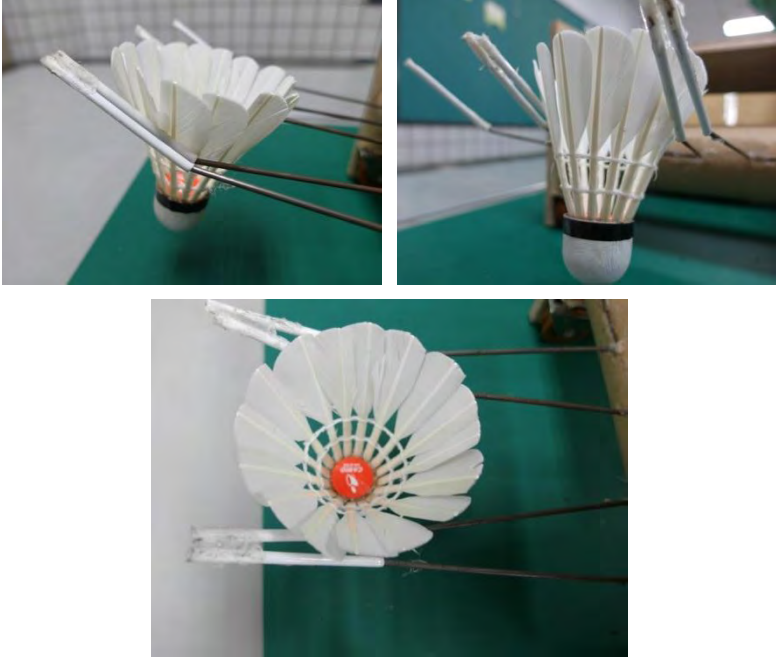
**動作 3**  
進入爪子的羽球，因爪子的斜面角度，使重心偏底部的羽球，會造成斜面原理的發生，故能順利將羽球抬起。



**動作 4**  
最後藉由連桿裝置，施予力量將羽球以拋物線的方式，收集至後方的收集箱。



<p>不用彎腰就可進行撿球</p>		<p><b>動作 5</b> 以國中生作為實驗對象，明顯的可以看到，使用者僅維持在一般舒適的姿勢，便能輕鬆地<b>省力操作</b>啟動裝置。</p>
<p>一次多個羽球</p>		<p><b>動作 6</b> 我們以相機的十連拍效果，捕捉 3 顆羽球同時通過爪子撿起的畫面。</p>

<p>在不傷到羽毛的情況下進行羽毛球的收集</p>		<p><b>動作 7</b></p> <p>由左圖，爪子將單顆羽球撿起的畫面，我們可以發現，爪子能夠以最小的面積抬起羽球，而羽球因底部較重，故能維持直立的角度，使其能順利進入後方的收集箱。</p>
---------------------------	--	--

## 陸、討論

### 一、藉由整列與斜面的動作完成羽球的收集

此目標已經完成，在整列過程中，我們大量運用了羽球的重心，使方向不一的羽球，都能順利進路爪子，並完成整體收集的動作。

### 二、一次收集多個的羽球

此目標已經完成，撿羽毛球機的軸上運用了 3 隻並排的爪子，使得羽球可多個同時進入爪子中，並在正常的狀況下，達到一次收集 2 至 3 顆羽球的效果，依面寬、可擴充至所需。

### 三、不用彎腰就可進行撿球

此目標已經完成，我們將撿羽毛球機的把手長度（即高度），按照學生（小學、國中、高中）的平均身高作為基準，將高度調整在適當的位置，以方便使用者推動、進行啟動裝置（連桿、剎車）的操作，並且克服了在大量撿羽球時，需要不斷的彎腰的狀況，使用者可保持在舒服的姿勢，就順利地撿起散落在地面的羽球。

### 四、在整列及斜面的精確控制下，能在不傷到羽毛的情況下進行羽毛球的收集

此目標已經完成，材料方面，為了減少爪子與羽球接觸的面積，以及爪子的使用壽命，故選擇不易變形的碳鋼絲製作，並在前端加上塑膠管，避免碳鋼絲直接接觸到羽球，導致羽毛受損。

### 五、其他討論項目

#### （一）依面寬，可設計爪子數量的增加

為提高羽球一次內撿起的數量，我們未來會考慮將機體改為較寬的設計，以容納較寬的軸以及較多的爪子，故能快速提升收集的數量，這部分未來能夠



多做嘗試。

(二) 利用拋物線之原理，使收集後的羽球能夠整齊排列

依照目前的收集方式，只是將羽球簡單的收納至後方的收集箱，無法達到規律性的排列，若能更進一步研究使羽球自動排列的方法，可達到更加完善的羽球收集功能，使用上，也較方便取出收集完畢的羽球。

## 柒、 結論

我們現階段的作品，已初步運用了整列的技術，並且逐一克服了許多困難，例如爪子的設計、啟動系統的製作等，目前已經能夠順利的達成撿球的目標、完成羽球收集的功能，但由於時間上的問題，我們並未實際將作品拿至羽球場、運動中心進行測試，若往後有機會進行撿羽毛球機的測試，想必能夠透過使用數據和使用者的心得分享，了解機器是否能夠達到一定的使用效率，並從測試過程中，發現其他的問題，也能夠針對這些問題，去思考如何加以改善，進而精進目前的作品。

另外，這次的作品因時間因素，還尚未進行表面處理，若能夠完成上漆，整體的外觀也能夠提升，之後也能為撿羽毛球機設計造型，勢必能增加整體的美觀，也能增加作品的創意性，日後也會朝這方面去構想。綜合以上幾點，我們的作品仍有許多進步的空間，也有許多值得探討的部分，往後我們也會繼續研究此作品，使其可以更為方便使用。

## 捌、 參考資料與資料來源

- 一、 國中生活科技課本 康軒版第二冊第二本 創新與設計
- 二、 國中生活科技課本 康軒版第四冊第二本 營建與製造科技
- 三、 圖一：資料來源 <http://www.eyebook.com.tw/books/01E46/01E46-CON.pdf>
- 四、 圖二：資料來源 [http://www.khvs.tc.edu.tw/page/2/04/ME\\_digitalbook/14.pdf](http://www.khvs.tc.edu.tw/page/2/04/ME_digitalbook/14.pdf)
- 五、 表一：寶中工程 <http://www.dzmy.com.tw/?ID=Report&ID2=17>
- 六、 羽球的基本構造 資料來源 <http://www.wretch.cc/blog/fongtong576/12015275>
- 七、 連桿裝置 資料來源 <http://www.eyebook.com.tw/books/01E46/01E46-CON.pdf>

## 【評語】 030818

1. 本作品對非圓形的羽毛球，考慮其重心和形狀，設計一具撿拾的機器來撿起地上的羽毛球，具有創意的概念。
2. 本作品利用一個滑塊曲柄機構，以利手把拉動滑塊，使曲柄旋轉而拋起前叉中的羽毛球，使進入後箱中。
3. 建議在箱中再做一設計，使箱中的羽毛球能成串收集，避免再一次人工撿拾。