

投稿類別：工程技術類

篇名：  
電磁式鐵屑回收車

作者：  
康哲維。臺北市立松山高級工農職業學校。機三智班。  
游子毅。臺北市立松山高級工農職業學校。機三智班。  
黃庭維。臺北市立松山高級工農職業學校。機三智班。

指導老師：  
黃銘銓老師  
沈嵩博老師

## 壹●前言

### 一、研究動機

自從工業革命發明了蒸汽機後，由一系列技術革命引起了從手工勞動向動力機器生產轉變的重大躍進，人們發現了機器可以大量生產、達到人類無法達到的效率和力量等等的實用性。於是我們想到之前遇到過的小麻煩，就是練習機械加工時每次收工鐵屑都會很多，清理不易又很費時，尤其是一些小角落，需要特別花費時間去清理，因此想到如果有自動式的清理機加上老師教我們的，磨床是利用通電而產生磁性，工件就會被緊緊的吸附在磨床上，所以我們想既然工件都會被吸附在上面那鐵屑也一定可以，因此我們結合了兩者，電磁式鐵屑回收車就這麼誕生了。

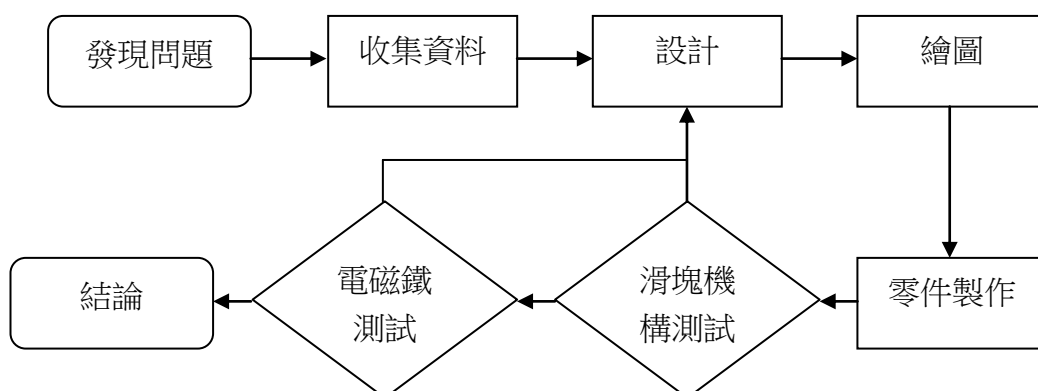
在加工的時候，銑床和車床所造成的鐵屑往往是最多的，銑床的鐵屑因為不像車床成捲曲狀而是短小片狀，也沒有集鐵屑的地方，因此周圍散落滿滿的鐵屑，有時又混著切削液，使掃把在清掃的難度上升，長時間彎腰對腰的負荷也很大，如果使用接線遙控就可以解決以上的問題時間和力氣也可以獲得很大的改善。

### 二、研究目的

本次的研究目的是使用電磁鐵和遙控車在鐵屑的清理上能更省時省力，將本研究分述如下：

- (一) 利用曲柄搖桿機構使連桿可以往復運動
- (二) 利用電生磁原理吸取鐵屑

### 三、研究步驟



## 貳●正文

### 一、文獻探討

#### (一) 電磁鐵

利用物理學中的電磁原理，將電磁棒外面纏繞一層漆包線，「**直流電通過作成螺線管的導體時會產生磁場。在螺線管的中心加入一磁性物質則此磁性物質會被磁化而達到加強磁場的效果**」(註一)，就可以加強磁力應用在我們動力車上面，達到吸附鐵屑的目的。

#### (二) 滑塊機構

我們是利用迴轉運動轉換為移動式的結構，大部份之機構由馬達驅動，而滑塊與曲柄則是用來將迴轉運動改變為直線運動。「**將曲線槽的半徑增至無限大，則此槽變成一直線槽，當曲柄旋轉時，滑件作簡諧運動**」(註二)此種機構又被稱為蘇格蘭軛。

#### (三) 鉚接

鉚接是利用鉚釘將兩件物品永久結合，一端為半圓形，另一端以工具擠壓變形因而結合在一起，需破壞鉚釘才能將兩件分離。

我們這次所使用的抽芯拉釘也是屬於鉚釘的一種，價格低廉，操作簡單，拉釘被釘針擠壓撐大，而卡在要鎖的洞上，這樣拉釘就固定住要疊接的板子，但是這種拉釘只適合用在輕負荷的地方所以無法吃重。

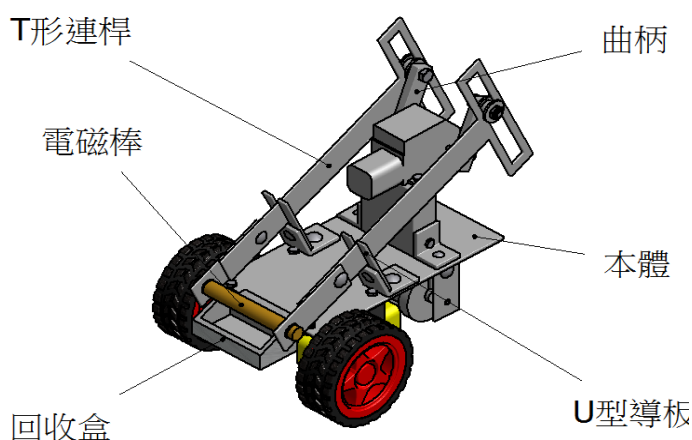
#### (四) 文獻結果

經過資料的收集與整理，以及和老師、組員們的討論後，本研究將以上敘述文獻作為理論的基礎與依據，用鋁板結合螺釘和拉釘將基本架構先作出來，加上馬達使曲柄旋轉帶動連桿件作直線往復運動，在連桿上加裝電磁鐵，當旋轉到最底部時使電磁鐵通電吸取鐵屑，旋轉到最上方時斷電磁力消失鐵屑會掉收集盒中，因為我們使用的是電磁鐵不通電時不會有磁力因此不用時不會造成周圍的影響。

## 二、吸鐵屑電磁動力車設計及製作

### (一) 吸鐵屑電磁動力車設計構想

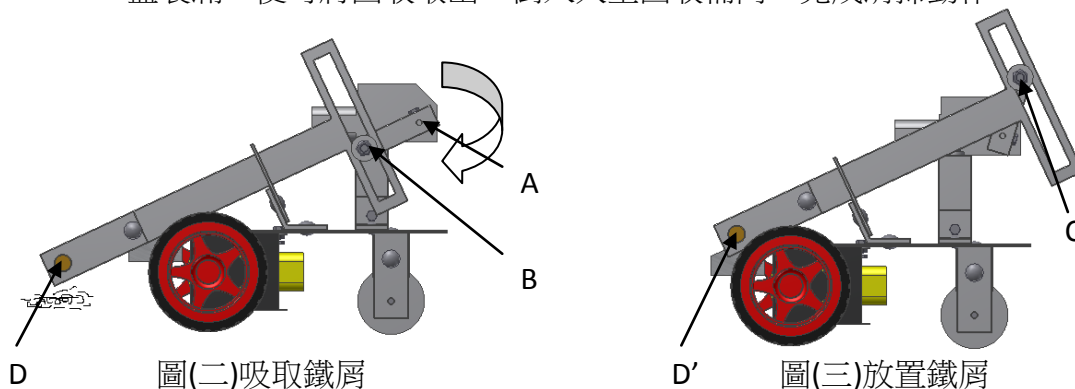
我們決定好設計目標，就開始收集資料，詢問老師和參考學長之前的作品，可以利用圓盤帶動連桿，可是經過 Inventor 的繪製發現如果要達到預想的移動距離，圓盤的設計就要變得很大，而且還會多出很多不必要的移動，第二次設計我們所使用的是四連桿機構但還是覺得不夠好，會有死點的問題，最後我們在課本中發現滑塊連桿機構，不僅可以達到想要的直線運動，也沒有其他問題。



圖(一)研究設計圖

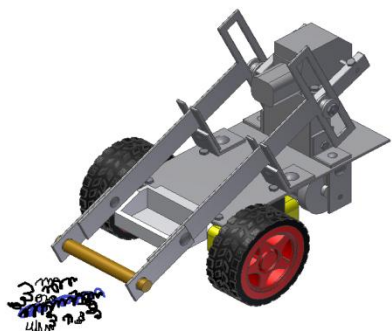
### (二) 吸鐵屑電磁動力車動作說明

將電磁動力車行駛到鐵屑前，馬達開始運轉，使曲柄以 A 點為中心順時針迴轉至 B 點，帶動 T 形連桿上的 D 點移動到鐵屑上方；將電磁線圈通電，讓磁鐵棒前端的電磁鐵吸附鐵屑，如圖(二)，曲柄繼續旋轉至 C 點，連桿經由 D 點運行到 D' 點，磁鐵棒到回收盒上方再斷電，鐵屑自然會因為重力而落入盒中，圖(三)，反覆持續動作，直到回收盒裝滿，便可將回收取出，倒入大型回收桶內，完成清掃動作。



(三) 吸鐵屑電磁動力操作過程

先將車子遙控至鐵屑前方，按下電磁開關，使鐵屑吸附至電磁棒上，再次啟動馬達，讓電磁棒移動到收集盒上方，關閉電磁使電磁斷電失去磁性，鐵屑受重力自然掉落。



圖(四)吸取鐵屑



圖(五)放置鐵屑

四、零件表

本研究所使用的零件以學校現有的材料為主，再利用車床與鑽床等機具進行加工，使用零件如下表所示：

表(一)

| 名稱    | 數量   | 備註         |
|-------|------|------------|
| 大鉚釘   | 6 支  | ψ 5        |
| 小鉚釘   | 4 支  | ψ 3        |
| 大鋁塊   | 1 塊  | 50x42x19   |
| 小鋁塊   | 2 塊  | 49x13x6    |
| 後輪    | 1 個  | ψ 39x30    |
| T 形連桿 | 2 片  |            |
| 控制器   | 1 個  |            |
| 拉釘    | 10 個 | 4.8mmx16mm |

三、零件加工

(一) 本體

將鋁板加工成 151mmx83mmx2mm，依照鑽孔的位子畫線，使用中心衝打點，用ψ 5 的鑽頭鑽孔，使用拉釘將各部位板結合，將前輪

連接鐵片和馬達用螺絲鎖上。

### (二) T形連桿 (蘇格蘭軛)

將 1000mmx150mmx2mm 的鋁板加工成 T 形狀，將上部橫桿做成 103mmx20mm 中間挖空，周邊留 5mm，總長度為 205mm，在距離底部 6mm 處鑽一個 $\varnothing 10$  的孔用來連接電磁棒。圖(六)

### (三) U形導板

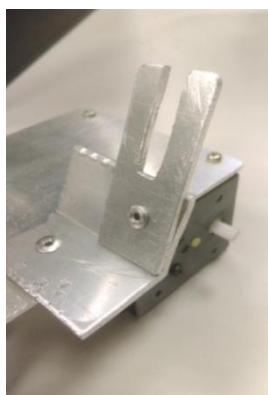
將鋁片做成 50mmx20mm，開一個 25mmx5mm 的槽，在距離底部 12mm 的地方鑽一個 $\varnothing 5$  的孔，並使用拉釘和 120 度角板結合。圖(七)

### (四) 曲柄

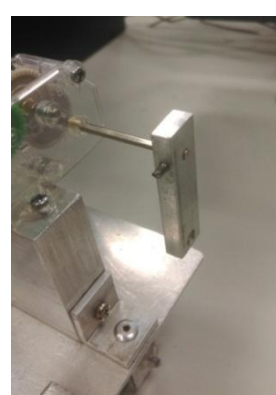
將鋁條做成 50mmx13mmx6mm，先鑽 $\varnothing 3$  的孔連接馬達傳動桿在側邊鑽 $\varnothing 2.8$  的孔，攻 $\varnothing 3$  的螺紋用來固定，最後在距離底部 5mm 的地方鑽 $\varnothing 4$  的孔連接連桿。圖(八)



圖(六) T形連桿



圖(七) U形導板



圖(八) 曲柄

### (五) T形連桿

由 Inventor 繪製模擬後，依照所繪製的尺寸畫在鋁片上，使用鋸子將不必要的材料先切除，用鑽頭將 T 形連桿上半部左右兩邊鑽出可以穿過的孔，再用鋸子鋸成中空，最後使用剉刀精修「**銼削過程依表面粗糙度要求適時更換中銼齒或細銼齒銼刀**」(註四)成繪製的尺寸，在 T 形連桿的尾端鑽 $\varnothing 10$  的孔，使電磁棒可以穿入。圖(九)

(六) 電磁棒

將電磁棒先使用粗車刀將大部分不要的材料先去除，再使用精車刀修表面，提高表面亮度和達到尺寸，用切槽刀左右各往內 50mm，切深 30mm，使槽可以卡在 T 形連桿前端的圓上，轉動時不會掉落。圖(十)

(七) 配電和控制板

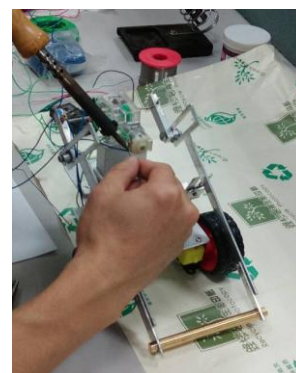
將鋁板做成 120x65 的大小，在上面鑽 $\psi$  5x7 的孔，裝上按鈕靠著老師的指導和幫忙配電、銲接，才能使回收車順利轉動和行進。圖(十一)



圖(九)銼削



圖(十)銅棒



圖(十一)銲接

五、設計結構改良

(一) 原本的后輪是使用實心 $\psi$  38的鋁棒，因為與地面接觸面太大，所以左右往內70mm，切50mm深的槽，以降低與地面摩擦力，使車子轉向更容易。圖(十二)

(二) 馬達傳動軸從880mm修短至650mm，避免T形連桿與輪胎摩擦，造成壽命降低，運轉不順的情況。

(三) 連接電磁棒的T形連桿因為原本長度太短和與地面距離太遠，所以電磁鐵效果無法達到最佳化，以至於需要額外增加長度。圖(十三)



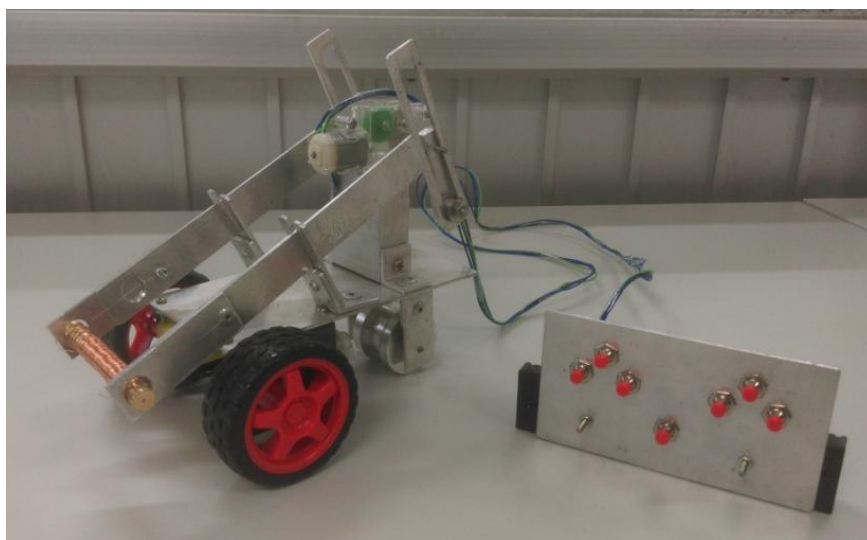
圖(十二)後輪



圖(十三) T型連桿前端

## 六、成品組裝

把輪子、T形連桿、U形導板和曲柄等零件裝上本體，再組裝一個控制器，接下來配電，讓回收車可以受到控制而作出相對應的動作。圖(十四)



(十四)成品圖

## 七、研究測試

### (一) 利用馬達迴轉，讓 T 形連桿作動

能夠操控遙控器讓馬達運轉，T形連桿可以往復運動達到調整電磁棒的位置，使電磁棒到達最低極限。圖(十五)再按下按鈕使馬達運轉至最高極限。圖(十六)



圖(十五)電磁棒高度最低極限

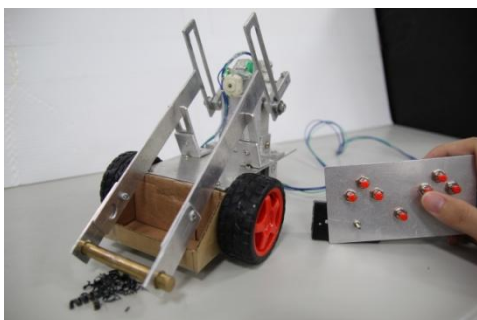


圖(十六)電磁棒高度最高極限

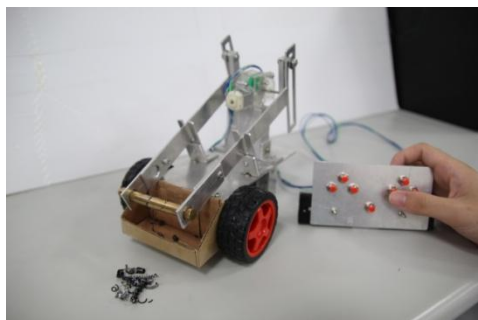


## (二) 用電生磁原理吸取鐵屑

經過吸鐵屑測試發現磁力不夠，雖然可以吸取小鐵屑，但稍微大一些的鐵屑磁力不夠吸附，下圖為實際操作結果，圖(十七)為電磁靠近鐵屑，圖(十八)為電磁線圈吸取鐵屑後放置回收盒內，圖(十九)為實際使用成效比較，圖(二十)為可吸取的鐵屑量。



圖(十七)

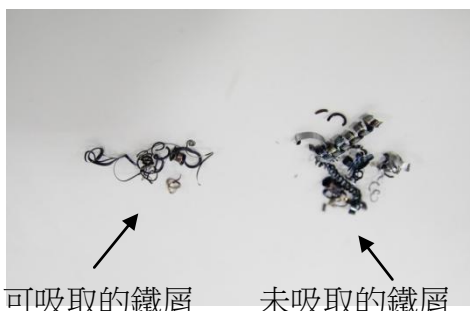


圖(十八)



可吸取的鐵屑 未吸取的鐵屑

圖(十九)



可吸取的鐵屑 未吸取的鐵屑

圖(二十)

## 參●結論

### 一、討論與結論

由於這次專題在製作過程中沒有如預期的完成，在纏繞漆包線製作電磁鐵的地方遇到了一些問題，第一次實驗是使用漆包線纏繞但因為材料不足，間距不夠密集，所以沒有達到如期的吸力，第二次是使用較粗的銅線，但可纏繞的圈數太少所以吸力不足，針對這方面我們一再得討論解決方法，雖然經過多次實驗但仍無法找出吸力最強最適合的方法，讓這次的專題留下了一點遺憾。

### 二、遭遇到的困難與解決方法

(一) 四連桿機構上死點和下死點移動問題，後來經過組員的努力思考和討論以及 Inventor 的再三模擬，最後我們決定用滑塊機構的直線運動來

解決移動問題。

- (二) 後輪的組裝問題，一開始想用銲接的方案，後來老師說鋁的材質很難銲接，所以我們就量測輪子中心軸和本體高度，然後做出適當距離的支撐架，再跟同學借來熱熔膠來固定。
- (三) 直線運動的路徑和其他零件碰撞的角度問題，經過多次 Inventor 的模擬，找出適合的角度能避開碰撞而達到原本預期的結果。

### 三、未來展望

#### (一) 無線控制器

因為這次的成品的控制器是接線的，遇到柱子或其他障礙物會卡住，而且清掃範圍也會因為線的長度受到限制，未來希望能使用無線的控制器，不只沒有卡線問題，清掃範圍也不會受到限制。

#### (二) 增強磁力

增加磁力就可以增加吸取鐵屑和鐵粉的範圍，這樣有些掉進細縫裡的鐵屑和鐵粉也能清出來。

#### (三) 電池改成充電式

未來如果可以改成插座式的充電，就可以不用買電池，浪費不必要的資源。

### 肆●引註資料

註一、維基百科•**電磁鐵**•取自 2015 年 1 月 20 日

<http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E9%9B%BB%E7%A3%81%E9%90%B5>

註二、柯雲龍、潘建安(2012)。**機件原理 II**。新北市：台科大。

註三、張宏智、陳順同(2011)。**機械基礎實習**。新北市：全華。