

## 大學組：風之羽 M. I. C. K.

指導老師：黃智勇

參賽同學：林忠憲 莊智翔 陳俊男

國立成功大學 機械工程系

### 機器人簡介

機器人 M.I.C.K.是在第九屆全國創思設計與製作競賽題目下製作出有自己獨特目標的機器人。在競賽的時間內，不在取球的時候花時間分雙方色球，而是採取全取球的方式取到機器人體內，並且設計類似怪手機構可快速取入場上散落的球。體內送球部分的氣壓缸及皮帶則可以將球送進預定的體內軌道中，使體內大量的球可以分成一次一顆地送到射球機構，目的是為了同時提供得分和選球的功能。而射球機構則是特別設計的長射木槌配合彈簧修正提高球速，再加上雷射瞄準器及木球定位機構，讓我們可以在遠方準確的射門得分。

### 設計概念

依據競賽規則及制敵策略，訂定六個設計原則(1)結構穩定(2)動作精準(3)機構運作流暢(4)低維修必要性(5)控制方便(6)功能齊全。在此六個設計原則下討論數個設計系統。

#### (1)動力

- A. 測試各動作所需的動力，選出最接近並能提供充足動力之動力源。
- B. 每個機構皆為單一自由度，單動力源完成獨立運動。

#### (2)控制

- A. 在使用各項功能時能夠與機器人之行進方向同步，方便操作。
- B. 控制器之按鍵位置設計以容易操作及直覺辨識機器人的動作為考量。
- C. 控制器之耐用性也同為設計考量。

#### (3)底盤

- A. 方形支架接四個輪子，目的是希望機身能夠平穩行進，再加上足夠扭力的動力源。

- B. 機器人轉向採用兩個驅動輪的速度差調整角度。行進方向往前或往後時，以開關切換兩驅動輪之電路。

- C. 底盤設計為前後長度 90CM 左右長度 85CM。

- D. 考慮重量限制及強度需求採用鋁材料，並以桁架提高支撐強度。

- E. 考量比賽規則需求，底盤需有儲球的空間，所以機構大部分皆為配合球的體積做設計，另外加上支架補強。

#### (4)擊球

- A. 在設計上分為送球，球定位，擊球。
- B. 在送球狀態時，木槌必須高於球位置，並且能夠在進球時將球定位及停止下一顆進球。
- C. 木槌擺動擊球同時，因動量守衡導致機身晃動減低準度及力道，所以需要設計使機身固定。
- D. 在初始設計中，為了提升射門準度，採取導向方式提供準度及選球功能。
- E. 所有設計皆以準度及力道為前提。

#### (5)球的儲存及移動

- A. 分為持續運作部分及單次運作部分。
- B. 持續運作部分提供球行進動力。
- C. 單次運作部分同時提供行進動力及導向功能。
- D. 配合擊球設計成軌道式送球。

#### (6)收球

- A. 主要以收集散落在場上的球為目標。
- B. 提供操作方便的設計，僅以單一馬達運作達到目的為要求。
- C. 同時也提供額外儲球空間。

### 機構設計

#### (1)底盤與驅動裝置

為了符合比賽需求，我們採用大型的車體，長跟寬

都盡量做到極限。採用學長的建議，車輪採用一對自由輪以及一對驅動輪(圖一)，以達到可以原地旋轉，操控自由的概念。因為只有兩個輪子有動力，所以使用扭力較大的馬達。然而因為空間的配置有限，較大型的馬達在底盤平面上已無空間可用，因此採用架高的方式來放置馬達(圖二)，並以鏈條驅動。而為了確保馬達-輪軸間鏈輪的平行度，輪軸的取材使用較硬的鋼材，避免發生輪軸彎曲的情況。但我們忽略了輪架部分仍為鋁製材料，所以在最後的測試仍然會突發掉鏈的情形。

在觀察過比賽後發現，很多速度快的車體，都是採用馬達直接驅動輪子，而無經過鏈條傳遞。並且使用高扭力馬達，使得車子速度快，問題少。



圖一：最初框架



圖二：架高馬達

### (2)球台桿移除機構

使用倒置曲柄滑塊機構(Inverted Slider-Crank Mechanism)(圖三)，利用其運動行為將桿子抬起，但桿長初幾次沒調整好，加上馬達不夠力，進行並不順利，後來利用鍊輪變速，調整桿的支點位置，終於能達到預期的力

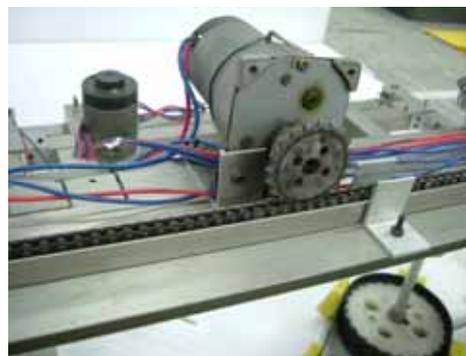
量。



圖五：倒置曲柄滑塊機構

### (3)取球

構想是以最少的動力和控制為設計限制。因此只用了一個馬達，配合自製的往復機構(利用鏈輪和鏈條)(圖四)。首先達到往返的功能，會利用自製的機構，主要是因為齒條過重，當作動件來使用，架設上會有一定的難度。再利用往返的特性，製作了一個拉起擋球板的機構，使其在齒條出去時，能將擋球板拉起(圖五)，到達定位時，擋球板落下，齒條收回時，擋球板就能將球收入機體中。此設計雖然達到了目的，卻不是個很好的方式，因為使用上有一定的限制，會造成實用性上的不便。



圖四：U型鋁條中鎖入鏈



圖五：擋球板抬起

#### (4)送球

送球部分在機器人空間配置上最為複雜，整個過程中桿件幾乎都在球與底盤支架中穿梭。並且需要將球導入預定軌道中輸送。機構設計上分為 1-單次動作部分，2-持續運作部分。

##### 1-單次動作部分

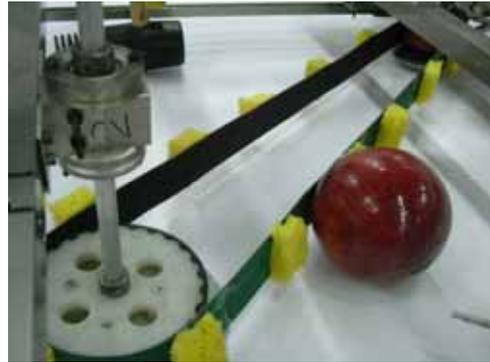
主要的功能為體內儲球的導向，在考慮干涉的問題之後決定使用縮小儲球空間的方法製作，並且再次細分為兩個動作。a.框球部分-初始在未取球的狀態是呈現球可以自由進出的樣子，在將球取進體內之後，以類似開門的方式垂直移動桿件將門關上，使包圍球的空間圍成封閉空間(圖六)。b.推球部分-在框球的桿件上方同時設計有一個可旋轉的桿件，當框球的桿件放低以後，打開上方旋轉桿件的氣壓缸，旋轉桿會推動框球桿件讓球前進到皮帶輸送的部分，同時儲球空間形成單球寬的軌道，這一部分的機構就完成預期的目標了。

##### 2-持續運作部分

主要的功能是在固定的位置上提供球行進的動力，主要的機構為皮帶及類似旋轉門的推球桿，也可以細分成側向皮帶跟上方皮帶兩部分。皮帶側向移動部分主要是接續框球部分的移動(圖七)，在框球桿將球框呈軌道排列時，皮帶就沿著軌道壁將球向前送，相對圖上則是出圖方向。再來就是經過推球桿轉換方向，進入上方皮帶傳輸的軌道，這一軌道相對機器人前進的方向來說則是橫向(圖八)，此處即為體內送球的最後一站，功能則是類似彈匣，儲存球並且將球送向發射區，最後在球送入發射區時會有一開關將此處的皮帶關閉，避免後來的球過度推擠。



圖六：開門



圖七：側向移動皮帶



圖八：上方皮帶

#### (5)射球

我們採用長距離的射球，為了產生很大的能量，我們參考了 Charpy Impact Test 的靈感，採用槌子的擺動來擊球(圖九)。整個機構是由一支鉛直方向可以自由旋轉的槌子，以及另一支同軸旋轉、由馬達驅動的驅動桿組成。動作方式是由驅動桿向前帶動槌子至最高點，然後做自由落下的擊球動作。實際製作後發現，馬達轉速比自由落下速度快，因此除了位能差造成力量，還要再加上馬達的力量。但在試打木球後發現，槌子的材質是橡膠，打擊在木球上無法使球速很快，所以我們在槌子前面加上一段彈簧，藉由彈簧的壓縮-放鬆來傳遞槌子的能量到木球上，測試後，球速可以到達 4m/s。而在最後的準度測試階段，我們發現了三個大問題：1. 因為選材問題，槌子在轉動會有左右晃動的情況，造成擊球點無法固定。2. 球送至定點後，會有自由滾動的情形，使擊球位置不確定。3. 整個機構開始動作時，車體會有明顯的晃動，使得原先瞄準的位置偏移。第 1 點的解決方式是，在彈簧前面再加一塊平板，確保槌子雖然有左右晃動，仍然可以擊中木球的中間位置，使木球的行進軌跡可以固定。第 2 點的解決方式是在皮帶出球

口加一個彈簧桿件，在出球後回彈，在配合後方的塑膠軟管，使球不會隨意滾動。第3點的解決方式，是加一隻氣壓缸抵在地板上(圖十)，達到煞車效果，實驗後發現，與地板接觸面上貼上砂紙可以有效的減少車體晃動。經過修改後，12公尺的射門距離，20公分的容許誤差，大約有90%的準確度。但在經過比賽後發現，大多數隊伍的策略都是在球門前穩定的拿取分數，這是我們策略失敗的一步。我們歸因於對於場地-車速的不了解，誤以為在場內移動會浪費很多時間。而實際上是有充足的時間在場內四處移動，這是對於動力裝置不了解的原因。不過我們仍然在比賽中有穩定的射門能力。



圖九：射門機構



圖十：煞車

### 機電控制

為了配合策略，我們總共採用了11個動力裝置，扣掉同步動作的，需要10個按鈕，在操作上有一定的複雜程度，這與我們原先規劃的簡單操控有很大的差距。驅動的方式是用24V直流電源，再依照不同的動力裝置來改變電壓。配線的方式是將正負端都放在控制盒上，因為有些雙向控制的按鈕，需要多配兩條電源線，經過計算，把正負

端放在控制盒上可以減少電線數目。

控制上有三點特殊的地方：

1. 前進後退檔：因為取球和射球不同方向，所以兩端都會有向前行的機會，為了不轉動控制盒，我們設計了一個開關來切換前進\後退。
2. 皮帶傳送與卡球：當球送到定點後，利用微動開關使的皮帶的電源被切斷，不會造成後球推擠前球，使球沒有在應有位置的情況。
3. 射門自保電路：為了操控的方便，希望射門開關只需輕按一下即可放開，因此設計了自保電路。而在槌子經過擋桿後，同樣利用微動開關切斷自保電路。

### 機器人闖關流程

用倒置曲柄滑塊機構將球放下球台，利用機身擋住球滾動，使球停在球台附近。用取球機構延伸出機體，取入大約五顆球掃入機體內。轉動機體，使瞄準射門軌跡的雷射光點對準球門。將球用取球機構送入機體內，用掃球臂將球推前至輸送皮帶，使球整理成一顆顆進入前方送球軌道。球最後送達發射定位，放下氣壓鋼煞車，使車固定在定位，轉動槌子敲擊木球，將球打入球門。若是對方的球，轉動車身將之打到場地遠方。

### 參賽感言

參加這次比賽的動機，是因為我們在學習的過程中，實作經驗真的太少了，只有工廠實習和一些實驗課程，才有實際操作的機會，大多的時間都在理論的學習、計算和推導，很少有能讓我們創意自由揮灑的空間，因此這是個很好的機會，能讓我們知識，能有初次的發揮。

製作過程中，真的遇了不少困難，因為我們很多都不懂，很多事我們以前都沒做過，所以一直在摸索、一直在思考也不斷的遭受到挫折，有時候遇到完全沒有想法的時候，真的會很想放棄，因為那種感覺會令人很累，累到無力想繼續。就在我們一次次的失敗、請教、查詢資料下，我們終於慢慢有了突破和成長，加工技術，也因熟悉而有了自信，製作起來，漸漸感到順暢，不再如此緩慢。

時間的控制，是令我們感到較遺憾的地方，我們花了太多太多的時間，在討論機構和摸索上，剩了太少的時間

在構思戰術、調整和熟悉控制上。其實可以做的更好的，這是我們的遺憾，也學習到時間合理分配的重要。

一個好的團隊的合作，首要條件是要有共同的目標，若有人想衝，有人冷淡看待，實在很難有好的配合，我們的團隊出了些問題，使得士氣到了後來真的低到谷底，要說誰的錯，其實都沒有，只能說目標不同的人，就不應該一起合作，一起只會影響彼此的情緒，情緒一低不可能有好的效率。

經過漫長的製作，時間轉眼間就過了，我們兩敗快速的被淘汰，幾個月來的揮汗辛苦，也就此畫上了句點，結束了，我們一切的努力呢？也跟著結束了嗎？指導教授顏鴻森教授從來沒對我們指引什麼，但賽後對我們說了一些話，顏教授說：「假如他支持我們的參與，是為了拿獎得名，那參賽的策略面會完全不同，可能會是傾全系之力，來完成這次比賽」那麼我們學到什麼？他刻意的沒有要學長好好的傳承，讓我們一路跌跌撞撞的過來，是為了什麼？

這次的參與我們摔的很多，卻因此學了很多。

### 感謝詞

感謝教育部與 TDK 文教基金會持續以來一直支持這樣富有創意的活動，感謝雲林科技大學主辦第九屆全國大專院校創思設計與製作競賽並且精心設計這一次的活動內容，給我們能夠參加比賽的機會可以和各校參賽的同學互相交流切磋，感謝所有參賽的同學，讓我們可以交換彼此參加活動的心得互相學習，整個活動下來確實使我們獲益良多。感謝成功大學兩年來的教育，以及完善的機器設備與工具機，才能讓我們以學習得的理論做基礎，在創意工廠裡完整的設計並製造出這台機器人。再來感謝的是支持我們參賽的顏鴻森教授、指導我們的黃智勇學長，以及實驗室的學長姐，感謝你們的支持和經驗指導。最後謝謝家人默默的支持與鼓勵，使我們從參賽後，能夠無顧忌去做，並努力地完成它。

### 參考文獻

[1]R. C. Juvinall & K. M. Marshek, 2003, *Fundamentals of Machine Component Design*, 3<sup>rd</sup> Ed., John Wiley & Sons, New York.

[2]K. J. Waldron & G. L. Kinzel, 2004, *Kinematics, Dynamics, and Design of Machinery*, 2<sup>nd</sup> Ed., John Wiley & Sons, New York.

[3]顏鴻森, 民 88, *機構學*, 第二版, 臺灣東華, 臺北.

[4]徐業良, *遙控機器人教學資源網*,  
[www.ck.tp.edu.tw/~tech/robert/robert.htm](http://www.ck.tp.edu.tw/~tech/robert/robert.htm)