

專科組：翔翔隊 火閃電

指導老師：李再成 老師

參賽同學：王思遠、江林鴻、劉亮延

聖約翰技術學院 機械工程系

機器人簡介

第八屆全國創思設計與製作競賽係以膾炙人口的書籍哈利波特中的魁地奇比賽，爭搶金探子構成整個競賽主題，因此機器人要經過扶持、升高等的挑戰，才能順利將方塊放至於定點，機器人需要有近距離的競爭，有別以往的比賽，總總接考驗機器人的設計與穩定性。

為了配合比賽的需求，因此首先就是命名，為了突顯出我們將設計出一個具由優越的速度而機動性的機器人，因此將對名取名為翔翔隊，機器人就順理成章的取名為火閃電，為飛天掃把的名字，希望機器人能像小鳥飛翔般的迅速，翅膀的拍打有如夾爪的夾放，藉此表現出團隊的企圖心，希望在比賽能有不錯的表現。

為配合第八屆全國創思競賽所設計之機器人，該機器人驅動系統採用電器與氣壓的混合，以求其快速平穩，其行走部分係採用四輪獨立傳動機構，藉由牛眼的輔助能更佳平穩運動，並利用氣壓缸所構成之夾爪，配合馬達之升降機構，可快速平穩的放置方塊，藉由更高扭力之馬達可增加本機台之機動性，以求其快速，經測試改良後，證明該機器人可以克服比賽所指定的障礙。

設計概念

我們將機器人分成底盤、輪子、上升機構、微調定位機構、折疊機構、夾爪等六個主要部分，功能分述如下：

1. 底盤：主要功能是支撐上面所有機構的重量，以及整個機台的穩定性，配合四顆高轉數的馬達及輪子構成一個完整體。
2. 輪子：輪子的選擇材質是以能夠在木頭地板上快速前進、優良旋轉及與地板摩擦力適中為主要考量，講求卓越的速度性。
3. 上升機構：為達所需的高度，以及快速升降到大、中、小方塊的高度及堆疊時的高度不斷的變化，順利將夾

爪帶動到相關位置。

4. 微調定位機構：在放置方塊時，所講求的就是穩定性，應用微調定位機構定位並穩定夾爪，使方塊平穩且確切的擺放。
5. 折疊機構：因為本次比賽機台有 1 米立方的限制，而且機台底部不能碰觸到塔處所限制之 90 cm 的禁區，所以夾爪需外伸，因此使用折疊機構來使夾爪外伸到所需的長度，且又可折疊，使機台符合在規定之 1 米內。
6. 夾爪：能夠有效夾持大、中、小方塊，且能夠將方塊夾正、夾緊為主要目標。

機構設計

這次的比賽，所講求的是速度與戰略的競爭，所以我們做了幾代機構來進行測試，提升速度為最大的目標，而且採用簡單之直角座標方式，簡單的機構，使操作簡單，越能縮短所需時間，如此可達到最優良的作動效果，且也能完成比賽所須之要求的機器人。

底盤：這次的比賽只有平地的行走，為要求底盤之穩定，且能承受重量的負荷，也避免在激烈的比賽中遭受衝撞、推擠而變形，所以我們選擇了強度夠且重量輕之方形中空白鐵材質，以焊接方式固定，作出長 80 cm，寬 60 cm，高 20 cm 之底盤，可避免受到推撞而翻車，而且因面積大要推動也不容易。為提升機台的速度及轉灣之靈活性，我們採用四輪驅動，以 4 顆轉速 300 rpm 的大馬達來作驅動，並在底盤前端兩側加裝兩顆萬向滾珠，增加底盤之靈敏度，使得行走轉彎較具有機動性。馬達配合直徑 20 cm 的大輪子，使得馬達作動效率加倍提升，輪胎的材質我們試過各種大小，且輪胎材質不同的輪子，一一的測試，最後我們選用嬰兒車用之海綿輪胎，此種海綿輪胎其胎面為圓弧形，於地板接觸面積小，摩擦阻力較小，轉彎較順暢，而

且我們將輪間距縮小到 30cm 迴轉半徑小，轉彎即便的靈活許多。這樣可使我們的機台更有爆發力在場地上可奔馳如虎，以氣勢來壓倒對手，讓對手感受更強大的壓力，並可在有限的四分鐘內，堆疊更多的方塊。所以我們的底盤，可發揮出 100% 的優越速度，可有效閃躲敵人的阻擋，馬達與輪子的連結器，利用塑膠圓柱以車床車出，除了連結器，更多做外層輪子套件，以避免輪子脫落，更可避免輪子直接遭受衝撞而變形。由於底盤的馬達轉速快，為避免操作不易，所以在控制上，將四顆馬達採用 12v 與 24v 的切換安全控制，以減少並降低操作失誤的情況發生，以 12v 慢速度使機台達到微動、定位。(如圖 1)

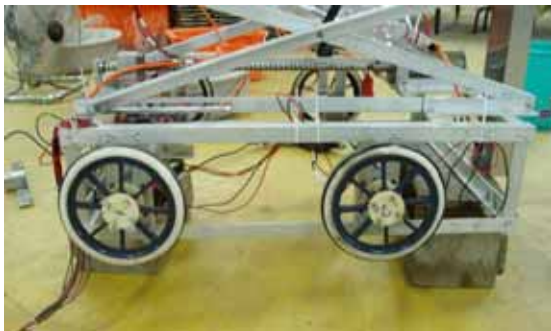


圖 1. 機器人底盤系統

夾爪：為了達到最佳且最快的挾持方式，夾爪我們採用行程 10 cm 的雙缸氣壓缸來作動，以雙側夾取方塊，夾爪固定的連桿材質採用方形空心白鐵，由於夾爪需外伸，所以此部分較脆弱，利用白鐵來固定以增加其強度，我們將兩個雙缸氣壓缸中間的距離保留 29 cm，兩桿伸出作動時，可有效對準挾持大、中、小方塊，並且我們將兩個雙缸氣壓缸的挾持面以薄角鋁加大其挾持面，增加接觸面積可挾持更牢固。我們將固定雙缸氣壓缸的連桿設計成 U 形，如此除了夾爪兩側的挾持面，還有後面一個面可擋住方塊，具有導正功能，如此三面接觸，可緊緊將方塊牢固夾正，並且在三個面上都貼上防滑墊增加摩擦阻力。採用最簡單的方式夾取，雙缸氣壓缸的挾持力量更大，且強度強，外伸時不易變形，不管方塊擺放任何的角度位置，都可有效挾持住方塊的兩個面，速度快，而且更加穩固，作動更有效率。且此種方式不僅結構簡單且重量不重，可減輕折疊機構外伸夾爪時所產生的力臂效應。(如圖 2)



圖 2. 第四代夾爪

氣源：由於機台只有夾爪的兩個雙缸氣壓缸需要用到氣源壓縮空氣，所需之量不多，利用一般氣壓瓶來作氣源，重量重且佔空間，不切實際，所以我們選擇了一個最簡單、又輕、又省錢的方式來取代氣壓瓶，就是利用寶特瓶來作氣壓源，當然首要部分就是製作寶特瓶的接頭，利用鋁柱以車床加工出與寶特瓶口端之密封配合件，配合件再套入連接管線之接頭，我們只使用了兩瓶寶特瓶來作氣源，就可以使氣壓缸作動上百下。

微調定位機構：為了能使夾爪以穩定方式定位，以利擺放方塊，所以構想出微調定位機構，採用長 95 cm 的長方形空心口鋁來製作與夾爪微調定位的滑軌，在滑軌內上下移動的機構採用一小車子，小車子的車身以 U 型鋁作成，用塑膠圓柱以車床加工出 4 顆軌內徑 40 mm 的小輪子，以利用於滑軌內滾動、滑行，減少摩擦阻力，配合高扭力低轉速的小馬達，將之固定於長方形空心口鋁的最上端右側，以強度超優的釣魚線來帶動小車子上升下降運動，小車子與夾爪連結部分連結，如此夾爪就有約 80cm 的微調空間，不僅可以挾持到地板上 10 cm 的最小方塊，配合交叉機構最高可挾持到 240cm 的高度，使高低挾持都行順利達到，因為交叉機構初始高度為 100cm 利用此空心口鋁滑軌，夾爪即可利用此電控微調機構穩定的擺放方塊。(如圖 3)



圖 3. 機器人微調機構

交叉升降機構：利用多層交叉機構的連結，下端一點固定，另一點延著軌道前後運動，交叉機構就會隨著上升下降，由於交叉機構最下層的連桿需支撐上面整個連桿的

重量，而且又以下端兩根連桿移動旋轉使所有連桿改變角度上升，支點接支點旋轉，經力學分析，所需負荷力量相當大，為避免連桿變形所以我們材質選用方形空心白鐵，製作出長 80cm 共 16 根交叉連桿，此種交叉連桿最重要的就是孔位置的精度要求，每根孔距離都要相同，每根左右兩側與中間點的孔所需一致，受限甚多，否則交叉機構每層上升高度會不一致且不平行，導致歪斜。因應我們所需之高度，共做四層交叉機構的連結，當最下層交叉機構的移動點每移動一點，上層各個交叉機構隨之跟著上升一點，如此總高度就增加許多。我們採用交叉機構配合導螺桿與高扭力高轉速的大馬達進行上升下降，以扼要且迅速的方式來達到上升下降的目的，導螺桿是採用螺距 2cm 的滾珠導螺桿，不僅移動速度加快，且阻力較小，藉由滾珠軸承將大部分的摩擦力去除，以鋁塊做導螺桿與直徑 12 的映鐵柱的配合件，當滾珠導螺桿轉動時，硬鐵柱就會前進後退，並帶動交叉機構升高下降，如此可省掉繁雜的機構設計，並減輕重量，由於推動交叉機構上升的力量非常的大，直徑 12cm 的硬鐵柱會彎曲，我們在以角鋁來幫忙支撐，避免只有中間點的力量在拉動，以三點的固定來分散中間點的施力，藉以減輕實心鐵柱的彎曲程度，使交叉機構配合導螺桿產生最大效率，在導螺桿的尾端我們用厚 15 mm 的鋁塊來作支撐固定導螺桿，避免導螺桿受交叉機構重量而彎曲變形，為當實心鐵柱每移動一點距離，每層交叉機構的角度變化以放大的倍率增加上升的高度，如此只要實心鐵柱移動 25cm，交叉機構高度就可由原本的 100cm 增加到 240cm 非常大幅度的增加，將一小點的移動，經由交叉機構放大增高，即使增加到如此高的高度，也還是很穩固並且於 10 秒內即可完成上升到最高高度，10 秒內下降到初始高度，以交叉機構搭配滾珠導螺桿，不僅可有效到達所需的高度且動作又相當迅速，最重要的是以交叉機構這種垂直座標的運動方式，來夾持放置方塊是最有效率，而且省時的作動機構，並且動作簡單迅速也不避繁雜的操作，操作起來更佳的得心應手。(如圖 4)



圖 4. 機器人升高機構

折疊機構：採用方形空心口鋁與方形方形空心白鐵之相互配合方式，以螺絲來作支點旋轉，折疊機構外伸長度為 60 cm。折疊機構的製作是為因應避免機台觸碰到 90cm 直徑的禁區，而將夾爪延伸出去，但是為了避免初始長度超過 100cm，又得將夾爪延伸，所以做折疊機構來因應此兩項需求，也避免造成犯規的問題產生，而且夾爪延伸出去也較容易擺放木塊，不受限制。(如圖 5)

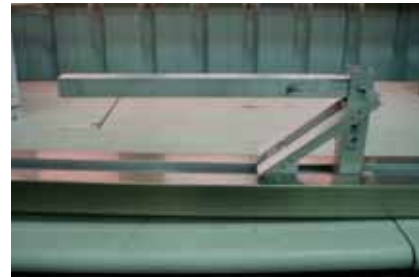


圖 5. 機器人摺疊機構

擋板：利用兩鋁板簡易方式構成(如圖 6)，與底盤連接，擋板是用來帶方塊用，可將大、中、小方塊帶到塔處以利夾取，節省來回所耗費的時間，更可保護夾爪在比賽時受到敵方的推撞而損壞，更可必要時更可用來推走別人的方塊。



圖 6. 機器人之擋板設計

機電控制

設計製作完機器人本體之後，再來就是控制系統的部份，我們的機器人為氣壓與電氣的混合系統，因此可將其分為馬達控制與氣壓控制兩大部分，我們以兩個 12V 的電瓶串聯作為整個系統的動力源，我們主要以一些簡單的開關作控制進而達到最佳的控制效果，控制方式雖然簡單，但我們把安全擺到第一，所有的電源輸出部分均加上保險絲，接著考慮操作上的方便性，開關的位置由控制手自行選擇，製作出最佳的控制面板，便可輕鬆上手，達到最佳的控制效果，機器人行走方面，我們以繼電器配合搖桿組合，來達到最靈活最方便的操作性能，只需要一隻手便能操作機器人的移動，不論是前進、後退、轉彎都可輕易的

達到目的，更可在移動時進行其他動作，即可節省堆疊上的時間，為了操作方便我們更加入了 12V 與 24V 的切換裝置，來改變機器人的速度，讓我們堆疊方塊時更加的順暢，主要電路設計如圖 7 所示。

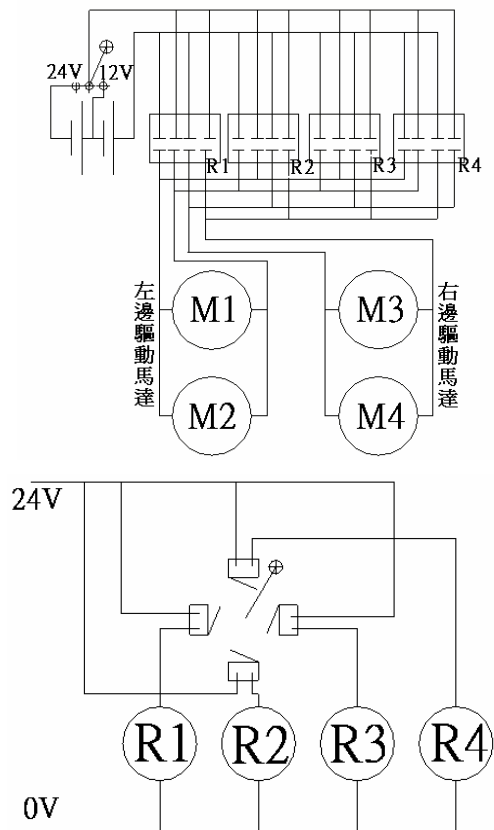


圖 7. 行走機構馬達驅動電路

於升降及微調方面主要為控制馬達的正轉反轉，因此我們選用簡單的按鈕開關，只要按下按鈕即可控制升降，因此可以同時控制兩個開關來節省升降所需的時間，只要電路如圖 8 所示。

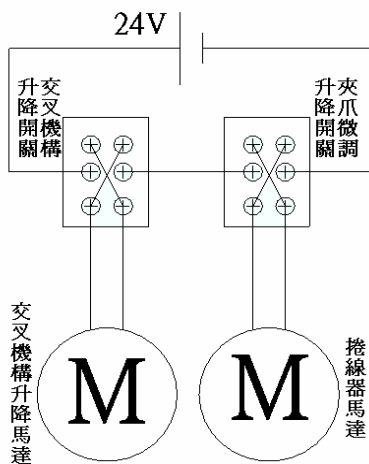


圖 8. 升降馬達電庫控制接線圖

氣壓控制方面只要控制夾爪的夾放，就只是單純的伸出與縮回而已，並無中間暫停的問題，因此採用單線圈的彈簧歸位的 5 口 2 位方向控制閥，只要在乎電磁閥的電磁線圈激磁與否，所以藉由單切的搖頭開關即可達到控制，主要電路如圖 9 所示。

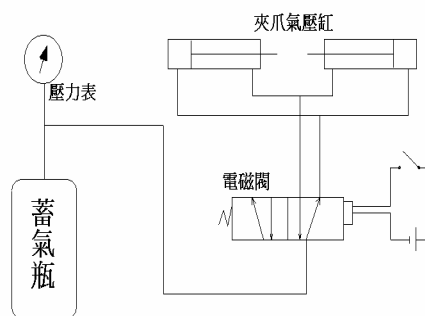


圖 9. 氣壓迴路圖

機器人成品

圖 10 為隊員與機器人閃電成品圖合影，圖 11 為機器人練習時的照片。



圖 10. 機器人完成圖



圖 11. 機器人練習時照片

參賽感言

歷經辛苦，從概念設計、採購零件素材、加工、組裝、修改等步驟，終於製作完成此一機器人，為了節省經費的支出，此部機器人大量採用舊品，也為了解決加工精度和加工技巧不足的問題，因此在設計時採用容易製作、穩定的機構，同時為了追求快速穩定，因此採用電器與氣壓的混合系統，發揮上述兩者的優點，經多次測試改良後，終於順利完成機器人，並證明機器人可以克服比賽所指定的障礙，當然也加入適當的安全裝置，減少並降低操作失誤的情況發生。這次的比賽是嶄新的規則，因此也更突顯了熟練度與戰術的重要性。

感謝詞

感謝教育部、TDK 財團法人文教基金會的協助，舉辦第八屆全國大專院校創思設計與製作競賽這麼有意義且刺激的機器人比賽，尤其這次的比賽和以往較不同，增加了許多與對手近距離的接觸競賽，非常有趣，也感謝聖約翰技術學院全體同仁、師生的鼓勵與支持，最後感謝的是指導老師，李再成副教授，謝謝老師給予我們三人一個學習突破的機會，還有老師這幾個月來辛苦的陪伴指導與鼓勵，使我們在校所學能夠實際具體化的應用，增進了我們的實作技術，受益良多，所以我們才能獲此佳績，也感謝所有參賽隊伍的指導與切磋，大家都很厲害，我們能夠很幸運從眾多強勁的隊伍中脫穎而出，也使我們在比賽中更加成長茁壯，能夠參加這次的比賽真是很有意義有價值，謝謝。

參考文獻

- [1] 第四屆全國技專院校創思設計與製作競賽技術論文集，雲林科技大學(2000)。
- [2] 陳雙源，古碧源，黃榮堂，龍仁光，電整合導論上，東華書局(1996)
- [3] 第八屆全國技專院校創思設計與製作競賽-參賽須知，台北科技大學(2004)。