

大學組：霍爾隊 移動城堡

指導老師：徐中華 副教授
參賽同學：廖峰彬 蕭育展 林品瑤
南台科技大學 機械工程系

機器人簡介

根據第九屆創思設計與製作競賽的主題與規則，規劃出下列之設計目標：

- (1) 機動性佳、移動靈活、迅速。
- (2) 最短時間及平穩的將桿子舉起
- (3) 蒐集球迅速又精確
- (4) 攻擊速度快、準確且大量得分。
- (5) 具有使對方失分之能力。

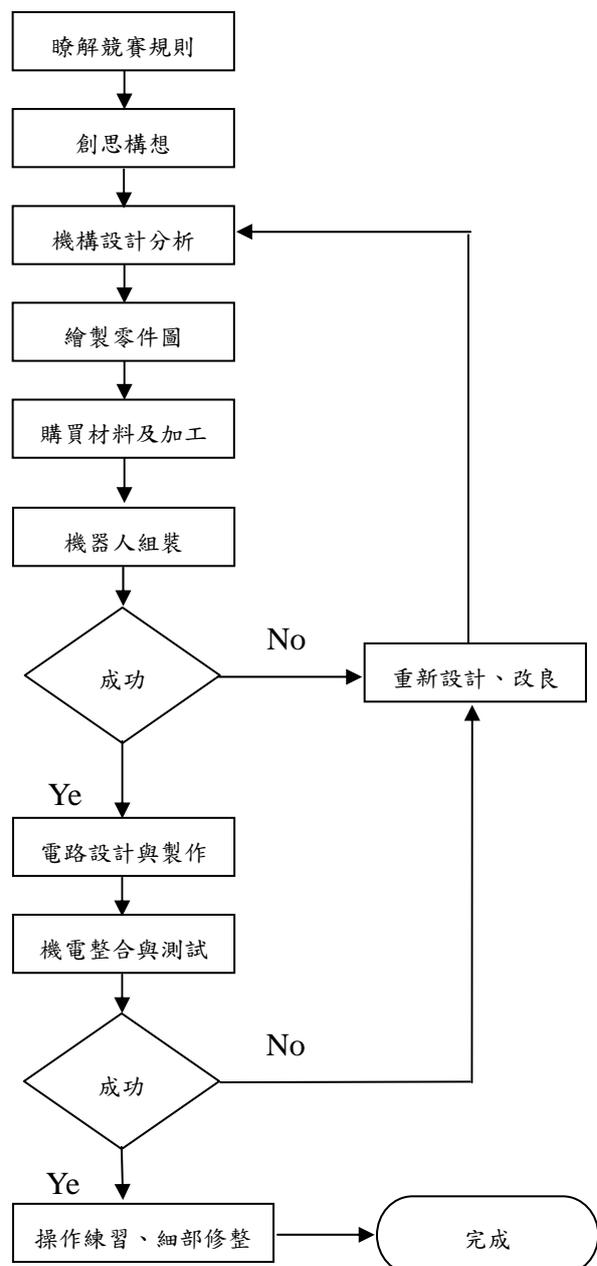
這一次競賽主題，易與對方機器人產生碰撞，且比賽中「速度」是決定勝負之關鍵，而重量即是影響速度重要的因素，所以本機器人之機構以簡單、材料輕為原則來設計。因此，移動城堡之主要材料是選用堅固且輕的鋁材，其餘以 MC 塑材等材質來完成。

設計概念

一個良好的設計，需兼具創意及功能之實用性，在有限的資金下，材料的選購，需斤斤計較；而在於機構的設計下，更需「精精」計較。所以，經過多次討論後，立定了一個設計之準則。

- (1) 瞭解 TDK 競賽之規則及注意事項。
- (2) 依照規則、配合戰術，擬定比賽過程中機器人所需之功能。
- (3) 決定機器人各功能之機構。
- (4) 選擇各機構之材料及強度。
- (5) 解決實作中產生之問題。
- (6) 完成測試，改良、加強創意觀點。

設計流程圖如下：



經過反覆討論後，決定了三項基本機構，這三種機構，以簡單、機動性佳、靈活為原則，如下：

- (1) 底盤本體
- (2) 前輪機構
- (3) 後輪驅動機構

再者，亦確認了六項主要功能機構，這六種機構則是以創意、簡單、迅速為前提，如下：

- (1) 擊球機構
- (2) 撿球機構
- (3) 舉桿機構
- (4) 取球（收球）機構
- (5) 開門機構
- (6) 擋缸機構

至於隊名與機器人取名為「霍爾」及「移動城堡」，並以城堡的外型來設計，主要原因是大家經多番討論後，決定拋開機械傳統的理念，用一個柔美且富有逗趣的想法來取名，就當大家腦力激盪時，教授突然想到最近有一部日本大師級的卡通電影—霍爾的移動城堡，於是大家皆贊同用此名，且認為這是很有創意的想法。所以本隊取名「霍爾」為，機器人稱之「移動城堡」。

機構設計

在此將逐一說明介紹移動城堡的機構設計：

<1> 基本機構

- (1) 底盤本體：

機器人本體骨架採用耐蝕性、熔接性佳，且具中等強度的 T6061 鋁合金作為材料，而形狀設計如圖一。



圖一 骨架設計

- (2) 底盤本體：

前輪支架使用的輪子為珠輪，為了使活動能靈活、機動性佳，不阻礙到後輪的旋轉移動。製作是以四根方鋁構成 y 字型，利用彼此間相互的應力作用，讓應力分散開來，可防止側向力所造成的偏移，並增加外型美觀。因為前輪主要只是支撐砲筒的重量，並沒有動力提供，因此才使用這種方式來裝設。（如圖二、三）



圖二 珠輪支架



圖二 珠輪

- (3) 後輪驅動本體：

驅動機構主要有馬達（30W-24VDC-1.8A-1800RPM）、傳動軸、軸承及輪子組合而成，馬達採用 24V 直流並搭配 6B 至 12.5B 之減速式機構來互換，動力（轉速）為以最大負載 30kg 時所需之最小扭力（12.5B）來產生最快速度。而傳動軸為俗稱紅十字之碳鋼，利用鍵（規格 4x7，材質 S20C-D）與馬達聯結而傳動。軸承選用 JIS 規格，型號為 U002。至於輪子材質因預防輪殼破壞，則擇用高韌性之 MC 朔材。（如圖四）



圖四 驅動機構

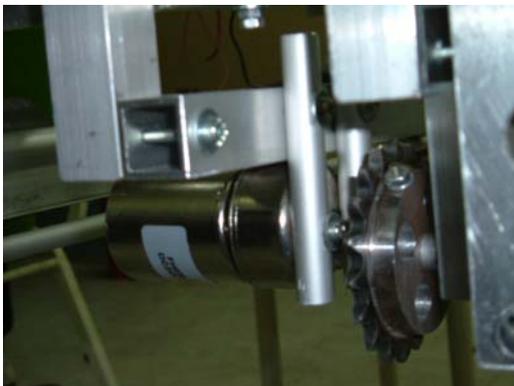
<2> 功能機構

(1) 擊球機構：

擊球機構為整體機器人重要之部位，擊發動力選擇氣壓缸（M1B25x350K），迅速、衝力夠。底下為兩支表面霧化處理過之角鋁，位於前後當支撐氣壓缸的滑道。而為擊發不同砲管之球，採用兩組鏈條組（35-1R×10FT）來連結帶動氣壓缸左右往復來迴運動，方可選擇性擊發球。（如圖五、六）



圖五 擊球機構



圖六 鏈條機構

(2) 撿球機構：

撿球機構更為整體重要之機構，因最後極可能勝敗關鍵在於撿球功能強弱於否。但與其它機構設計相比之下卻顯的簡單多了，只單利用鋁條彎成所須之形狀，在配合小馬達（FH030-3540-DC24V-200RPM）帶動之下，即可框住球。後再使機器人前進或後退讓球進入底盤下，達到撿球功能。（如圖七）



圖七 撿球機構

(3) 舉桿機構：

材質製作：

主體為兩片薄鋁板（3mm）裁製所需之形狀，轉軸部位在於骨架上，並用銷貫穿固定當樞軸。重點再於兩片舉桿部位的斜度在製作時須完全相同，及離地面高度亦是。否者易使桿子偏起，導致各球道之球相異時間落下，如此則無法讓開門機構瞬間閉下擋住所有的球。而為避免球相異時間落下，造成之問題，在兩邊鋁條中連接空心圓桿，再串起六片各對準球道中間之角鋁，同時在圓桿上各貫穿一根螺絲，可藉由轉進或轉出來調整角鋁角度（如圖八），並某一角度範圍之一旋向為可活動（球落下時），而目的在於不讓球中心反彈超出開門外。另外利用一對滑輪組及釣魚線當媒介（如圖九），而因斜版本體的旋轉路徑大，所以滑輪組重要及困難是在於有限的高度裡尋找定位角度。至於動力來源為一顆小馬達與一根空心不銹鋼管，管子套置馬達軸上當捲線器（如圖十），管上須定住兩條線之位置，且兩邊皆平行。而整體機構最重要的是兩邊纏線的力道須近乎相同，否者如相差甚多時易導致其中一邊吃力甚至一球道球無法落下。

功能應用：

開始由馬達反轉（正轉）放鬆斜鋁板，行進至鋁板抵住桿子時，機器人再往前舉桿。而當馬達正轉（反轉）時線被捲繞，導致在兩片斜鋁板上產生往後拉力，進而拉起，收回。



圖八 舉桿機構



圖九 滑輪機構



圖十 捲線機構

(4) 取球（收球）機構：

材質製作：

本體為砲筒形狀，由數片薄鋁板（3mm）結合而成。砲筒內有六道球道，每球道與球道之隔間是採用兩片鋁板夾住方鋁結合而成。表面為創意美觀及減重而把不重要之鋁材去除。動力來源為一支 200 衝程之氣缸。（如圖十一）

功能應用：

上端與底盤間裝置兩組線性滑軌，使之與骨架產生相對運動，進而推出收球。



圖十一 砲筒機構

(5) 閘門機構：

材質製作：

動力元件採用耗氣量小、衝程為 90mm 的小氣缸，貫穿一支長空心鋁管，利用螺帽上下鎖緊。再配合砲筒兩邊裝置之開口直槽鋁板，行成門功能。空心鋁管與直槽鋁板結合之部位較困難，因為功能是擋住三十顆球，所以槽與管之間隙不宜太大，約 1 至 2mm，否者氣缸易損壞。而直槽鋁板離地之高度及凸出離砲筒前端約多少距離，都須配合氣缸之衝程及水平垂直度。（如圖十二）

功能應用：

置於取球（收球）機構之前端，為機器人收球時幫助砲筒瞬間將所有的球圍在裡頭，防止球進球道後因撞擊而反彈出來。且行進時有產生擋球作用。



圖十二 開門機構



圖十四 搖擺連桿機構

(6) 擋缸機構：

材質製作：

由兩根空心圓管及一組搖擺連桿機構架構而成，動力元件採用耗氣量小、轉度剛好為 90 度的旋轉氣缸。圓管上一定的間隔插上數支銷 (m6-B-3x66-S45C) (如圖十三)，在無精準的設備下，此動作極為困難，因在圓管上定中心非常不易，更何況鑽孔插銷。而搖擺連桿則採用三根 4x7mm 鋁條構成 (如圖十四)，原本因空間窄、及不知該用何種方法來連接前後圓管，使之同步轉動時，只好採用再多一顆旋轉氣缸之法。但最後發現採用搖擺連桿機構比它好，重量輕、簡單、快速達到同步轉動。

功能應用：

主要功能為幫助氣壓缸定位，並有擋缸作用。當操作者在控制器上選擇預擊發的球道之按鈕時，氣缸被鏈條組帶動到此砲管正後方時，隨即觸碰極限開關

(3A-125/250-VAC)，此時使旋轉氣缸轉動前圓桿並藉由搖擺連桿機構帶動後圓管，進而轉動且擋缸、定位。



圖十三 圓桿插銷

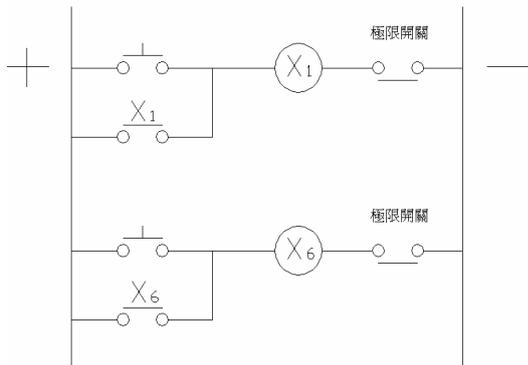
機電控制

我們所使用的電池是配合電壓最高的零件所選用的，12V 的電池兩顆串聯，主要是因為四口兩位電磁閥所使用的電壓是 24V，因此選用的馬達也選購 24V 的，為了避免降壓的麻煩，電路的控制元件也使用 24V 的繼電器

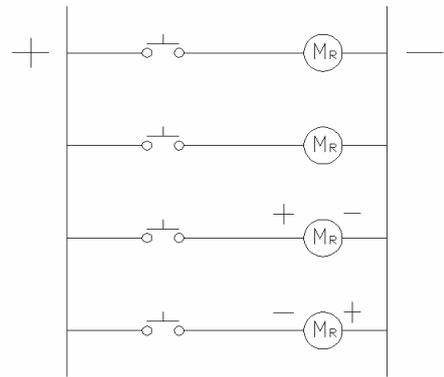
(TRS-24VDC-SB-L20)，最有設計麻煩的控制部分是氣壓缸位移部分 (如圖一至四)，因為單純的使用繼電器，使得判斷移動方向的部分變的麻煩，後來採用的方式類似邏輯開 I F 的方式，將按鈕所接的繼電器和極限開關作成串聯，連接一判斷左右轉的繼電器，如果按的按鈕在極限開關的左邊，馬達就左轉，反之則右轉。這種判斷方式，使得後續的部分變的較簡單，且經過幾次的修正，電路越顯得單純。

另一個其次複雜的應該是屬於動力的控制 (如圖五)，原本僅僅是控制兩顆馬達，就已達到一般車輛的控制了，況且還要同時擁有如坦克車一般的原地旋轉能力，因此除了判斷前後左右的按鍵外，當單純的按左右鍵時也需要額外的電路來控制，後來經由和組員討論後，發現他們對於一邊控制一邊馬達的方式較於習慣，因此這一部份就變的簡單了，電路板的大小也能縮減，剩下的就是控制盒的問題。

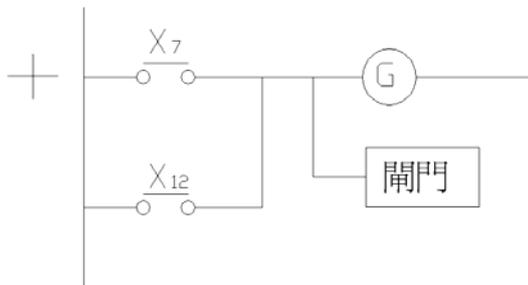
控制盒是使用一般傳統規格 (如圖六)，在電路板上的接點都是使用錫焊的，需要接到機器上的點則用插排的方式來連接，所有的繼電器也都是裝在 IC 座上面，如果損壞的時方便更換新的，也方便各別測試是否有損壞。



圖一 控制氣壓缸位移



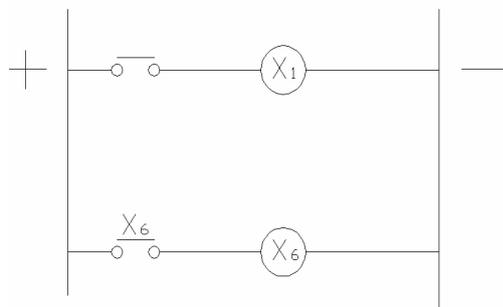
圖五 控制馬達



圖二 控制氣壓缸位移

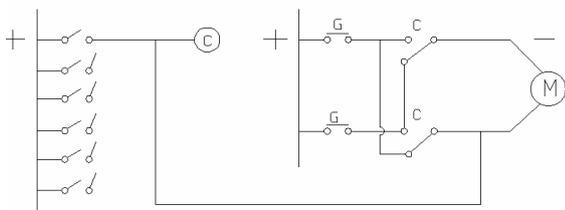


圖六 控制盒

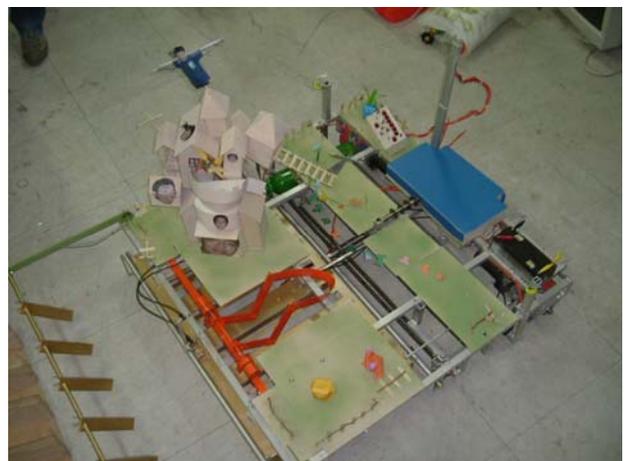


圖三 控制氣壓缸位移

機器人成品



圖四 控制氣壓缸位移



參賽感言

「第九屆全國大專院校創思設計與製作競賽」是「霍爾隊」全體組員及指導教授首次參與的競賽。大家參與的意願皆來自於「大學四年所學最後成展在專題上，而如再參與 TDK 此全國性大賽則更能添增經驗及肯定自己」。從「零」至「機器人呈現」，一直到比賽結束後，大家付出相當多的時間、精神及情感在其上。比賽前一天即將出發時，大家滿懷期待的迎接 TDK 大賽，但相對的壓力也隨之而來，而出發前大家與機器人拍了張最值得紀念之相片。

終於，比賽開始，大家在預備時顯得非常緊張，加上又是第一場出賽，更是沉重。而擔任操作者的我，因有過參與類似全國性競賽之經驗，所以本身心情較為穩定，只感興奮及少許緊張。歌許，哨音響起，但一開始卻遭卡門，而等機器人順利進場時已來不及，敵隊已破壞我方欲取之球道。此時也只能收其剩餘球，再當欲擊球得分時，卻發覺機構被氣瓶干涉，所以只能勉強得少許分數。比賽結束後，可說是「慘敗」，不但分數差距相當大，連機器人本身功能亦無法完全發揮，深感氣憤即懊惱。而在等待區休息時，教授呼籲我無須掛懷，專心於下場敗部復活之賽。此時我才冷靜下來，告訴自己無論如何只剩一次機會，一定要贏。

不久，又換我們上場，哨音再次響起，就依我方在上場前臨時擬定之戰略，前去斗六區用對方球擊出他們的得分球，結果順利成功，後才將我方剩餘球擊進斗六區。

比賽結束後，大會宣布我們「輸了」，差那六分，就僅僅只差那兩顆三分球。而事實就是事實，輸了！大家相當之難過及氣餒。不久，身為隊長兼操作者的我，雖有相當責任加諸於身上，但我還是忍不住由衷對大家說：「輸沒什麼！至少我們辛苦完成之機器人能在場完全的發揮其功能，且按照原先戰略去應賽，這點深信我們已盡力了，何況我們得到了經驗也成長不少。而重點是我們得到了僅僅唯一「最佳團隊紀律獎」的榮譽，那是別人所沒的。」終於，大家漸漸認同我的話，收拾了心情至觀眾席觀賽。

最後，觀賽過程中，發現更厲害之機器人亦不少，不是我們能招架的，此時心中深感敗之心服口服。而在場時也巧遇成大之學長，於是我呼籲所有同學及教授一起來為鄰校加油。

在南台與成大兩校一起呼喊時，那一瞬間，我看到的不是輸贏，而是大家一致熱絡的心為自己也為別人投入於其中。所以，我們沒有輸！

感謝詞

在此感謝 TDK 與教育部單位舉辦如此有意義的競賽，也感謝雲林科技大學讓我們見識到 TDK 大賽之面目與何其樂趣，也讓我們增廣學習，成長不少。謝謝！

更感謝我們的指導教授及其他富予熱心的老師，在我們製作過程中遇阻礙或缺陷不足問題時，皆能加以指導並鼓勵大家從中學習，使我們在這段時間裡獲益良多。並且讓我們將所學的理论配合加工技術來呈現全方為之機器人。

參考文獻

- [1] 陳逢石，民國七十二年，機械人原理、應用和實例，松崗電腦，台北，P. 354~379。
- [2] 黃國勝等，民國八十七年，模組式機械人之機電製作實務，全華科技圖書，台北。
- [3] 賴耿陽，1988，機器人之運動機構，復漢出版社，台南。
- [4] 林信隆編譯，民國八十一年，創意性機構設計，全華圖書，台北，P. 134~163。
- [5] 黃廷合、洪榮哲編譯，民國八十五年，機械設計製圖便覽，全華科技，台北，P. 304~409。