

## 大學組：杏仁豆花 金仔

指導老師：陳金山 副教授

參賽同學：葉仁傑 廖庭輝 黃安龍

永達技術學院 機械工程系自動化製造組

### 機器人簡介

本隊機器人依比賽規則設計為兩大方向，遠距射籃與阻擋。比賽開始後首先進入儲球區內，機器人行走的方式是利用履帶驅動，加上防翻滾機構，使得機器人在爬過梯形障礙物時不會翻車，順利進入儲球區；進入儲球區後把取球用的畚斗放下，利用機器人前進的推力取球，然後倒入機器人身上的儲球籃；儲球籃的底部設置一管道，使球流入發球器內，然後直接在儲球區內發球射籃，不同顏色的球則利用發球器的角度調整裝置來調整發球器的射程角度，使球落在場邊，防止出界而犯規；阻擋方式可為兩種，一為在儲球區內阻擋對方的出入，另一個方式則為在場外阻擋。

### 設計概念

依照比賽的規則與我們的進攻策略，本隊機器人設計概念主要分為，車架與驅動、取球機構、射球器、分球機構、搖控等五個主要部份。

車架為裝置各部機構的基本設計，必須要承載其他裝置的重量，各機構的裝置方式也要考慮，所以要兼顧剛性、穩定性及其搭載性，為求較佳的車架剛性使用不銹鋼與鋁合金材料，在多處裝置配合軸承增加穩定性，四方形與兩層的車架使裝置便利。

驅動方式為了要爬過障礙所以設計機器人用履帶方式行走，馬達帶動輪子驅動履帶。

取球方式是利用機器人前進的動力與的畚斗取球，再把球倒入機器人身上的儲球籃。

射球器主要是利用機構把球擠壓進兩個高速旋轉的磨擦輪來發射，這是本隊機器人的主要特色之一。

分球的方法是利用發球器的角度調整器來調整球射出的角

度，讓球掉落在場上。

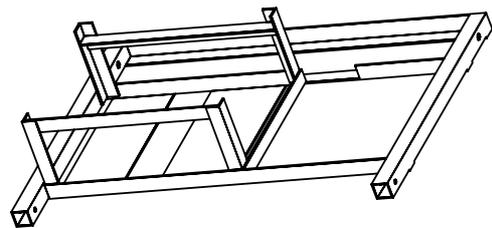
搖控也是本隊的主要特色之一，裝置繼電器與搖控模組配合。

### 機構設計

本隊在此比賽中採用的戰術為在儲球區直接發射球，與干擾對手取球兩方面為目標，所以機構設計著重在於本體的驅動與射球，由於我們只在儲球區裡射球，不進攻金杯，所以並無設置進攻金杯的機構，主要機構為下列幾項。

車架與驅動：

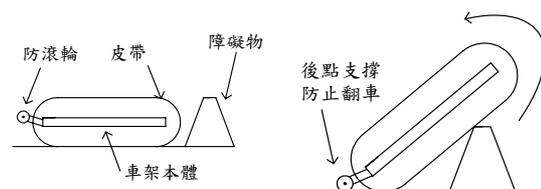
車架(圖一)為鋁合金與不銹鋼所組成，兩旁為了要裝配軸承與輪子配合，所以使用剛性較佳的不銹鋼材料，其他皆為鋁合金。



圖一 車架圖

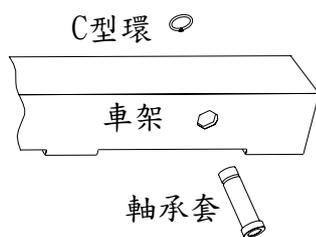
防滾輪：

主要用途在於防止機器人在爬入儲球區時翻車(圖二)。



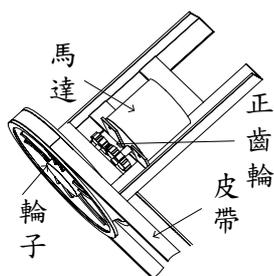
圖二 防翻裝置示意圖

車架與輪子的配合則需加裝軸承，來減少輪軸與車架磨擦的阻力，在測試的過程中車身經過衝撞後，一般的滾珠軸承無法承受衝擊力，下場皆為爆開或裂掉，後來我們自製軸套來配合(圖三)，軸的直徑為8mm，軸套內徑為8.2mm，軸套的好處在於軸與軸套的接觸面較多，穩定性相對的提升，我們自製的軸套不但耐用，而且裝配簡易。輪子的輪軸套在軸承裡，然後把齒輪鎖在輪軸上，圈上C型環固定軸承套。



圖三 軸套裝配圖

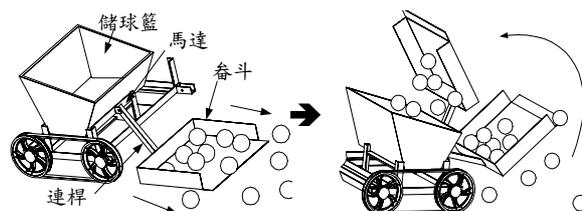
驅動方面是左右各一個馬達(M1、M2)來各驅動一邊的輪子，再由輪子來驅動皮帶(圖四)，機器人以履帶的形式來行走。在測試跨越20公分高的梯形障礙時，之前使用的馬達，因為扭力不足，所以不論用什麼方法都過不去，想過用別的機構把車體向前勾上梯形障礙，不過換了新的馬達(DC28V,175rpm,160kg-cm)，扭力與速度都很符合我們的要求，梯形障礙只要一點助跑就能跨越。



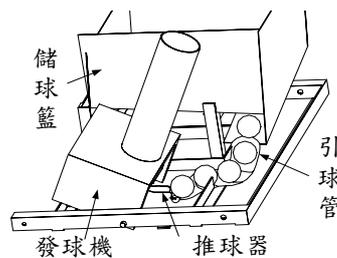
圖四 驅動方式

#### 取球機構：

把取球畚斗放下使其平貼於地面，用車身主體向前進的推力，使球進入畚斗，再由連結於畚斗的機構，使畚斗舉升翻轉，把球倒入儲球籃(圖五)，因為此動作並不用很快的速度，所以我們使用轉速較慢重量較輕的小馬達(DC24V, rpm15)，儲球籃中收集所有的球，不分球的顏色，儲球籃的底部設一出口與一流道，讓球流入發球機內如(圖六)。



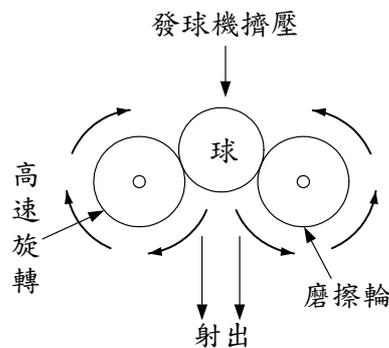
圖五 取球示意圖



圖六 引球管路

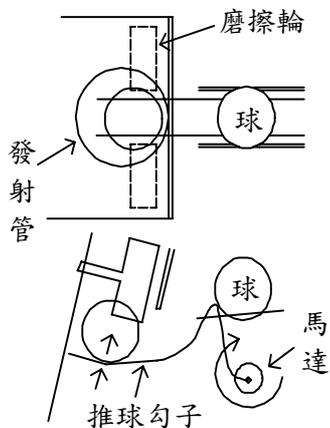
#### 射球機構：

利用兩顆馬達的高速旋轉，球經由擠壓和磨擦而發射(圖七)[1]，馬達轉速各為1000rpm，磨擦輪(PE材質)直徑86mm，厚40mm，兩輪中心距135mm，球的直徑為64mm，球的通道只有49mm，因為網球是軟的，所以可以壓縮，經過我們的反覆測試後，通道的間距在50mm左右，射出的力量最大，距離最遠，由地面向上垂直射出約高2~3公尺間，45度射出約距離約5~6公尺間；通道的間距比球還小，所以必須還要設置一推球器(圖八)，把球擠壓入發球器，也增加球和磨擦輪間的磨擦力和球發射出的力量與速度，在測試的過程中很明顯的發現有沒有推球器的差別很大，雖然沒有推球器也可以發射，但沒有推球器發射出的球高度與力量皆不足，向上發射約只能達1.5~1公尺間，平射約3~2公尺，但裝上推球器後，向上發射可達3~2.5公尺高，平射約6~5公尺，發球器(圖九)。

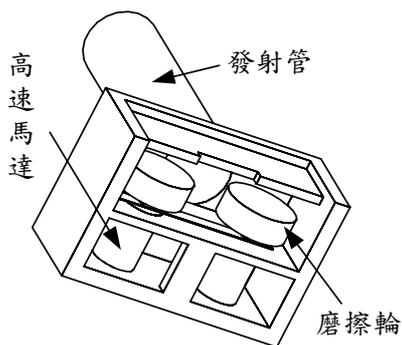


圖七 發球機機構簡圖

另外測試過程中發現改變磨擦輪的角度可以使擊球的距離更遠，因此裝配的時候使兩磨擦輪成內八，增加磨擦輪咬住球的面積。



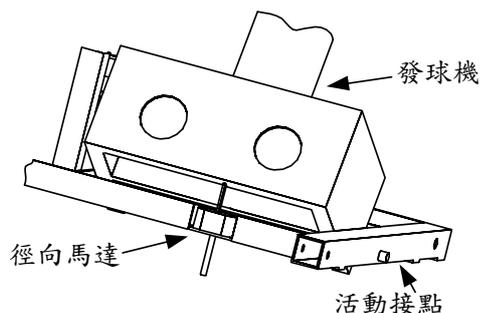
圖八 推球器示意圖



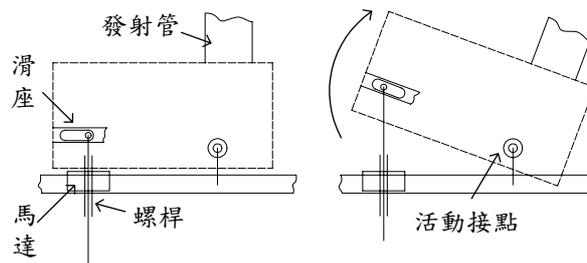
圖九 發球機

#### 分球機構：

我們分球的方式是由發球機角度調整器來調整射出的角度(圖十)，使用的是 12V 徑向馬達，螺桿上升下降來調整發球機角度。可使發射管的角度呈 90~50 度，用途為把球射向 90 度如(圖十一)，使敵方的球落在禁區內。



圖十 發球機角度調整器



圖十一 發球機角度調整器示意圖

### 機電控制

在機電控制方面，我們採用無線遙控模組。並配合繼電器完成控制機器人。

遙控模組為一個接收器，一個發射器，發射器 (8.6x4.3cm; 4g) 上共有 12 鍵(表二)，可設無段、有段的功能獨立開關，所以一次只能輸入一個信號。

接收器上面共有 12 的繼電器，每格都有 3 接線頭(A、B、C)。A 接電源正極、B 接馬達的電源線、C 接電源負極。

我們在工作電壓上用雙電壓，所有的馬達都用 24V；而在遙控模組上則用 12V。

電源供應上，用兩顆 12V、6A 的電瓶(YUASA)串聯輸出共 24V12A；用於控制繼電器和馬達部份。另外在由其中一顆電瓶拉出一個 12V 的電源獨立接到遙控模組。

在繼電器部份，使用 7 個繼電器(R1~R7)(表一)。R1 至 R4 分別控制 M1 和 M2 馬達的獨立動作；R1 和 R4 由 R6 去控制一起動作；R2 和 R3 則由 R7 去控制。另外，R5 用來驅動射球機的两顆馬達(M5)。

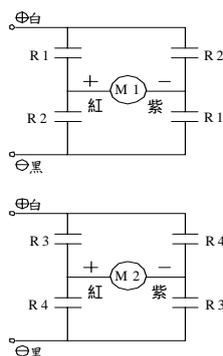
表一 遙控器上各按鍵的作用

發射器上的按鍵	繼電器	作用
1	R1	左轉
2	R6	前進
3	R4	右轉
4	R7	後退
5		射球機下降
6		射球機上昇
7		無
8		收球
9		取球
0		引球
*		推球
#		推球回復

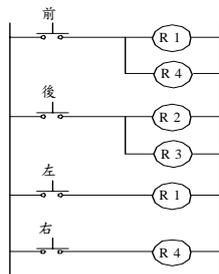
表二 各繼電器的作用

繼電器編號	作用
R1	M1 馬達正轉
R2	M2 馬達正轉
R3	M2 馬達反轉
R4	M1 馬達反轉
R5	射球機馬達運轉
R6	同時激磁 R1 和 R4
R7	同時激磁 R2 和 R3

驅動馬達電路圖

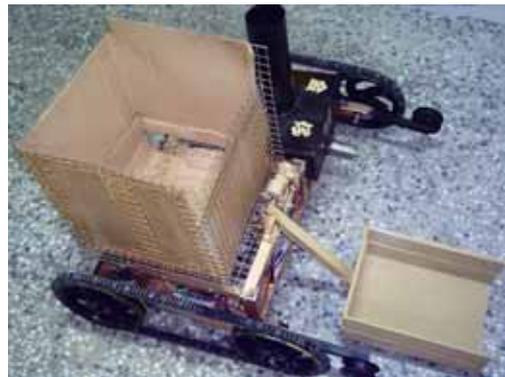


控制機器人行動配線圖



### 機器人成品

用履帶的設計主要是為了能爬過梯形，後方的兩支小輪子是怕爬過去時翻車，防止翻車所加裝的。類似畚箕的設計主要是用來取球，利用車子向前的推力把球逼進畚箕內。球就倒進金色的儲球籃內，儲球籃考慮到太高會重心不穩，所以限制高度。儲球籃底部為斜面，底端有一出口，把球引入射球的機構。引球球道的最末端有一個推球裝置，把球擠壓進射球機內。射球機的下方有角度調整器，主要是用來改變射球的角度，我們利用射球的角度來選球。如(圖十二)。



圖十二 金仔號機器人

### 參賽感言

從無到有，總是比較困難的。想要設計出完整且合乎需求的機器人，一開始的構想就要相當的重要了，要考慮到如何控制重量不要超過 30 公斤、是否要爬過 20 公分高的儲球區、要不要挑戰金盃、如何取球投球等等，都是比較重要的思考重點。

我們一開始也是如此，從設計機器人結構、選用材料、加工、組裝、測試.....，一直到上場比賽，這中間有一些是我們一試再試，不滿意就再重新構想加工，如我們一開始是選用厚度 1mm L 型的鋁材，想要盡可能的減輕重量，但到後來發現鋁材太軟了，所以換成厚度 2mm L 型的鋁材，情況就改善了許多；像投球機構，我們一開始也是沒有方向，不曉得該怎麼把網球給投出去，其中有一些構想，如像投石機、利用馬達轉動將球打出去等等，但都不了了之。最後我們是採用棒球場上，投擲棒球的發球機，雖然說機構很簡單，但是我們也是測試了很多遍才完成的，因為一開始我們所選用的馬達轉速不夠快，只有 350rpm 而已，後來我們將馬達的減速機構拆掉，速度將近 1000rpm，而磨擦輪是使用 PE 塑膠材質製作，完成後發現表面太過於光滑，不足將球給發射出去，所以再加工把表面變成尖凸狀，經過測試之後，效果相當良好。

在測試的過程中發生機件(構)的破壞或損壞，相信是這次參賽隊伍都會發生的事情，我們也不例外。第一次是在訪視的前一天，在測試時我們的取球器上的馬達軸心斷裂，而學校工廠也早已關下鐵門，我們只好到外面的鐵工廠借用鑽床及工具，重新鑽 2mm 的孔，並固定於畚斗上。事後想，應該是馬達軸心只有 6mm，鑽了一個 3mm 的孔，一邊只剩下 1.5mm 的肉厚在支撐著畚斗，受不了剪力而斷

裂。第二次是發球器，在馬達軸心上鑽 2mm 的孔，鎖上 2mm 的螺絲與輪盤固定在一起，因為馬達的轉速有 1000rpm，所產生的剪力也相當的大，2mm 的小螺絲就這樣應聲而斷，之後找到了韌性較高的鋼絲裝上去測試，這才解決這個問題。第三次是調整發球機角度的馬達發生故障，整個拆開來檢查，都沒有問題，但是就是不會轉，一直修理到晚上，才發現馬達上的螺絲不能鎖太緊，不然是不會轉動的。

或許我們每一位組員都很想要在這一次的機器人製作上盡一份心意，所以會有許許多多不一樣的構想和建議，因此一開始會有爭吵與組員不合的情況發生，但因組長的協調以及比賽時間慢慢的逼近，爭吵轉變為討論，組員各自發揮所長相互分工合作，作出我們所預期的機構與機件，如果分配工作互相支援，我想這是這一次比賽僅次於出賽經驗所得到的最大收穫了吧！

在這一次由台大及 TDK 所舉辦的『第八屆大專院校創思設計與製作競賽』中，讓我們學習到做任何事情前如何規劃其完整性，時間與進度的配合。更重要的是訓練我們人員管理與溝通、培養耐心與恆心、對於機械和電機的知識與專業、團體分工合作、遇到突發狀況時的臨機應變...，會對我們未來無論是進修或就業，都會產生相當大的影響。

### 感謝詞

感謝教育部及 TDK 文教基金會所舉辦的『創思設計與製作競賽』，讓我們有機會參加如此有意義的比賽，也感謝學校及系上老師的支持與鼓勵，同時也藉由這一次的競賽，將我們在校所學完全的發揮出來。更加感謝平時教導我們的老師，尤以指導我們的 陳金山 副教授、蔡忠寶老師和曾文信老師的指導，在機器或機構上有缺失及需要補強的地方，都會毫不吝嗇的加以指導，這對我們思考與製作上有相當大的幫助。

### 參考文獻

- [1] 和田忠太，劉明成譯，“機械構造解剖圖鑑”，世貿出版社，1999.09
- [2] 王壁超，“馬達控制原理概論”，儒林出版社 民 77
- [3] 黃緒哲，“基本機器人學”，徐氏出版

[4] 杜德煒，“機器人基本原理”，三民出版社，民 72