

大學組：中州機械 長鼻子

指導老師：楊政穎 助理教授

參賽同學：張嘉傑 林洋地 何昇彥 江昭慶

中州技術學院 機械工程系

機器人簡介

依照本屆競賽題目，我們將機器人功能設計概分為三部份，依序為跨越球池、取球與發球等，並設計出達到參賽題目活動之目的(包括取球暨發球)的機器人。在策略上主要是朝快速取球、快速發球的方向做思考，所設計的機器人主體將迅捷地進入球池快速收球，並且在收球後可以在球池中做長距離發球，一方面可以節省時間、一方面避免對手策略性的阻擋與干擾。基於這樣的策略選擇與思考，本機器人在設計上選擇放棄高達三公尺的金盃。在構造上可分成三個主要部分：收球與儲球裝置，機器人底盤平台以及發球裝置。收球與儲球裝置中的收球裝置為一具有鏟子與堆高機功能的方鏟，由方鏟將球鏟起後，倒至儲球用的儲球箱，再藉由儲球箱中的氣壓缸，將網球推送至射球機構，再藉由射球機構中兩相反方向旋轉的飛輪將球射出。而收球裝置中的方鏟於機器人跨越球池擋板時，可作為堆高機用，將機器人抬起以便機器人跨過球池障礙。

設計概念

我們將機器人劃分為底盤、收球與發球機構與射球機構等三個主要部份。

底盤：主要由四個輪子、傳動齒輪箱與鋁管，所組成的基礎機構平台；主要功能為提供其他機構有一共同架設的基礎。

收球與儲球機構：由一個方鏟、滑軌及氣壓缸裝置所組成；方鏟前有一活動性擋板，可將收入方鏟的網球，阻擋在方鏟內而不會再跑出方鏟外，另外方鏟的底部為一活動式的底板，該底板與方鏟後端的擋板，形成取球與儲球兩機構之間的開門，藉以控制網球的收取儲存動作。而儲球裝置

包含一利用鋁框與薄塑膠板組成之儲球箱，以及推送網球的氣壓缸裝置所組成的。

射球機構：首先我們參考了數種市面上所販賣的棒、網球發球機，在了解其中的發球原理與技術後，經眾人構思與討論，本隊設計了一個相當精簡的射球機構。此裝置概分為輸球道(含一氣壓缸裝置)、射球飛輪以及砲管。輸球道末端的橫桿會將球道中的網球擠入兩射球飛輪中，此兩飛輪中間距離略小於網球外徑，當網球受飛輪之擠壓變型帶有彈力位能，且受兩飛輪帶動且以切線方向射出，以達射球的功能。

機構設計

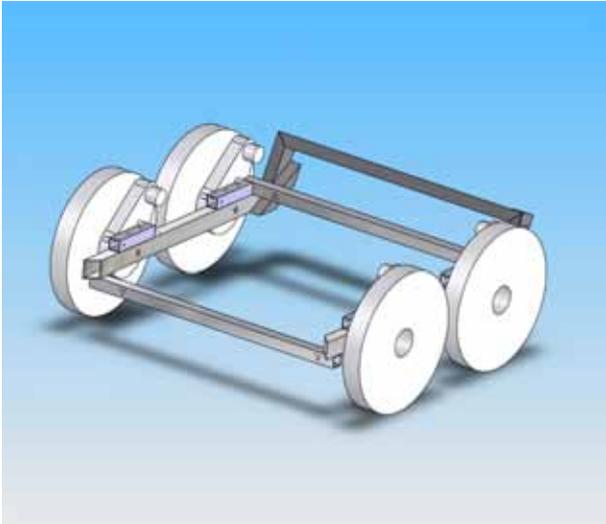
在於設計初期，便立下簡單、穩定、易於製作的設計理念，且功能機構劃分為底盤、收球與儲球機構與射球機構三大部份，並由各組員分別針對於各功能機構提出設計，且分別就各機構進行設計競標，定期的將所提之設計進行說明及討論，再統一由全體組員進行票選決定最後所採用的設計。所以最後所採用的設計皆為俱備上述的三個條件之機構，此點於比賽當天本隊並未因機械故障而產生無法比賽之窘境，可看出所設計之機器人的可靠性；以下將就各功能機構設計逐一的作說明。

底盤

機器人的運動性與速度皆為底盤所左右，為了機器人於行走時的零活性，以及跨越球池擋板障礙時的越野性，設計出如圖(1)所示的底盤結構。

我們採用了四個直徑為30cm的輪子，每個輪子皆由一組馬達及減速箱進行帶動，由於我們所採用的馬達為高轉數型馬達，其扭力不足以帶動整個機器人，遂必須藉由

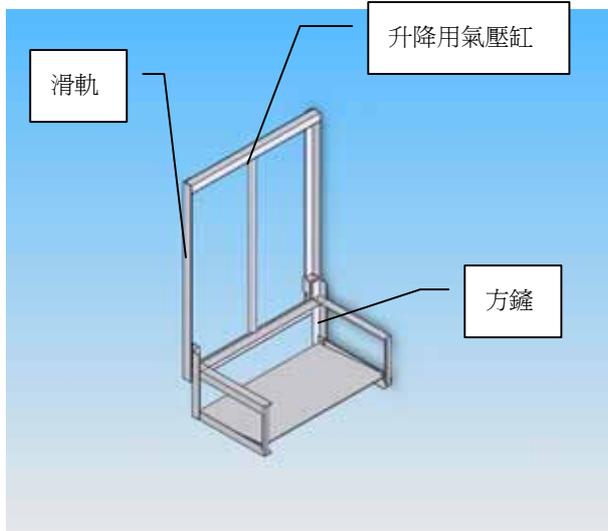
減速機構將高轉數的特性轉為高扭力，以便驅動整個機器人的行動，而四組驅動輪組依所在之位置，分為左右兩側由不同的控制系統所控制。



圖(1) 底盤結構

收球與儲球機構

由兩個結構所構成一完整的收球與儲球的系統，收球的結構如圖(2)所示；為一俱有收球及堆高機功能的機構，



圖(2) 收球與儲球機構

如圖(2)中所顯示，收球機構概分為方鏟及由氣壓缸與滑軌所組成的升降機構，方鏟的前後皆設有活動的擋板，可將網球區隔於方鏟內，當方鏟內收集足夠的網球後，再啟動升降開關，將氣體導入氣壓缸，再由氣壓缸推動方鏟，沿著滑軌往上提升，同時藉由一繩索作用，將方鏟底板提起，並把網球倒入儲球箱中。而於跨越球池時，先將方鏟升起至最高點，再將機器人行進至於球池邊緣，並將方鏟之位

置調整至球池擋板正上方，在將方鏟降下，利用方鏟抵住球池邊緣，將機器人作類似於堆高機的升降動作，將機器人前端抬起，機器人抬起後藉由後輪的推動，將機器人前輪推至球池擋板，並進一步的藉由前輪的跨越動作，將機器人行進至球池擋板上，但於功能測試時，發現，機器人雖能順利跨過球池擋板，但無法順利的進入球池，乃此時機器人為兩輪懸空於球池擋板上，且前後兩輪恰巧會平衡於球池擋板的梯形造型上，形成類似一平衡的天平狀態，為此問題曾提出許多解決的設計，如於前後端任一處，增加一氣壓缸以推動機器人破壞此一平衡狀態；或改變底盤鋁管架的造型，但最後所採用的改良方法，卻為眾人所未意想不到的，就是將電池放置位置調整偏向機器人前端，進而改變機器人的重心位置，因輪胎與球池擋板為呈現平衡狀態的天平，只須破壞此一平衡狀態，機器人即可跳脫困著於球池擋板上的情況；此以改良方案未作任一大變動，即把問題完美的解決了。

儲球箱分為兩個結構所組成，一為儲球箱本體，二為進球的推送機構，儲球箱是由角鋁與塑膠墊所組成，之所以會採用這樣的設計，乃取因於必須要篩選所射出的網球顏色，並減輕機器人重量；先期採用鋁管與壓克力板作相同的設計，但有下列數項問題；

1、 成品重量過重；

由於鋁管與壓克力板的方式使機器人重量過重，對於機器人運動行進的靈活性有極大的影響，再者由於重量增加，使驅動馬達的負載加大，易造成電池電力不足，使機器人有無法完成比賽之虞。

2、 壓克力強度問題；

壓克力雖有相當的強度，但因過於硬脆，使得在數次的練習及實驗中，發現壓克力的固定孔易因方鏟升降時的衝擊造成破壞，進而使壓克力板脫落。

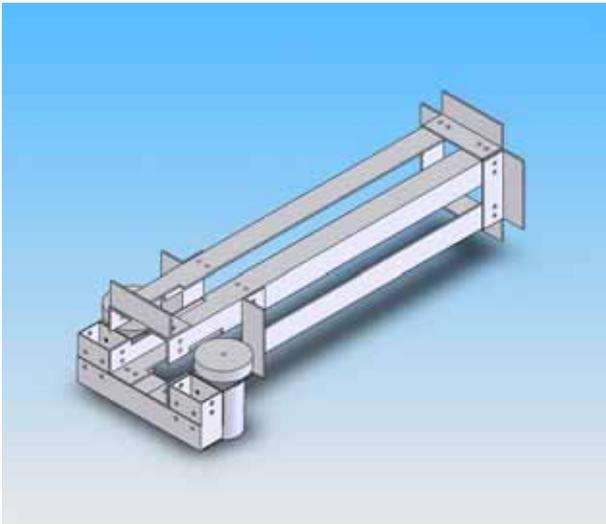
基於上述兩點遂以開始尋求改良，首先討論如將鋁管改為角鋁的可能性，經討論覺此一方案為可行的，因儲球箱僅供暫時的儲存網球之用，並未進行其他動作，而所受力乃來自於方鏟升降時帶來的震動與衝擊，故改為角鋁尚可承受；再者是尋找壓克力的替代材料，替代材料必須有(1)透明性，以方便辨識網球的顏色。(2)耐衝擊，以抵抗由方鏟升降時帶來的震動與衝擊，避免材料破壞。(3)

加工性加、因提出改良案時以迫近競賽日期，若因加工不易使改良案壓縮了練習的時間。最後找到的替代材料為市面上所常見的透明桌墊，其性質軟且俱透明性，對於辨識球色、耐衝擊及減輕重量等要求皆有達到，經此一改良案後，其結構重量減輕約 30~40%。

進球的推送機構是位置於儲球箱下方最低處，儲球箱底部為一斜坡，因重力的作用球會沿著儲球箱底部，滾落至推送機構所在的進球軌道，再藉由氣壓缸的推送將球逐一的推入射球裝置中。

射球機構

在參考市面上所用於網球發球機的機構後，並討論其原理及製作難易、射程遠近、準確度及結構穩定性等條件後，決定採用如圖(3)所示之設計。



圖(3) 設球機構

射球裝置可分為將球射出的飛輪組、穩定彈道的砲管以及控制仰角的升降裝置。網球能射出是因為網球受到飛輪組中的兩 PE 飛輪壓縮變型，使網球蓄有彈力位能，而當網球被快速轉動飛輪帶動，網球的中間線超過兩飛輪的連心線時，因飛輪對網球的壓縮力變小，使得網球所儲存的彈簧能瞬間釋出，並且因飛輪的快速轉動而給予網球一初始速度，藉此網球便可順利射出。然而適當的飛輪直徑大小在此設計中扮演重要關鍵，為此我們進行多次的試驗，最後發現 7.0CM ~ 6.8CM 間為最適合的大小。並且於試驗中又發現另一問題，由於我們所採用的飛輪為 PE 材質，而飛輪與傳動軸心間，僅僅靠著 PE 材質的變型而緊迫的咬住軸心，若經過多次使用則飛輪的中心孔會因壓力而變型脫

落，所幸與試驗時有發現此點，可以進而準備備料以供替換，但此一試驗亦為本次參賽會落敗的原因之一，起因於試驗時所採用的網球，為本校所提供給參賽隊伍練習用，但其材質與主辦單位所提供之網球有相當的差異，本隊練習時所採用之網球較軟，需要較大的飛輪，才能將網球壓縮到具有足夠彈力及速度，達到所需之射程；但主辦單位所提供的網球較硬，則本機器人所採用的飛輪，其直徑就顯得過大。飛輪直徑過大造成網球通過飛輪時，需以較大的扭力才有辦法推出，因此原本所採用的馬達將無法提供足夠的扭力，使網球順利的射出。而於競賽當時本機器人無法順利的射球，即是此一因素所造成；對這一缺失未能提前發現，使得許多得分機會因而錯失，令人感到相當的遺憾。

砲管是用四支角鋁所組成的方型軌道，而控制仰角的升降裝置為利用一行程為 20CM 的氣壓缸進行控制的，利用氣壓缸的升降形成兩段式的仰角，利用較大的仰角來進行設球的動作，如見非我方所採用的球，則利用低仰角進行排除動作，藉此進行對於球色的篩選。

機電控制

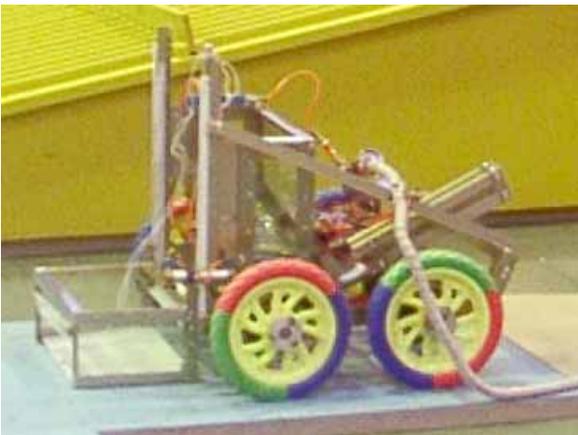
在機電系統方面，我們以簡單、穩定、可靠性，作為我們規劃的原則。所以首先我們排除了使用微處理機製作辨球機構的方式，因為加入辨球系統會增加整個電機系統的複雜度。微處理機在處理不當時，或者 CCD 元件於電流變化時會產生判斷上的差異，所以不擬採用。在此我們使用人工辨識的設計方式。在者我們這次去除了集線版的使用，所有的線路皆以直接的連接，不再經由集線版匯集後再配線。因此簡化了線路的複雜度，也減輕了部份配線及集線版的重量。在簡單及可靠性的想法下，我們最後所作出的控制器，僅僅 7 個開關，於控制及操作上，並無太大的複雜性，讓操作的同學能快速的熟練操作方式。

機器人成品

圖(4)為機器人底盤，圖(5)為上述之概念下所作出的機器人。於圖中可看出機器人之方鏟與升降機構，及其後方的儲球箱，且可看出所秉持精簡可靠的設計於機器人上表漏無遺。圖(6)及圖(7)則為機器人跨越球池梯形擋板之實際操作過程。圖(8)是於比賽當天，參賽同學與機器人之合照。



圖(4) 機器人底盤



圖(5) 機器人成品圖



圖(6) 機器人跨越球池擋板圖之 1



圖(7) 機器人跨越球池擋板圖之 2



圖(8) 機器人與小組成員

參賽感言

對於本隊於創新上為尚未能大膽設計，實為本隊此次參賽的遺憾，若本隊能與設計上採用更先進及大膽的概念，進入前 8 強亦不為難事。但對此本隊並不因而感到氣餒，這次參加競賽的目的，為創意的激發以及落實製作的基礎，對於此我們自認皆有達成，並且藉由此次的競賽讓本組成員能學習到，以團隊的方式進行一產品的開發及設計，以及了解到適才適用的重要，適當的活用各人的專長，能使開發設計的工作與實體的製作，能以同時程的方式進行，減少製作上所需的時間。

經過此次競賽的考驗，相信本組成員皆能有相當程度的成長；而製作期間和比賽過程的點點滴滴也在我們心中難以忘懷，此一回憶將在眾人心中永佔一席之地。

感謝詞

感謝主辦單位及教育部提供此一機會，讓我們能參與此一盛會，且藉由此一盛會能有與其他學校學生進行交流，且能與此一競賽中學習得許多可貴的經驗，並將所學所識能藉由參賽，而與實際應用結合。

這次參賽未能得名，對於指導老師—楊政穎老師感到抱歉，楊老師於這次的競賽給我們許多的指導與幫助，於我們對於設計感覺困窘時，楊老師的適時提醒，總是能讓我們恍然大悟，而楊老師於設計上，也給我們充分的自由，且適時的給予建議，讓我們能順利的完成製作。

這次學校能撥款製作 1 比 1 的場地供我們練習，讓我們在設計及練習時，能有可參考的依據，減少許多不必要的設計，且能於賽前熟識機器人的操作及策略的擬定，對此相當感謝學校對此一競賽活動的支持。

參考文獻

- [1]陳炯錄,“機械元件設計”,全華科技圖書股份有限公司,民 85.08
- [2]曾賢勳,周溫成“氣液壓學”,高立圖書有限公司