

大學組：明新 D 隊 天下無雙

指導老師：任復華 副教授
參賽同學：劉政輝 謝明樺 曾泳益
明新科技大學 機械工程系

機器人簡介

本組針對第九屆全國大學創思設計與製作競賽所設計之機器人，基本上符合競賽中需要的各項功能，包括：利用省力斜面原理，將球桿舉起，使球迅速落入機身中；以透明墊與海棉做出實用的輸送帶，作為機身內部運送球之媒介，更以十字型轉動機構搭配人工方式來進行球種的辨識，將所要之木球送至射球機構射門得分，反之則送入敵方儲球區，另外機身後方設置了一組兩截式阻擋機構，可以阻擋對方射球，減低其得分率。本組曾在初賽中獲得最高分 79 分，更於複賽中獲得大會單場最高分 81 分。在機身方面，機器人主架構為鋁材，其餘使用了 PE 塑料、壓克力等材質，使本組機器人除強調其功能外，更有靈活快速且平穩之機動性，讓本組機器人能達成比賽的各種需要。

設計概念

設計概念上，綜合競賽的需求，本組設計的機器是以快速分球、得分，且能迅速收集散亂的球為目標，所以捨棄機身分隔道設計，採用無分道的設計，而此設計重點就在於防止卡球機構與分球機構上。

依上述設計，主要重點機構有：(1) 舉桿機構 (2) 開門 (3) 縱向、橫向送球機構 (4) 分球葉片 (5) 防卡球機構 (6) 射球機構 (7) 敵方木球儲存區 (8) 阻擋機構等 8 大項進行設計與製作。

由於競賽規則不限定機電控制方式，本組採用最簡便的有線操控方式，並設計適合操作的人機介面，而控制盒共有主動輪、快速舉桿機構、開門、縱向、橫向送球機構、分球葉片、射球機構、阻擋機構、電壓切換八項控制，共計十三顆按鈕。

綜合前述說明，以下為機構設計、機電控制、比賽戰

術運用等部份進行說明。

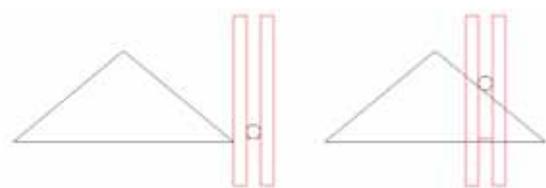
機構設計

依照前述 8 大項機構逐一說明：

(1) 舉桿機構(圖一)：為求快速舉桿，所以利用最簡便的斜面原理(圖三)，此設計特點有三：1. 舉桿速度最快 2. 可收自己的球，也能撐起敵方儲球槽桿子，打散敵方的球 3. 收放容易，並能阻止敵方阻擋射球。



圖一 快速舉桿機構 圖二 快速舉桿機構收納狀態



圖三 應用斜面原理舉桿之圖示 (由左至右)

此機構於出發區時，成收納狀態(圖二)，使機體不至於超過一立方公尺限制，利用鋼繩的收線及放線使機構能順利收放。

設計能輕易且快速將球桿舉起的機器人是本組的目標，最初利用槓桿原理(圖四)，也就是將支點向前延伸靠近儲球槽後，形成一抗力臂較短之槓桿，雖此機構能以很小的力量將球桿舉起，但是舉桿速度過慢是此機構的嚴重致命傷。之後本組將其改良成利用省力斜面原理，機器人

向前進就能輕易地將球桿舉起，使球落入機身中，大大的提升了機器取球的速度。



圖四 利用槓桿原理的舉桿機構

(2) 開門(圖五)：此開門原理與鐵捲門機構相似，將軸承固定於滑軌之中，使開門能作上下的直線運動，但不同於鐵捲門，本隊將滑軌固定於開門之上，而把軸承固定於機體上，所以軌道是跟開門一同上下移動，此設計的優點是避免軌道阻擋球，將軌道隨開門一起升至上方，使球能順利進入機身，但此設計所需注意的一個重點是軌道的強度，要避免軌道隨開門與球的碰撞而使其變形，軌道材料的挑選就極為重要。

開門的動力是以馬達驅動，作動方式是以馬達強制將開門向下拉至關門狀態，再以橡皮筋使其能恢復到開門狀態，目的是要克服開門卡住的風險，試想在關門時，如果球停在開門底部，因開門向下之力不足，而使開門左右傾斜，開門因此動彈不得，此狀況發生在比賽時將造成嚴重的致命傷，所以是本組改進的重點之一。



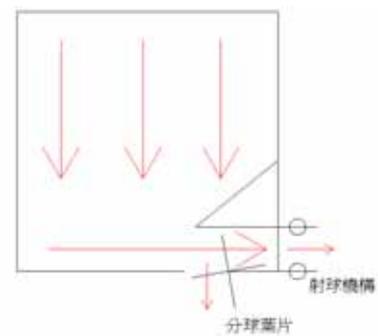
圖五 開門

(3) 縱向、橫向送球機構(圖六)：本機器的特點，考慮到競賽中千變萬化的狀況，不一定所有的計畫都能順利進行，而採無差別的把球收納於機體中，為了使球導入機身中，因此設計了利用海棉縫製的輸送帶，利用縱向的輸送帶讓球能順利捲入機身中，再利用尾部的橫向輸送帶將球送至分球葉片，最後進入出球機構(圖七)。而本機構的重

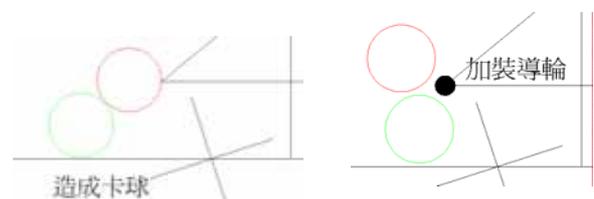
點在於兩件輸送帶交匯口，因為把許許多多的球匯集成一個球道的寬度，非常容易造成卡球的現象(圖八)，所以在球匯集處加上導輪(圖九)的輔助，使球的動線能夠更順暢。



圖六 縱向、橫向送球機構



圖七 縱向、橫向送球機構流道說明



圖八 造成卡球原因及解決辦法



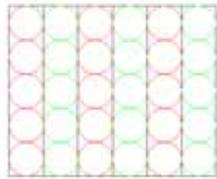
圖九 導輪

此機構的初步設計，是在舉桿後於球未混亂的狀態下收納於機身中，也就是六道分隔道設計(圖十)，把球分成六排加以收納(圖十一)。雖然此收納方法能捨去許多分球的問題，但卻有著許多缺點，例如舉桿時，機身須對準球架的位置，才能使球順利導入機身中，但即使機身能快速對準球架位置，只要敵方能早一步將己方儲球槽的球打散，機身分道的優勢將完全喪失，此外，不能有效率的將

地上亂球收納也是本設計的致命傷之一，綜觀上述理由，讓本組有極充分的理由更改其設計。



圖十 六道分隔道設計



圖十一 六道分隔道收納方式

(4) 分球葉片(圖十二)：此機構為本組的特色之一，機構為一個十字型的葉片，利用馬達控制它的正反轉，當橫向輸送帶將球輸送至分球葉片時，如是我方的球，就控制馬達使此機構以順時針方向旋轉，讓球能順利到達出球機構處，反之球若是敵方的，就讓葉片以逆時針方向旋轉，將球導入後方的敵方木球儲存區中。



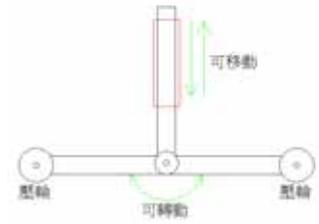
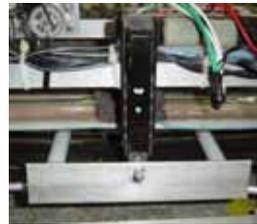
圖十二 分球葉片及分球示意圖

此機構的最初設計，是以壓克力板做為葉片的材料，以鋁桿作為傳動軸的材料，但因分球機構會與橫向送球機構做動時分球葉片上會產生一力矩，此力矩足以將葉片折斷、傳動軸扭斷，所以本組將其葉片材料改為3mm鋁片，傳動軸則改用8mm鋼棒，替代了原本的壓克力板及鋁桿，改善了機構的損壞機率及提高穩定度。

(5) 防卡球機構(圖十三)：此機構為本機器非常重要的一個環節，在木球進入橫向輸送帶時，要把許多球縮減成一顆球的寬度，卡球就在所難免，即使加裝導輪也無法完全排除卡球的可能，而本組所能做的，就是盡量縮短卡球所消耗的時間。

當本機器未設計此機構時，因卡球的問題，車身內儲存一個儲球槽的球，需耗時超過1分鐘才能將分球動作完成，但在此機構完成時，能在半分鐘左右完成所有的分球

動作，使本機器的得分效率大大的提升，此機構並兼具穩定輸送帶的功能，避免輸送帶因卡球問題而連帶使輸送帶卡住而受損。



圖十三 防卡球機構及動作示意圖

本機構利用重力使壓輪壓於輸送帶內側，當輸送帶運轉時，壓輪不須再追加動力便會上下擺動，卡球時，利用此機構上下拍打，對下方木球施以一力，迫使木球能夠繼續前進，因而防止卡球的發生。

(6) 射球機構(圖十四)：本組的機器因分球速度快，所以須使用連續且快速的射球機構，因此製作兩只包覆海綿的滾筒，分別裝置於出球口的左右兩側，並且同時轉動，海綿作為摩擦力及壓縮之媒介，使球能夠順利發射。兩只海綿滾筒是由同一馬達帶動，但因兩滾筒需轉速相同，轉向相反，所以利用兩組傘型齒輪(圖十五)連接傳動軸改變其旋轉方向，因而讓此機構能達到要求的作動方式。



圖十四 射球機構



圖十五 傘型齒輪配置圖

此機構最初設計，是以兩顆馬達分別驅動兩只滾筒(圖十六)，但因每顆馬達都有著些許轉速差，造成兩滾筒轉速不一，使射球路線極不穩定，對此現象，本組曾將此機構修改成一顆馬達帶動鏈輪鍊條、以正齒輪轉向的方式(圖十七)，雖然改善問題，但卻增加了不少重量，所以本組捨棄鏈輪鍊條傳動方式，改以傘型齒輪和傳動軸傳動，解決了滾筒轉速不一、重量過重等問題，使射球路線較為準確。



圖十六 兩顆馬達的出球機構



圖十七 以鏈輪、鏈條、正齒輪的出球機構

(7) 敵方木球儲存區(圖十八)：此儲球區能存入近三十顆球，也就是能吃掉敵方將近全部的球，有效壓制敵方的得分。此區較特別的部份，是儲存區尾部可延伸，平時因避免超過尺寸限制而採收納狀態，一旦有球進入時，只要移動車身，此區就會因木球的推擠而自然延伸(圖十九)，不須另加動力。



圖十八 敵方木球儲存區

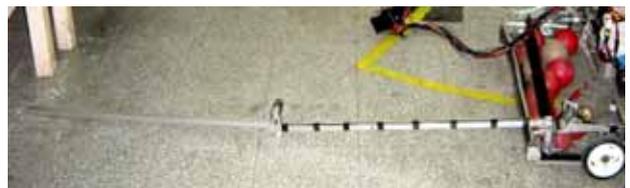


圖十九 敵方木球儲球區延伸

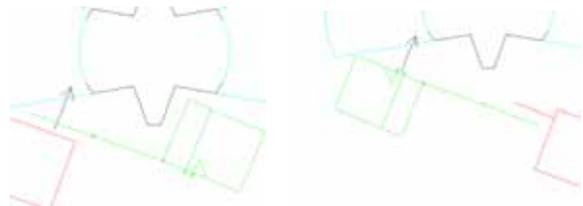
(8) 阻擋機構(圖二十)：此機構為兩段中空的方口鋁條組合而成，經由兩顆馬達轉動，帶動兩段方口鋁條的旋轉，使其達到延伸的目的。其中兩段方口鋁的旋轉方向又有所不同，在第一段延伸中，方口鋁是以和地面平行的方向旋轉，第二段延伸中，方口鋁是與地面垂直方向旋轉，此機構延伸後，可延伸至機身外將近兩米的距離(圖二十一)，一方面可攔截敵方射球(圖二十二)，一方面當己方射球時為避免敵方干擾，可利用此機構阻擋敵方機器靠近(圖二十三)。



圖二十 阻擋機構



圖二十一 阻擋機構延伸



圖二十二 攔截敵方射球 圖二十三 阻擋敵方機器靠近

機電控制

在本組機器人之中，有許多機構是利用馬達的正反轉作動，所以本組利用 6P 搖頭開關來達到正負電切換的效果，分球葉片方面，則是利用兩個同時具有 a、b 接點的按鈕開關，並採互鎖電路，以避免快速分球時，不小心同時按到兩按鈕所照成的短路現象。又為因應比賽中各部份機能因比賽中的變化而有所不同，例如機器人移動的快慢，射球的強弱等等，最簡單的控制方法就是控制電壓的強

弱，所以本組針對了主動輪和射球機構兩部份設置了電壓切換開關，以 12V 及 18V 的切換，來面對比賽中各式各樣不同的情況，因此在控制盒(圖二十四)上共有主動輪、快速舉桿機構、閘門、縱向、橫向送球機構、分球葉片、射球機構、阻擋機構、電壓切換八項控制，共計十三顆按鈕。

在閘門和舉桿機構方面，除了控制機構作動之外，為避免機構因過切而導致機體的損壞，因而裝上極限開關限制機構作動的範圍(圖二十五)。

當機電控制配電工作完成後，機器人才算是初步的完成，接下來的工作就是操作手的練習，以及練習中發現缺點的修改，並想像比賽中千變萬化的狀態，而加以研擬各種的戰術，在許多細節上都是馬虎不得的。



圖二十四 控制盒



圖二十五 利用極限開關限制閘門動作範圍

機器人戰術運用

戰術是在比賽中是否能勝出的一個重要關鍵，在本次的比賽更是如此，本隊主要針對整齊收納木球的機型，以及散亂的收納木球機型兩種機型研擬戰術。

在整齊收納木球的機型中，於機構設計的縱向、橫向送球機構中，已詳加說明此機構的嚴重缺點，因此在敵方整齊收納前，利用本組的快速舉桿機構將球打散，勝利的機率將能大幅的提升。

在散亂收納木球的機型方面，主要戰術有二，當遇到移動速度慢的機型中，利用本組高機動性的特點，將敵方木球打散，再回到己方的球架將球收納於機身中，目的是

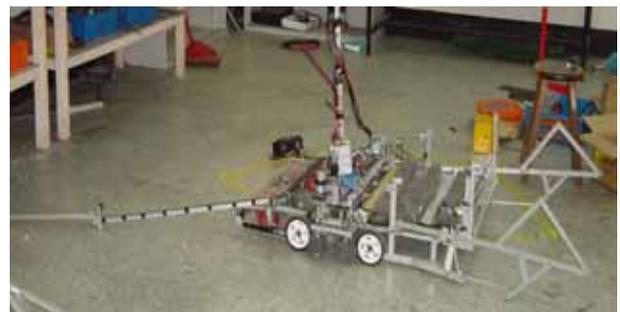
讓敵方持球量降低，利用敵方集球的時間將木球射入球門，再利用剩餘時間將敵方散亂於地上的球收納於機身中，不但能讓己方分數大幅提高，又能有效壓制敵方分數。但遇到移動速度快的機型時，利用本主機器穩定的特點，穩紮穩打，將己方木球投射完畢後，再選擇收納散球或阻擋敵方射球。

戰術是否能靈活運用要靠平常的練習，以及上場時狀況的臨機應變，只有事前做好最充分的準備，勝利就會在不遠的地方。

機器人成品



機器人收納時全圖



機器人延伸時全圖

參賽感言

本次的比賽終於告一個段落，雖然從預賽到決賽只有短短的三天，但為了這短短三天，所付出的心血並不少。為了要完成比賽所需的各種要求，從一開始的初步設計、材料的選購、組員相互討論，以致各項機構的一一製作、

調整，甚至設計失敗的機構都得忍痛拆除，可以說令本組吃足了苦頭，而有好幾次心生放棄的念頭，但是為了團隊的榮耀以及隊員間相互的扶持，以及老師及學長的鼓勵，才沒輕易放棄。而經過一連串的思考與設計，看著一個接一個的問題被解決時，心中的成就感便油然而生，雖然比賽只有短短的三天，但輸贏是其次，重要的是製作時所學習到的專業知識，以及逆境中不屈不撓，克服困難的精神，才是本組最大的收穫吧！

感謝詞

感謝 TDK、教育部、以及雲科大舉辦了這樣有意義的機器人創思競賽，也感謝明新科技大學給予的支持，讓我們能代表學校出賽，並感謝指導老師任復華老師適時的提出一些想法與建議，也要感謝王思維學長於技術上的傳承，並在我們想放棄的時候扶了我們一把，感謝所有一路陪著本組走過來的人，沒有你們就沒有本組今日的成績。

參考文獻

- [1] 第九屆全國大專院校 創思設計競賽入口網站
<http://robot9.yuntech.edu.tw>
- [2] 全國大專院校創思設計與製作競賽資料庫型網站
<http://RobotTW.ntust.edu.tw>
- [3] 飆機器人專屬網站
<http://www.playrobot.com>
- [4] RoboTW 機器人資訊網
<http://www.robotw.com>
- [5] 機械元件設計 朱敏德 文京圖書有限公司 民 91.9.15
- [6] 電子學實驗 蔡朝洋 全華科技圖書有限公司 民 91.5