

# 環保機器人－諸葛再現

## The Robot of Environmental Protection –The Rebirth of Zhuge Liang

吞食天地隊

鍾清枝<sup>1</sup> 羅志宏<sup>2</sup> 鄭芳昆<sup>2</sup> 周昌禾<sup>2</sup>

<sup>1</sup>台北科技大學機械工程系副教授

<sup>2</sup>台北科技大學機械工程系學生

### 摘要

本文係介紹此機器人機構設計與製造原理，由於經費的因素，我們盡量選用報廢及回收的材料，主要驅動方式是採用雙馬達來帶動，而機械手臂為求快速及精確達成所要求特定動作，將夾持障礙物及旗子做在同一個手臂，皆採用氣缸臂來作動。

關鍵字：機器人設計、製造原理、回收的材料、雙馬達、汽缸系統

### Abstract

In this paper, the process of robot's design and fabrication will be introduced. Under limited budget, many recycle materials were used to build the robot. We used two motors in main driver mechanism and units. In order to do some special actions and faster movement, the arms and hands of the robot were made together. We placed the obstacle and the flag, which held on the same arm of the robot and used pneumatic system to drive the arms and hands.

**Keywords** : robot's design, product theory, recycle material, two motors, pneumatic system

### 1. 簡介

隊名及機器人名由來的由來是因為大會這一次的比賽是以三國為主題，所以經過組員們討論後，隊名選用與三國有密切關係的吞食天地，在三國時代大家都想要稱霸群雄，所以機器人名選用在三國中以足智多謀著稱的諸葛亮來代表我們這一隊。

### 2. 設計原理與學理分析

#### 2.1 機器人主體架構分析

在比賽進行中會有甲方的四個障礙物和乙方的四個障礙物，阻礙機器人的行進，所以必須加以清除，並可以將這些障礙物用來阻礙對方的前進和不便，基於不能在清除時超越綠色的邊界，所以機器人主體設計為兩層，另因障礙物的高度有 50 公分高和 30 公分長寬，所以底下這層是以 55 公分的高度挑高且車體的寬度是 60 公分，以利我們在一次夾取兩個障礙物離開地面之後馬上轉 90 度排成一直線放下，又能快速的跨越障礙物，並利用氣壓管將障礙物拉倒留待原處，既可以節省時間又能有效的阻礙對方機器人的行進；而在主架構的形狀上經過多次的考量，為避免機構學上四連桿容易發生互相運動，所以就盡量採用三連桿呆鏈的方式，採用桁架與靜定結構的設計方式，桁架結構設計具有重量輕而強度高的特點，靜定結構的特性就是當結構受到外力作用時，機器人的機件無法產生相互運動，整個機構如同單一機件，以角鐵和鍍鋅鋼管的焊接來完成架構。

在焊接中搭接的方式也有考量，我們是以受力的大小和方向做焊接，例如直角處的搭配就蠻重要的，比賽過程中並沒有爬坡和震顛的路徑，所以我們這樣挑高的設計，機器人的中心就會往上提高，只要配重理想就不至於會發生翻倒的現象，如圖 1。

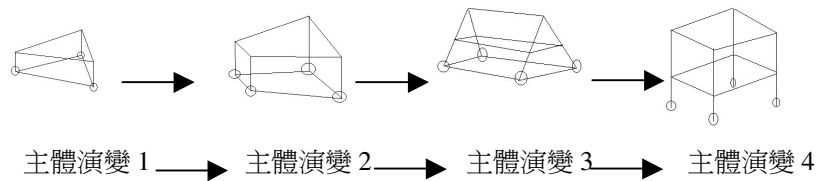


圖 1 主架構的演變

## 2.2 動力系統和驅動結構的分析

採用皮帶是因為它是撓性傳動，才不致於在震動的環境中受損，並取代齒輪的缺點，24V 的馬達分別置於機器人的左右兩側，用一恰好與皮帶寬度和深度一樣的皮帶輪連接在馬達上，皮帶輪和皮帶並不需要像齒輪般需要很精確的定位，才不會發生誤差的情況，又能達到傳動確實，且壽命又很長、替換容易的便利性。機器人是採用前輪驅動單一方向固定，前輪的尺寸恰與皮帶輪相同，皮帶與前輪的關係是皮帶著地，以達到確實傳動，另利用馬達擺放的前後位置來調整皮帶的鬆緊度，如圖 2 所示；後輪採用被動可 360°旋轉的輪子，因為基於比賽規則中並不太需要後退的動作所以採用此種驅動方式，但是並非這樣就不能後退只是不符合機器設計的原理而已；轉向的設計是採用 2 個電磁閥控制，1 個電磁閥控制一顆馬達，另一個電磁閥通電作動，即單一方向走動而形成轉向的目標，反之即為另一方向，簡單的示意如圖 3 所示。另外是馬蹄的設計，在前輪的部分用一片板金片彎成流線型，固定在前輪的前端，以利機器人在清除對方所設障礙物時能輕易的推離，且不致於直接接觸到皮帶而有卡住的現象。



圖 2 前輪

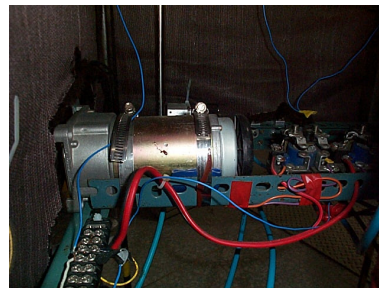


圖 3 電池閥控制馬達

## 2.3 機械手臂之結構分析

機器手臂在這次的競賽是一項很大的重點設計，考驗定位速度、準確度，功能也要達到夾取旗子、放置旗子、清除障礙物、擺設障礙物等功能。機器手臂是以一支 180 公分長的鋁合金為骨架，比賽的場地佈置，旗子的放置位置與本機器人手臂的固定位置之距離大約為 165 公分，所以合併後的手臂要有夾取旗子、放置旗子、清除障礙物、擺設障礙物的能力。因此直接取用一支 180 公分的鋁合金以達到重量輕，剛性強的目的。因為手臂太長會使整個機構搖晃，使得準確度降低且定位不易，這是選用鋁合金來設計手臂的原因。首先，在鋁合金的前 80 公分是清除障礙物、擺設障礙物手臂的位置，手臂的材料是不銹鋼管和鋁合金及 2 支直徑 15mm、長 150mm 的氣壓缸，構造是由兩支直徑 8mm 不銹鋼管作成平行的一對夾爪，爪子的兩邊分別用彈簧固定以補充夾爪回程時氣壓的不足，並不讓夾住的障礙物滑落，爪子採用長條型鋁合金作成倒 V 字形的夾子，並配合銷以固定之，如圖 4 所示。一支氣壓缸是負責爪子夾放的動作，用 DC 24V 3 口 2 位閥來控制，動作的快慢由一支螺絲來調節電磁閥的出氣量控制，另一支氣壓缸則是負責夾取障礙物後轉 90 度，使障礙物與行進路徑成一直線，如圖 5 所示。轉向機構是用一支彎成 90 度的鋁條，一端固定在骨架上，另一端則固定在氣壓缸上，以達到轉向 90 度或其它角度的功能，如圖 6 所示。因為障礙物在旋轉後會產生離心力而導致障礙物搖晃不定，需要 3 秒鐘的時間來穩定才能定位，所以特加一對阻尼器，分別固定於抓子的前後兩端，構造是用塑膠袋做成一道如掃把的型態，待轉向後能即時穩定下來，所以節省了許多時間，也達到定位準確的目的，如圖 7 所示。

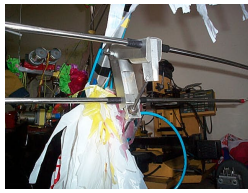


圖 4 夾爪示意圖



圖 5 氣壓缸之設計



圖 6 轉向機構



圖 7 阻尼器

夾取旗子及放置旗子的手臂部分位於骨架的尾端，由氣壓缸與扁狀的不銹鋼管所組成，手臂真正夾取的地方是利用一支 15 公分\*1.5 公分的氣壓缸作左右方向的作動來夾取旗子，爪子的一側採用扁鋁材為邊，另一側則採用不銹鋼管為邊，用一個 DC24V 3 口 2 位電磁閥控制夾與放的動作，爪子可以張開的角度有 45 度，所以能很快的夾取旗子，順應性也很好，不會因為搖晃而有鬆脫的現象，整體機構如圖 8 所示。



圖 8 機器手臂



圖 9 機器手臂固定

機器手臂的固定是用模仿軸承的方式，用一支直徑 17mm，長 100mm 的不銹鋼管套在手臂骨架上，之後突出兩邊用恰好 17mm 的軸承固定，以一顆 24V 直流馬達拉著一條鋼線，做上下擺動的移動方式，固定處則會以轉動的動作來呈現，如圖 9 所示。手臂固定的位置是在機器人的前面，所以夾取與放置旗子的動作是以極座標的方式定位，是在本次競賽裡最容易定位的技巧。

## 2.4 士兵發射彈射機構之結構分析

士兵的攻佔城池是以拋射方式來達成，依圖面來看及配合機器人挑高的造型，拋射方式對機器人得分是相當方便和簡潔有力的，整個拋射機構是由 16 枝發射器和馬達帶動軸旋轉，以拉動銷而達到發射目的，在機器人的最上層設計一個長方形的架子，這個架子的柱子會影響整個機構的穩定性，所以我們在圓形的柱子裡面用螺桿和螺帽加以鎖緊，而發射器則固定在底層，其機構是一支不銹鋼管，在管外鑽 7 個等距離的孔，裡頭是一根彈簧，我們只要將彈簧壓住用連在軸上的銷插上其孔中，待馬達旋轉即將銷抽出，裡頭彈簧蓄積的能量釋放帶動一顆 1.5 倍發射管徑的子彈，將士兵彈射出去達成得分的目的，這插銷和管子間的相互運動阻力會相當的大，所以設計上盡量採取平行抽出，且插銷採用鋼釘可以耐變形，同時利用鋼釘的多凹凹凸凸的形狀來減少插銷和管子間的相互運動阻力。

士兵部分採用不倒翁的原理，其構造為利用直徑 7 公分的保麗龍球，以前端用一支 1.5 公分的塑膠管插入球的表面，再用矽膠固定讓其不鬆脫搖晃，後端挖一個約 0.8 公分的洞，埋入鉛塊當配重，以海綿當作避震器固定在頂端並用膠帶固定，如此便完成不倒翁原理的士兵。士兵的發射是以車體後輪，加上氣壓管製程的機構，車子到定位後對準場地的邊線即可發射，圖可參照之後的介紹。

## 3. 機器人設計的考量

### 3.1 設計上的考量

#### 3.1.1 尺寸設計考量

在此次主體結構尺寸的設計上，由於障礙物有一定高度，所以在設計時就考量到比賽時間只有 5 分鐘的限制，為了避免過程中的一些阻擾，故將主體加高，車體底下才不會因一些障礙而導致比賽無法進行。

### 3.1.2 平衡設計考量

由於主體加高所以配重就顯得格外重要，重量若不適當會使機器人容易傾倒，所以我們將重心設計於主體中心，這樣傾倒的情形就會降到最低，最後計算總量為 36.5 公斤，符合大會最高上限 40 公斤的重量。

### 3.1.3 克服障礙物設計考量

此次的障礙物為圓錐體，在設計手臂時考慮用馬達，但由於我們是機械背景的學歷，所以若使用太多電子相關產品，勢必對我們很不利。經過長時間組員共同開會討論的結果，決定採用氣壓臂來做為此次克服障礙物的手臂，因為氣壓臂有快速、易操控、壽命長、力量大等優點。

### 3.1.4 夾持旗子設計考量

夾持旗子的手臂也是採用氣壓臂，因為氣壓臂不需要太大力量，而且為了不佔空間，而使用小型的氣壓臂；至於延伸至旗台的機構，是採用最簡單的方法，用一根圓桿作上升及下降，直接放置於旗台上做抓取旗桿動作。到最後改以鋁合金的材質，將機器手臂統合成一支，也是製作經驗的一大突破。

## 3.2 從題目分析到機器人製作完成共歷經以下階段：

- (1) 分析題目、收集相關資料及歷屆競賽影帶觀摩。
- (2) 由各項資料及競賽規則列出各種可行的方案，再經由分析選出最佳者。
- (3) 由方案中各項條件以及機器人所需具備的功能，設計並繪製機器人的草圖。
- (4) 選用及購買各零件所需要的材料及控制器。
- (5) 購買到所要的零件和控制器後，開始進行機器人實體製作與測試。
- (6) 測試穩定之後，作些修飾與穩定的動作，若不能滿足目標則再繼續修改或重做。
- (7) 機器人製作完成，美化外觀。

## 3.3 機器人製作經驗與修正說明

收集欲設計之機器人所需考慮的各部分資料，並且觀摩歷屆競賽的影片，由各項資訊條列出所有可能的方式，再以現有之系統分析方式（如二元矩陣法）找出最佳的組合，機器人之構想即由此生成。而這也是設計思維程序的三個階段：擴散、轉換及收斂。在擴散時期將設計思考的範圍盡可能擴大至可容許的極限，同時，打破原有的模式與觀念，只針對設計目標，甚至將目標視為彈性可變，更不計較構想是否成熟，儘可能在這個階段產生許多的構想點子。進入轉換階段後，則要以高度的創造力組合由上一階段所獲得的各種構想，以做為下一階段的解，因此，這個階段應視為設計思維程序的過渡期，在這一階段中對於設計目標，問題的限制，須一併弄清楚。在收斂時期則應儘快將不合宜及不確定因素過高的設計解去除，因此，重複幾次的決策過程是必要的。

本組在邊設計邊製作的情況下固然有許多需修正的地方，亦因此得到了一些製作的經驗：

- (1) 製作時的方法或許有很多種，但是必須經過冷靜仔細的討論、思考評估優缺點才能選出最好的方法，以免在失敗後浪費太多的時間。
- (2) 製作時，適當分配人員所擅長的工作，可以達到事半功倍的效果，同時組員之間的搭配也是相當重要的。
- (3) 要尊重隊友的意見，在士氣低落時要適時作一些互相勉勵的動作。
- (4) 材料的準備也是製作進行的一項考驗。
- (5) 製作完成後的成就感及適時的獎勵是持續進步的原動力。

表 1 為本機器人在製作上的修正與機器人動作的分析表。

表 1 修正分析表

	第一次修改	第二次修改	第三次修改
夾障礙物手臂	單手臂夾一個	一次夾兩個	夾障礙物與夾旗子手臂一體成型
夾旗子手臂	長圓桿及氣缸臂置於側邊	手臂置於後邊	夾障礙物與夾旗子手臂一體成型
驅動機構	1.兩支汽缸臂及齒輪組 2.兩個蓄氣瓶	1.兩個馬達及皮帶輪 2.蓄氣瓶改成一個減輕重量	調整馬達位置
發射機構	車子	1.投射 2.使用圓桿加保麗龍球	1.保麗龍球及鏈子 2.加農砲架設
控制部分	使用電路板	增加指撥開關	加電阻可調整速度

#### 4. 製作心得與結論

由於我們的組員都是剛考進學校的新生，所以組員的個性及一些工作態度都有極大的不相同，在團隊配合方面亦產生了一些問題，例如意見的交流或構思的討論等，使組員間彼此的工作分配浪費了一些時間，但是也在這個程序中學到團體的溝通、接納他人的意見及將自己的想法提出來討論等，都是值得回憶的。在尋找材料時，也遭遇到很多問題，選用時第一考量是儘量買現成組裝以增加製作進度，接著就是價錢能省則省，我們設計這一台機器人時就具備了環保意識，在製作時採用了許多廢棄物，使製作成本降低。製作過程中，也發生了不少問題，例如刀具的不足，必須利用現有的工具來加工，在克服這個問題後，使工作進度突然間變得很快，同時亦奠立了自己 DIY 的好基礎，以後自己在 DIY 一些機器設備時更能將這點點滴滴的經驗予以應用，以創造更創新及更具創意的物件。

在撰寫工作日誌時，發現若不每一天做完後馬上將心得撰寫下來，則當天所發現的問題或者得到一個新的經驗，都會隨著時間慢慢的流逝而淡忘，而且隨著時間的增加，工作日誌也一天一天地增厚，再度翻閱時，發現到這一本工作日誌的好處，一些製作過程中發生的點點滴滴都歷歷浮在眼前，這時深深感受到我們所付出的及所流的血汗都是值得的。

測試過程中當然會遭遇到許許多多的問題，在第一次行進機構試走時，竟然一動也不動，這對我們的打擊非常大，幾度因為這樣而想放棄，但組員之間彼此相互勉勵，我們才一一克服難關渡過這一段艱難時期。參加此次的比賽使我們整組組員獲得不可多得的經驗，在製作過程中我們彼此的感情也因為這一次的合作而更加融洽，所以希望創思設計與製作競賽可以長長久久的舉辦下去，這樣可以造福更多像我們這群喜歡創新研究的學生。

#### 誌謝

感謝財團法人 TDK 文教基金會贊助及教育部主辦與雲林科技大學承辦本次活動，使本製作得以順利完成，並學習機器人製作所應用的到相關知識、經驗、經費運用與團隊分工合作的掌控。最重要的是此次機器人可以順利完成，要非常感謝功勞最大的指導老師—鍾清枝老師及機械系主任—王金樹教授的大力支持。剛開始老師常常給予我們建議並提供大家思考方向，鍾老師更是犧牲全部休息時間及假期陪我們渡過，有時候甚至為了一個很小的零件陪我們東奔西跑，在此我們真的很感謝我們的鍾清枝老師。

#### 參考文獻

- 1.教育部，第四屆全國技專院校創思設計與製作競賽—機器三國參賽須知（2000）。
- 2.顏鴻森，機構學，東華書局，台北（1999）。
- 3.曹昭陽譯，電動馬達與控制，五南圖書公司，台中（1999）。
- 4.郭興家、邱鴻興，機電整合，高立圖書公司，台北（1997）。
- 5.林永彬，自動化機電整合應用圖集，機械技術雜誌社，台北（1992）。