

# 以氣壓為動力之新型創意機器人

## Based on Pneumatic Source of a New Novel Creative Robot Design

建國隊

紀捷聰<sup>1</sup> 李加男<sup>2</sup> 林四海<sup>2</sup> 林振誠<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 建國技術學院電機工程系副教授

<sup>2</sup> 建國技術學院電機工程系學生

### 摘要

本組所製作之機器人主要是以第四屆創思設計競賽主辦單位所規定的項目，首先經由許多管道收集相關設計製作的書面資料，然後經由小組成員研讀、分析，以至於最後選擇決定朝以氣壓作為系統機器人主要的動力來源設計方式製作。本組製作之機器人採以直流馬達驅動履帶的方式行走，主要考量為機器人行走之穩定性。另外，關於障礙物排除及夾取烽火台上代表我方之旗幟的機器手臂，兩者都是氣壓推進手爪設計。發射機構是以氣壓當動力，以近接開關調整被發射物彈射的遠進。完成後之機器人，經測試均能滿足原先之設計要求。

關鍵字：機器人、氣壓、直流馬達、近接開關

### Abstract

All the design ideas of this creative robot were originated from the contest rules, which are set by the committee of the "The Fourth Annual Contest of Creative Design among Technological Colleges in Taiwan". First of all, we did our best to collect much data about robot design from every possible source. Through many cycles of papers reading, analysis and discussion, we selected the pneumatic pressure as our system's driving source. The completed robot, which is driven by two direct motors, can move along any direction forward or backward steadily. Besides, the effects are designed based on pneumatic principles to move obstacles and clip our flag on the beacon-fire stage. The casting mechanism is composed of pneumatic and several proximity switches. The completed robot went through many tests and proved to satisfy all original design goals.

**Keywords:** robot, pneumatic, direct motor, proximity switch

### 1. 簡介

教育部為了提昇學生創思設計與製作的風氣，從八十六年開始推動全國專科學校創思設計與製作競賽（機器人競賽）並獲得財團法人 TDK 文教基金會經費上的支持。本競賽之目的在以「寓教於樂」的方式培養青年創思設計及製造之興趣，促進青年對創思設計製造之能力，加強社會及學校對創思設計及製造之重視。

此類競賽活動不僅日本及我國積極投入，世界各國如美國、英國、法國、中國大陸、澳洲、印尼及泰國等國皆有舉辦，使機器人競賽已蔚為世界潮流。本屆技專院校創思與製作競賽二技與四技組的競賽項目，以我國古典小說「三國演義」為主題背景，並以蜂巢狀圖案代表三國時期群雄鼎立，將小說中軍事、經濟、外交融合為一體，讓參賽單位隊伍能以此背景為基礎發揮，運用智慧與技藝參與此一競賽。

由於此次比賽是要各隊以機器人用抓取方式排除障礙物以及奪得旗幟，攻佔城池，並且希望參賽各隊能發揮創思，而參加此次競賽不僅能在競賽中吸取經驗更可以發揮所學，也加強每一位同學的實務能力。

## 2. 設計原理與學理分析

如圖 1 所示，系統主要結構之連結最主要是由正方形鋁矩形裁斷，由 L 形鋁塊作為鋁矩形連接用，再由螺絲固定，其主要功能是鋁矩形其材質較輕，可減少整體機構重量，且鋁矩形連結容易，修改相形之下也較簡單。

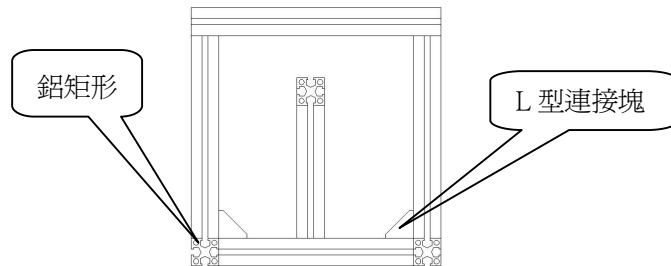


圖 1 鋁矩形

控制元件係採用空壓零組件之產品，利用空壓電磁閥之空氣流向，控制氣壓缸元件之動作。驅動元件係由兩組 20W 24VDC 之直流馬達作為動力源，經連結器與齒規專用輪盤偶合，再與齒規皮帶連結作為帶動輪子的連結。下料機構係由現成之配線用線槽蓋作為小兵輸送料軌道，如圖 2 所示。將毬子整齊排列，再由氣壓缸之作動，一個接一個作物料控管的輸出。

如圖 3 為系統發射機構大概結構圖，係由兩組一大一小氣壓缸元件組成，大氣壓缸負責將固定於 PVC 管內之強力彈簧強制壓縮，小氣壓缸則負責發射部分，而發射距離則由彈簧之壓縮變量控制，整體發射機構猶如槍枝上膛後扣板機之作動原理。



圖 2 小兵(毬子)輸送軌道

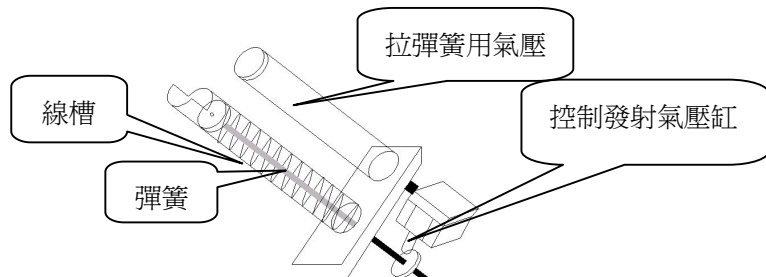


圖 3 系統發射機構

齒規皮帶作為帶動元件，其作動原理形同履帶車之運動方式，其控制主結構之前進、後退、左轉、右轉，只要控制帶動馬達之旋轉方向即可輕易達成。利用氣壓零組件為主要元件，其理由是因氣壓元件取之容易、擴充性大、不需過多的附屬零件及傳動零件，且氣壓缸材質亦為鋁質材料，其重量也較輕，動作及控制方法是利用空壓用電磁閥，改變其氣流流向、壓力、流量，亦可分別控制空壓缸作動方向、出力之推力以及空壓缸作動速度。

如圖 4 所示，以毬子做為小兵的原因也是因毬子的材質較輕，容易購置，將毬子稍微經過加工，讓毬子之重心落為中心點，讓每次經拋射後，都能直立的站住，此時即可符合攻佔城池之作用，簡單且方便。

系統主要架構分為四大系統：

- (1) 夾取障礙物系統
- (2) 夾旗系統
- (3) 驅動系統
- (4) 發射系統

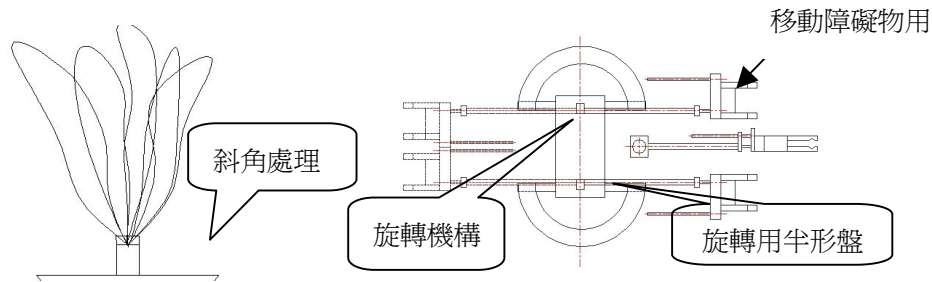


圖 4 小兵/毬子

圖 5 系統夾取障礙物機構系

### 2.1 夾取障礙物系統

障礙物總高度約為 50 公分，頭部約為直徑 10 公分圓體，頸部部分為 40 公分處，頭部與頸部相接處寬度約為 8 公分，底部為 30 公分 x30 公分之方體，利用這些相關之障礙物條件，設計出能符合攻守皆宜之結構，如圖 5 所示。配合兩組旋轉缸之應用[1]，將需排除之障礙物排除後，旋轉 180 度之後放下，以攻守相輔相成，一方面可減少將障礙物搬移之時間，另一方面可將障礙物排除後變成敵方攻城路徑之障礙物，消耗敵方攻城之時間，一舉兩得。

### 2.2 夾旗系統

旗子露於烽火台上，烽火台為 50 公分高，旗子插入烽火台身 17 公分，蜂巢組織之六角形至可拔旗範圍至插旗子中心點約為 140 公分，所以要排除以上所限制之條件，在機構上之氣壓缸元件之作動行程最小值至少都需符合上列所提。所以在選擇氣壓缸之作動行程、口徑大小、就相當重要了。機械結構示意圖如圖 6 所示。而圖 7 是此子系統在完成作品的照片。

### 2.3 驅動系統

由兩個 20W 24VDC 直流馬達為帶動元件，馬達軸心與輪子之間由連軸器連接，而連軸器其主要目的為降低在機械加工後與結構組織組裝後之不良的精度補償，且可減少震動，避免機構因震動而鬆動，此外、也可避免馬達在啓動時瞬間軸心承受過大的負載而彎曲變形，造成另外不可預料之因素發生，同時也可提升馬達的壽命。而為使整體驅動機構更為順暢穩定，也特別在每一個輪子裡，套上一個軸承，降低摩擦力[2]。

利用齒規皮帶來帶動其他輪子，讓整個驅動系統能完全控制方向，此時直流馬達轉速規格為每分鐘 1,800 轉，因速度過快，需再利用齒輪比為 5：1 之變速箱降低轉速，所以直流馬達不因此時轉速改變而轉矩也相形改變，大大增加驅動系統之穩定度。

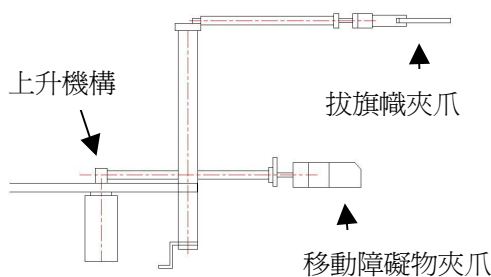


圖 6 夾旗系統機械結構示意圖

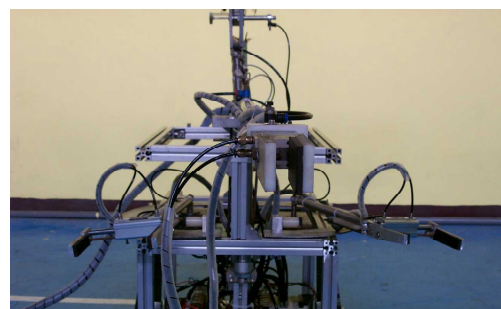


圖 7 完成作品之夾取單元照片

經齒輪箱變速後輸出轉速為每分鐘 360 轉，輪子直徑為 5 公分，圓周約為 15.7 公分，移動速度為每分鐘 5,652 公分，便於在轉彎或微量調整時方便，特別在控制上做高低速調整，利用電壓之變化控制轉速，改變移動速度。

減速後的轉數  $1,800 \text{ rpm} \div 5 = 360 \text{ rpm}$   
 輪子圓周  $5\text{cm} \times 3.14 (\pi) = 15.7\text{cm}$   
 每分鐘移動速度  $15.7\text{cm} \times 360 = 5,652 \text{ cm/m}$   
 每秒鐘移動速度  $5,652\text{cm} \div 60 = 94.2\text{cm/s}$

## 2.4 發射系統

此系統利用兩組氣壓缸分別控制，將管內之彈簧強制拉回（擠壓）在由小氣壓缸控制發射，發射時機由氣壓缸外頭之設定近接開關偵測。

## 3. 製作測試與改進過程

本組機器人命名為中興一號，機器人本體方面 大部分是由鋁製材料製成，由於參加本次競賽我方成員皆是電機系學生，在機構設計上較為弱勢，擔心在設計的過程中會遭遇許多的困難，也深怕在機構組裝當中遇到與想像中相差甚多，因此、在此次競賽中，運用鋁矩型作為機器本體，如有需修改部分或遇到長度過長過短時，需重新裁斷或另購新品，固定之孔位需變更時，只要變動固定螺絲位置，不必要重新鑽孔，此方式對我方人員幫助益多。另外，為降低在製造中花費無謂的費用，也選擇了一些塑膠製品及木材作代替方案，不但可減輕整體作品重量也大大改善了成本費用，既環保又省錢。

中興一號機器人為達成機器人在比賽時之穩定性，所以在控制電路上做最簡單式的控制，讓所有的抓取及一切機器人之運作方式皆由操作人員控制，充分達到人機一體之境界。

由於從可攻的地方至可攻佔取分的地方有四種不同的距離，所以在這方面因距離不同而設計就發生了相當大的變化，因此在經過本隊的指導老師及隊員討論過後，決定以彈簧作為發射的動力源，利用氣壓缸將彈簧向後擠壓，再利用機構上膛，等待發射。而控制彈簧向後擠壓之距離來變更發射行程的不同變更，擠壓彈簧上膛用之氣壓缸外緣加裝控制不同得分距離之感應磁簧開關，而佔領城池的小兵則用毬子代替之，作為小兵攻佔得分的設計，在購買現成的毬子上並非每一個毬子都能符合大會小兵需離地面十公分以上之規定，所以在毬子上做了一些許的變更設計，盡可能強制讓羽毛高於十公分，且在毬子中心位置插上一隻利用筷子削成之小竹條，又細又直而不彎曲，且高度約十一公分，此時就可符合參賽規定。由於發射時會產生角度以及移動速度的不同，怕毬子在落地時產生滑動及翻倒，因此特在毬子底部加裝防滑裝置以及將底部加工成有斜度之底面，讓毬子盡可能不因發射之速度及落地角度造成傾倒，以達到設備穩定度外可預防之可變因數。希望藉此能夠達到快而準的投射目的。

提供進給小兵的方式，本小隊採用自動下料之裝置，利用物流系統將 25 個堆疊在輸送匣的小兵（毬子），用自然慣性之力量向下掉，一個一個的控制下料，再控制一個氣壓缸來決定是否供給小兵等待發射。（參考圖 8 (a)~(d)）

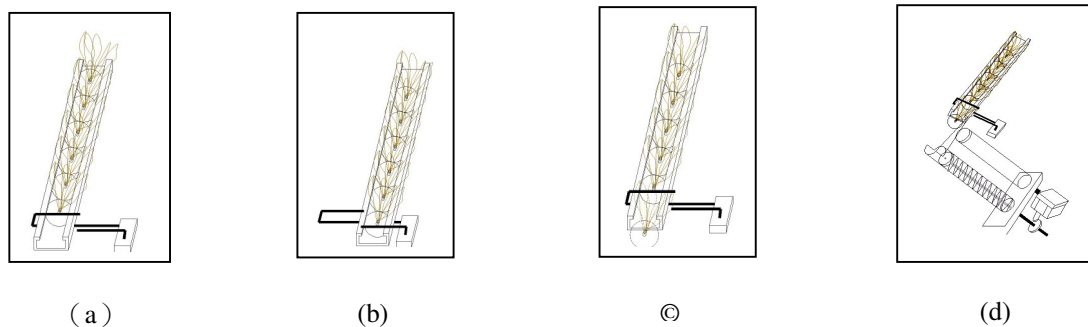


圖 8 系統的發射系統分解動作說明

## 4. 研究結果與討論

由於此次競賽，其最大的難度是在於抓取以及如何把小兵準確地放置至城池攻佔之得分技巧的部分。為求穩定性，本小隊使用履帶驅動機體，驅動部份分成兩個部份，模擬戰車行進的方式及原理為基本架構，因為使用此方式機器人的行動限制相形之下應該會較小，轉彎也會比較容易。由於比賽當天戰況一定相當激烈，各種形形色色具有創意及堅固之機器人，都會在當天匯出。比賽中可能難免會造成一些碰撞，造成機構的損壞不良或鬆動，因此本小隊在驅動以及機器人底盤上加以補強，增加機器人的強度及穩定性。

由於本次大會比賽規則，限制機器人本體本身加上小兵以及所有動力部份，馬達及電池....等總重量不得超過 40 公斤，經本小隊與指導老師研討後，在機器人材料上下功夫，為減輕重量會把不必要之部分掏空（以不失去機器人重心為原則）或用其他取代性之材料或廢物利用，但不失其原構思之功能。

在機體控制方面，是以線控較為理想，由於在比賽中最忌諱的就是被對方干擾或是使用相同的頻率互相干擾，這是不利人不利己的做法；一方面考慮到要使機體控制更加容易，另一方面也要考慮機體本身的重量，因為在競賽中有機器人限重 40 公斤的規則，若是使用無線電控制，則機體本身必須加上電池，又因電池之容量不能太小，如此一來，機體之總重量又會因電池而增加不少，所以採用有線控制是減少機體之總重量的一好方法。

機體內部之控制系統，是以傳統控制電路為主，增加控制上之準確性及可靠度，且不易受干擾。採用 7 組電驛，4 組控制直流馬達正反轉，負責驅動機體之前進、退後、左轉及右轉。其餘三組則負責控管發射機構及下料機構。

## 5. 結論與建議

### 5.1 結論

本次參加第四屆全國技專院校創思設計與製作競賽，我們設計的機器人，是一台機械架構，動作控制系統，都是非常優秀、聰明、智慧所想出來的，在本次比賽機器人的主架構，因重量的考量，而使用既美觀、實用，且方便組合，又輕的鋁鉅型來做主支幹材料，在配合大會的比賽規定下，整體的設計構思將機器人，分為上、中、下三個層，可方便作業，獨立思考，該層的機械動作結構及系統控制，讓我們小隊成員更能集思廣義想出最完美的機器人。

整體的機械構造表現出創意與構思，一個十分優秀的機器人，再加上十分完美自動感測的下料發射的控制系統與百分之百無失誤的操作，成功似乎近在眼前了，因為它代表著小隊團體合作、腦力、思考、創意及翹了無數堂課。曠課每天熬夜所造就出來的成果，雖然它還沒有美麗的衣服但我們相信它一定是最美麗優秀的機器人。

### 5.2 建議

主辦單位舉辦全國技專院校創思設計與製作競賽，不但是一個創思製作的競賽，也是一個考驗小組團隊創意、耐力、恆心的一個有意義的賽事。

在比賽中一定會有輸有贏，而得名次並非是本隊當初參加的初衷。最重要的是在製作過程當中，我們學會了如何表達意見，聽別人的意見，經過溝通達成理念一致，真正了解團隊之重要性。這是一種訓練人與人之間互動及互相觀摩學習的比賽，異於學校的學習範圍，此行，對我們而言真是受益良多，所以建議教育部應多多辦理類似的競賽。

### 誌謝

感謝財團法人 TDK 文教基金會贊助及教育部、雲林科技大學主辦本次第四屆創思設計競賽活動，使本製作得以順利完成，參加同學能夠藉由比賽的參與，增加許多技術實作上的經驗與知識，了解團隊分工合作的重要性。

### 參考文獻

1. 黃炎輝編著，氣油壓概論，龍騰出版社（1986）。
2. 林永彬編譯，自動化機電整合應用圖集，再版，機械技術雜誌社（1992）。