

# 氣壓控制式機器人之設計與製作

## Design and Manufacturing of A Pneumatic Control Robot

亞東赤兔馬隊

簡國雄<sup>1</sup> 陳侯印<sup>2</sup> 林宏宇<sup>2</sup> 洪坤賢<sup>2</sup> 葉哲守<sup>2</sup> 王建權<sup>2</sup> 高國坤<sup>2</sup>

<sup>1</sup>亞東技術學院機械工程系講師

<sup>2</sup>亞東技術學院機械工程系二專部學生

### 摘要

本專題係以水族箱用二氧化碳鋼瓶為氣壓源，利用流量控制閥及壓力控制閥控制其工作壓力，藉由電氣開關驅動電磁閥來控制各氣壓元件，以達順利依序作動導輪跨越懸崖機構、突破敵軍埋伏擊球機構、營救少主夾 kitty 猫機構，最後拜見劉備順利將 kitty 猫置於洞穴中。

關鍵字：氣壓控制式機器人、流量控制閥、壓力控制閥、電磁閥

### Abstract

This paper discloses a pneumatic control robot that adopts the CO<sub>2</sub> steel bottle in aquarium to a pneumatic source, and the flow and pressure valves controls the working pressure in the line. In order to let the robot pass successfully several tollgates in sequence, the pneumatic parts are actuated by a solenoid valve, which is controlled by the electro-pneumatic switch.

**Keywords:** pneumatic control robot, flow valve, pressure valve, and solenoid valve

## 1. 簡介

### 1.1 比賽背景說明

本屆係以「三國演義」歷史故事中「過關斬將救少主」為主題背景[1]，藉趙雲將軍勇闖曹軍、過關斬將之故事情境，在長板坡一役中救出幼主阿斗，並將幼主阿斗安然送交劉備。比賽中乃以「勇闖曹軍」、「決戰長板坡」、「營救少主」、「衝出重圍」、「拜見劉備」的故事情節以構成整個競賽主題。

### 1.2 參賽動機

在一年級上學期，曾經聽科內老師講述有關第三屆創思機器人大賽的情形與機器人的製作艱辛過程而留下深刻印象。因此，在一年級下學期選專題時，決定組隊參與製作第四屆的創思機器人比賽專題。為爭取競賽好成績，本組成員利用腦力激盪[2]不斷從失敗中找到寶貴的經驗。雖然，在雲科大初賽中，因違規而遭淘汰，但本組成員均從中獲得彼此間友誼及機器人實作經驗。

## 2. 設計原理與學理分析

### 2.1 底盤機構

本專題係選用一般腳踏車用輪胎 $\phi$ 40mm，如圖 1 所示，配合玩具車用減速機構馬達，圖 2 所示，作為底盤驅動機構。為使減速機構馬達能順利傳動腳踏車輪胎，本組設計出二件式具不同材料的接合零件，如圖 4、5 所示，得以組裝完成。底盤結構係利用 TIG[3] 將所選用的方形鋁管依設計圖焊接完成，圖 5 所示乃車身結構完成圖。最後，經過三次修改後底盤與輪胎才組合完成如圖 6 所示。



圖 1 腳踏車輪胎  $\phi$  40mm

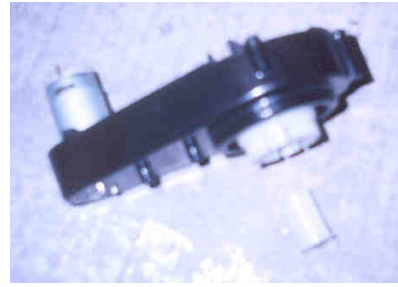


圖 2 減速機構馬達

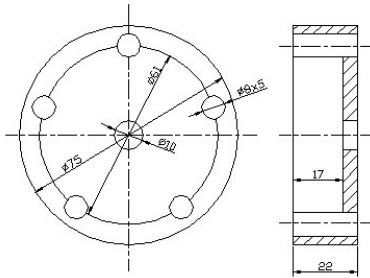


圖 3 接合零件 1-鋁

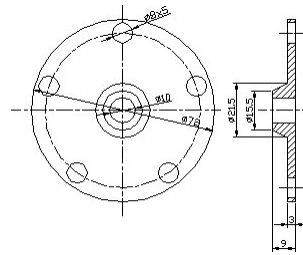


圖 4 接合零件 2-鐵

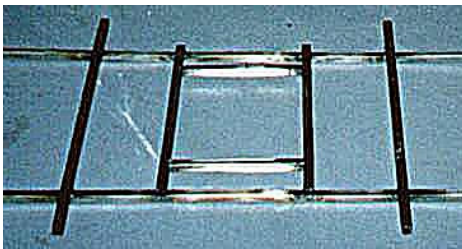


圖 5 車身結構完成圖

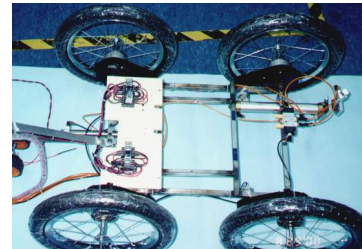


圖 6 底盤與輪胎組合完成圖

## 2.2 底盤傳動系統

本專題係採用四輪傳動以克服 90°轉彎所需複雜的轉向機構，並在輪胎面上增加一層膠帶以減少摩擦 [4]，使得底盤可作大角度的定位轉彎。而其電路控制圖，如圖 7 所示。

## 2.3 氣壓迴路系統

本機器人的機構主要以氣壓元件來驅動，主要元件包含有數種不同尺寸的氣壓缸、五口二位電磁閥、以及各種氣壓接頭與管線 [5][6][7]，而氣壓源氣體係採用水族箱用於蓄養水草的二氧化碳鋼瓶來儲存，鋼瓶出口接有流量控制閥及壓力控制閥以分別控制所需工作流量及壓力大小；最後，藉由按鍵式開關來啟動電磁閥以控制比賽中各種關卡所需動作。圖 8 所示乃本機器人之氣壓迴路系統圖，茲將其動作說明如下：

### 2.3.1 跨越懸崖機構

係由四支長 15 cm 的氣壓缸 (A 缸)、與兩個五口接頭、一個五口二位閥及四個買菜籃用的輪胎，製作成一組跨越懸崖導輪機構，其目的乃使車身的著地長度加長。當車身要度過懸崖時，按下開關 (PB1) 四支

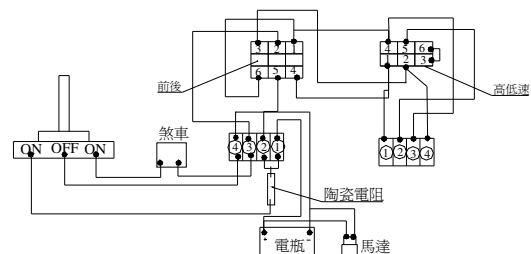


圖 7 前進、後退電路圖

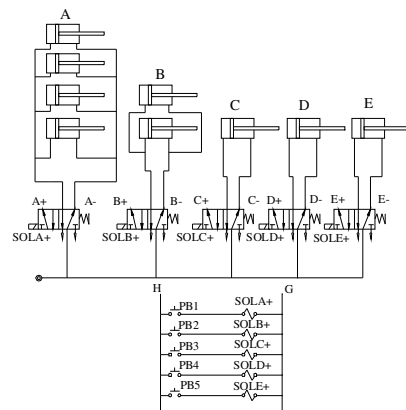


圖 8 氣壓迴路圖

氣壓缸會同時伸長，使四個小輪胎著地，方便車身順利跨越懸崖。

### 2.3.2 突破敵軍埋伏機構

係利用兩根長 70cm 的氣壓缸( B 缸 )，與一支 15cm 的氣壓缸( C 缸 )；藉由類似雨傘架的方式，當較短的氣壓缸作動時，迫使兩支較長的氣壓缸擺動定位到瞄準排球的高度，然後按下開關( PB2 )使兩支長氣壓缸外伸以擊落排球。

### 2.3.3 營救少主及拜見劉備機構

係利用一支只有 5 cm 的小氣壓缸( D 缸 )，配合一個夾爪，其一邊固定，一邊為活動邊，將小氣壓缸安裝於活動邊，再利用一支長 25 cm 的氣壓缸( E 缸 )支持這個夾爪，最後將整副機構安裝於雨傘架上；當機器人移到夾娃娃洞口時，便按下開關( PB5 )使 25 cm 的氣壓缸伸長，以便起動小氣壓缸夾住娃娃，衝出重圍。最後拜見劉備，打開雨傘架機構，瞄準洞口，打開夾爪，就可以將娃娃放進洞口中。

## 3. 製作測試與改進過程

底盤製作過程中，初期採用六連桿機構來進行組裝，但由於車身過重導致轉彎失敗與無法衝出重圍；經由小組討論後，改採類似坦克車履帶式的轉彎方式，以四輪傳動取代複雜的轉向機構。但測試時，因輪胎的切線摩擦力太大会使車身產生變形，所以在各胎面上加上一層膠帶以減少輪胎與地面間的摩擦係數。

跨越懸崖機構部分，採用導輪輔助利用氣壓缸迴路控制前後導輪上升及下降動作，以利於機器人跨越懸崖和顛簸路面。為了讓導輪動作確實，夾持氣壓缸的零件經過多次的測試、更換、改善以及調整距離始安裝完成。

在突破敵軍埋伏之機構方面，為能通過拜見劉備關卡所需高度，本組將營救少主機構搭在其中一支氣壓缸上；結果，造成突破敵軍埋伏之兩支對稱氣壓缸重量不平均，而無法使其舉升至所須的預定位置。最後，採用壓力控制閥使兩支氣壓缸具不同壓力始解決此難題。

## 4. 研究結果與討論

### 4.1 勇闖曹軍

係採用類似坦克車履帶式的轉彎方式，以四輪傳動取代複雜的轉向機構。但因為橡膠製的胎面會使車身因輪胎的切線摩擦力太大而變形，所以加上一層膠帶減少輪胎與地面間的摩擦係數。

### 4.2 決戰長板坡

#### 4.2.1 跨越懸崖機構:

底盤前後採用導輪輔助，利用氣壓缸迴路控制前後導輪上升(如圖 9a) 及下降(如圖 9b)，使機械人能順利跨越懸崖關卡和顛簸路面。

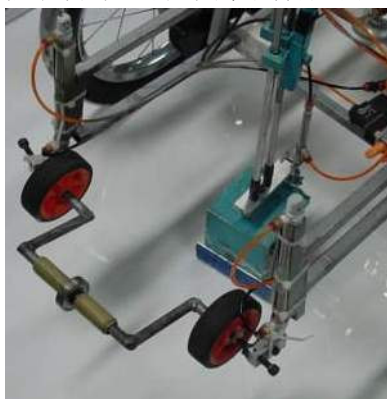


圖9a 導輪上升

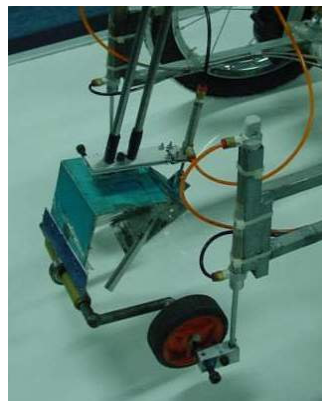


圖9b 導輪下降

#### 4.2.2 突破敵軍埋伏之機構

係利用一支氣壓缸配合左右两支連桿撐開兩支較長氣壓缸，藉由類似於雨傘骨架之結構來殲滅敵軍。圖 10 所示乃氣壓缸作動前未撐開情況，當到達敵軍埋伏關卡時，迅速撐開擊落排球，如圖 11 所示。

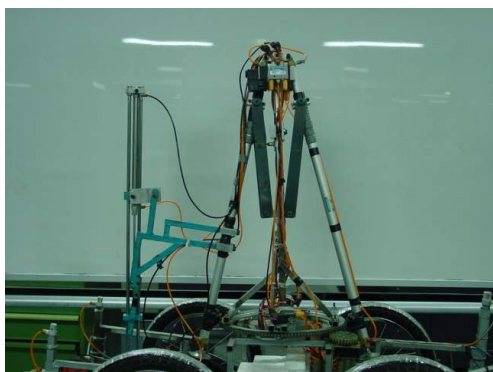


圖10 突破敵軍埋伏之機構之動作1-未撐開



圖11 突破敵軍埋伏之機構之動作2-撐開

#### 4.3 營救少主機構

夾爪的張開口寬 14cm，呈口字形，當進行營救少主時，夾爪上有一個衝程 5cm 之氣壓缸，使夾爪作角度的改變。圖 12a 乃氣缸作動前夾爪張開準備夾娃娃，而圖 12b 乃氣缸作動後夾爪閉合夾住娃娃。藉由保持氣壓缸中的氣體以維持夾爪的夾持力，使機器人在通過顛簸路面路時，都會夾住娃娃不放。

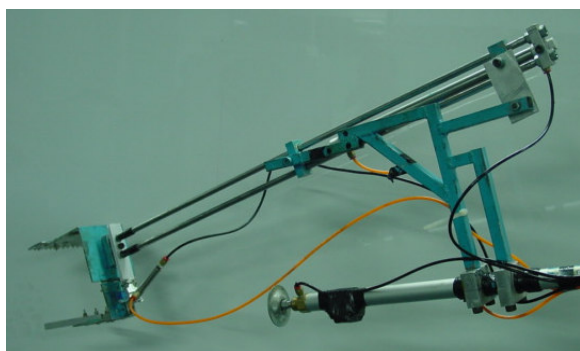


圖 12a 營救少主機構-夾爪張開

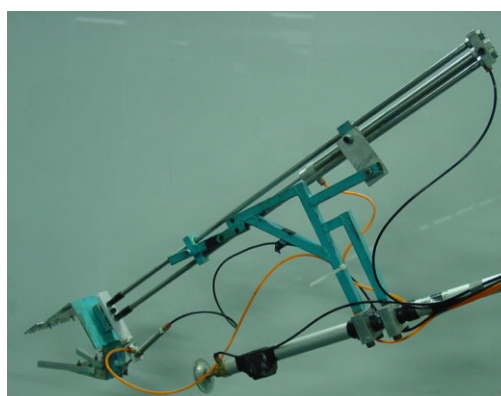


圖 12b 營救少主機構-夾爪閉合

#### 4.4 拜見劉備機構

本組將突破敵軍埋伏之機構固定在一轉盤上，如圖 13 所示。藉由一馬達驅動小齒輪帶動轉盤旋轉，使機器人在拜見劉備時，能快速定位並將娃娃準確放進洞口中。圖 14 所示乃本組所製作的成品。

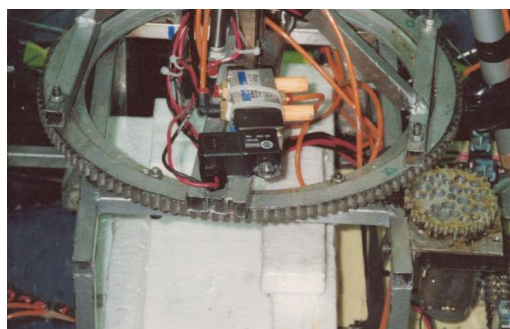


圖 13 轉盤設計—馬達和齒輪配合

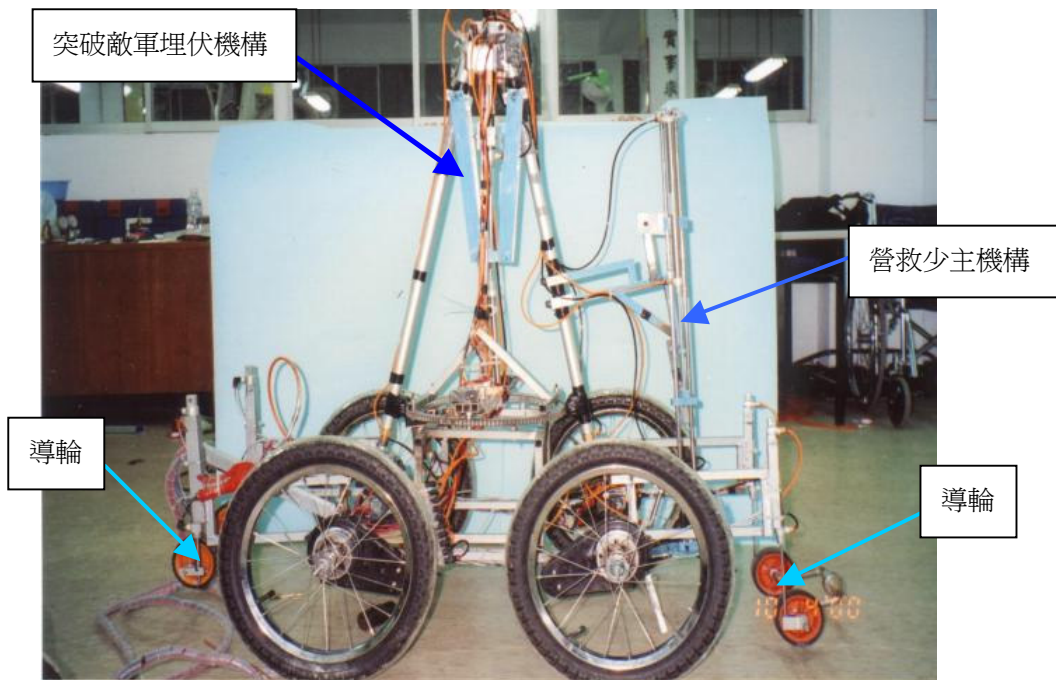


圖 14 機器人整體結構

## 5. 結論與建議

本組成員不斷利用腦力激盪討論、擬定計劃，再確定三個階段目標：為底盤機構及傳動系統（跨越障礙）、突破敵軍（命中目標）及控制（準確操控）。開始製作時，雖然遇到種種困難及挫折，但在成員共同努力下依序排除，終於有所成果。茲將製作本專題之結論說明如下：

- (1)此為競賽而不是展示，同學在臨場表現很重要！其正常的表現，關係到全組的成績。
- (2)材料的選擇，在不影響剛性下，其重量愈輕愈好，以免增加操控所需功率大小。
- (3)機構設計愈簡單愈好，沒有機構就是最好的機構。
- (4)操控愈簡單愈好，可減少操控者臨場的失誤機率。

### 誌謝

本專題在製作過程中，感謝主辦單位—教育部的全力支持、承辦單位—雲林科技大學提供網頁以方便查詢相關問題及詢問、贊助單位—財團法人 TDK 文教基金會所提供的材料費及交通費。同時，感謝指導老師簡國雄在專題中所作的指導及機械系陳佳萬主任、章勳老師、系內許多老師的大力支持與幫忙。最後，感謝亞東技術學院在材料費上的全額補助，使本專題能順利完成。

### 參考文獻

1. 八十九年度第四屆全國技專院校創思設計與製作競賽計畫書（草案）第 28-42 頁，雲林科技大學（2000）。
2. 羅林森，創造性思考及腦力激盪，清華圖書中心，台北（1984）。
3. 王振欽，焊接學，高立圖書有限公司，台北（1997）。
4. 簡國雄、巫垂晃、沈勇全譯，應用力學—靜力學，高立圖書有限公司，台北（1997）。
5. 曾賢堦、周溫成，氣液壓學，高立圖書有限公司，台北（1999）。
6. 陳靖，液氣壓學，文京圖書有限公司，台北（1986）。
7. 經濟部生產自動化執行小組、經濟部中央標準局，生產自動化名詞彙編，機械工業雜誌，台北（1985）。