

# 線控機器人之設計與製作

## Design and Manufacture of A Wire-Controlled Robot

絕勝古戰場隊

李再成<sup>1</sup> 蔡發達<sup>2</sup> 張嘉慶<sup>2</sup> 林崑在<sup>2</sup> 蕭厚權<sup>2</sup> 陳昭宏<sup>2</sup> 周雅芳<sup>2</sup> 陳進源<sup>2</sup> 陳淑鈺<sup>2</sup>

<sup>1</sup>新埔技術學院機械工程系副教授

<sup>2</sup>新埔技術學院機械工程系專科部學生

### 摘要

本文係介紹一配合第四屆全國技專院校創思設計與製作競賽所設計之機器人，該機器人完成過程包括構思、設計、製造、組裝及測試等部份，線控機器人的製作主要是能夠完成上下斜坡、爬越階梯、通過懸崖、擊敗敵軍及解救少主阿斗等功能。經由事先模擬及比賽證明該機器人可以克服比賽所指定的障礙。

關鍵字：創思機器人、線控機器人

### Abstract

The paper introduces a manufacture of robot and making for the forth annual contest of creative design among technological college in Taiwan. After the procedures of designing, part processing, assembling and testing the robot was constructed. The objective of this paper was to develop a wire-controlled robot for climbing an inclined plane, up stair and saving boss. From the contest, the result shows that the robot can overcome the obstacles.

**Keywords:** creative robot, a wire-controlled robot

### 1. 簡介

#### 1.1 研究背景

教育部於民國八十六年開始舉辦的「全國專科學校創思設計與製作競賽」，自民國八十六年的「夢幻邱比特」，歷經民國八十七年的「機械人西遊記」，民國八十八年的「機械人封神榜」及民國八十九年的「機械三國」，舉辦至今已經第四屆了。第一屆競賽主題為「夢幻邱比特」，第二屆競賽主題為「機械人西遊記」，此兩屆皆由國立台北科技大學承辦，隊伍成員為指導老師一人及學生三人，設計機械人重量不超過十公斤。第三、四屆「全國技專院校創思設計與製作競賽」，則由國立雲林科技大學承辦，其參賽隊伍分別為92隊（88年）及97隊（89年）。比賽活動盛況空前，今年競賽的主題是以我國「三國演義」歷史故事之「過關斬將救少主」為主題背景，藉趙雲將軍勇闖曹軍，以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，以「勇闖曹軍」、「決戰長板坡」、「營救少主」、「衝出重圍」、「拜見劉備」的故事情節所構成。這次戰況十分激烈，機器人的設計製作也大幅提升，顯示技專院校的學生對創思設計的能力已經有長足的進步。

#### 1.2 研究動機

一年一度的全國機器人大賽，除了畢業學長經常提到外，每年的十月報章媒體亦重複報導介紹，本組組員希望能夠有機會參與全國性競賽，同時也能夠將五年來所學的發揮出來，藉由參加這次比賽來激發團隊的創造力，訓練及提升實務製作能力，進而逐一解決所面臨到的各種問題，藉由嘗試各種不同方法來解決同一問題，並探討其優缺點，從中獲取實務作業的專業技能與知識。

### 1.3 研究目的

從理論的構思與設計,如何按所學的知識融會貫通到製作機器人,並藉收集資料、資訊吸收、腦力激盪及團隊探討等方法,讓不會動的機器賦予生命活力而運動自如。

## 2. 機構設計與控制原理

本系統的硬體主要組成架構包括下列部份：底盤設計、升降機構設計

### 2.1 底盤設計

此機構是整體機器人的主要結構,除了考量結構穩定外亦不可太重,以免超過 40kg 而重新改結構,本底盤考量儘量降低重量,所以利用兩塊長方形鐵片並經由空心鐵管當支架組合,在足夠承載下,鐵片都採局部中空,以降低總重量,前方底盤設計傾角約  $30^{\circ}$  左右,以利比賽中克服階梯路面及斜坡面。原先底盤之長寬為 800 mm x 700 mm,但無法克服  $30^{\circ}$  斜坡面,由於整體重心落於後方,經由多次的研究後,決定增加底盤後方支架,並多加兩個輪子,搭配橡皮圈以提高對地面的摩擦力,使整體重心改變而向前移動,以克服比賽過程中斜坡面之考驗。由於總重量的增加,使機器人的前進速度也略受影響。

### 2.2 升降機構設計

此機構是整體機器人的核心之一(如圖 1) 它不僅關係到夾爪夾阿斗的準確與否,也必須考慮到升降是否穩定及是否容易快速提升的問題。由於本組有服務於汽車保養廠的成員,很自然地想到可利用汽車電動馬達,其動力來源為 12V,配合一般繩索及兩個固定滑輪來達成垂直升降機構之設計,當馬達正反轉時,其升降機構可達到上升或下降之需求。為了考慮水平前進機構能夠很順暢,其運動軌道採用雷射切割加工完成,故其精度較佳,提升夾爪前進或後退的準確性,此機構之整體設計簡單化,加工及維修亦很容易。

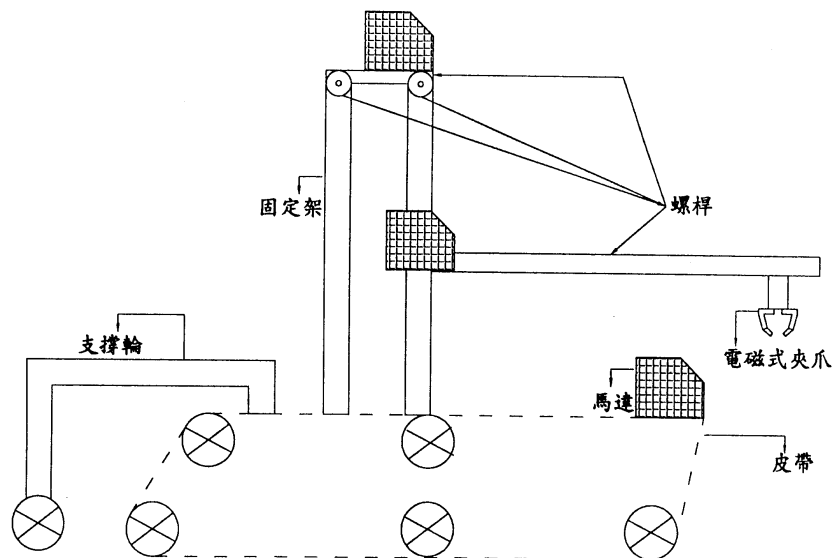


圖 1 底盤及升降機構簡圖

### 2.3 控制原理

本系統的控制原理採用繼電器接線方式以達成所需要的作動功能,原先考慮到使用 PLC(可程式控制器)製作,但成本將大幅升高,在製作經費有限的情況下,使用電機實驗課程中學習的接線方式,現學現賣,除價格低廉外,複雜度亦大為降低,其控制電路(如圖 2)規劃如下幾點:

- (1) 驅動馬達控制: 利用主動輪驅動馬達,帶動正時皮帶,做出前進、後退、旋轉、前進左右轉、後退左右轉等動作,來行駛於不同的嚴苛地形。
- (2) 夾爪升降控制: 利用汽車電動窗升降馬達,加上皮帶盤,拉動夾爪升降皮帶,控制夾爪升降。
- (3) 夾持機構控制: 利用夾爪夾持並由馬達帶動夾爪導螺桿,使剪式夾爪進行夾持與放鬆動作。

(4)擊球機構控制：利用汽車天線擊落排球。

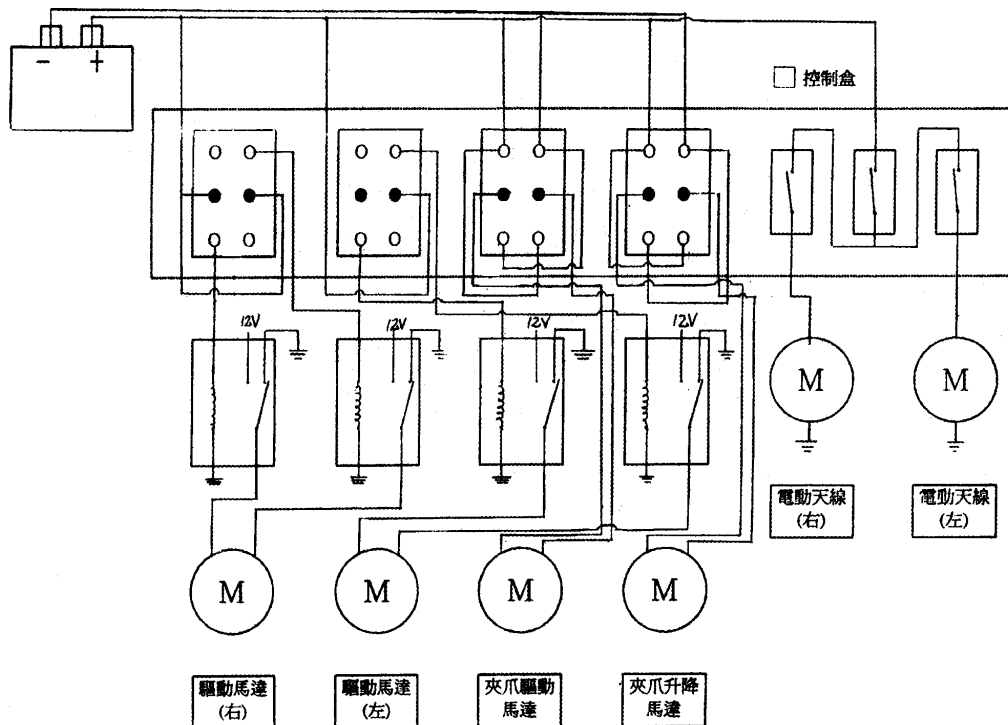


圖 2 控制線路圖

### 3.製作過程與測試改進

在製作測試方面，本組仍依「創意性問題解決模式」之流程加以規劃進行，其主要程序可簡單表示如圖 3。

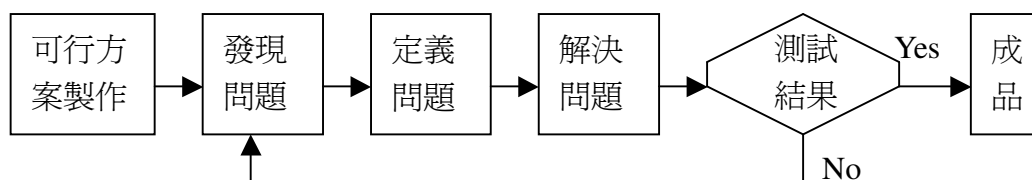


圖 3 製作與測試改進流程

整體機器人製作之系統可分為「底盤」、「升降機構」、「夾爪」、「動力系統」及「擊球機構」等五部份，且依照所規劃出的設計重點來加以製作，除了進行各系統的功能測試及改良外，並將所有系統全部整合在一起，再利用模擬場地實際測試各系統之性能狀況與穩定性，可做為調整與修改之參考。經由長時間的製作、組裝及測試修改可彙整如下幾項重點：

- (1)本機器人係採履帶式的底盤結構，利用差動的方式達成前進、轉彎、上坡、下坡、爬越階梯及通過懸崖的要求。
- (2)障礙中有一擊敗埋伏敵軍的要求，本機器人係採用汽車的自動伸縮天線來達成將球擊落的任務。
- (3)為突破獨木橋的障礙（如圖 4），本機器人乃將兩履帶的間距維持在獨木橋中間行走。
- (4)為了順利夾取阿斗和放置阿斗於平台上，本機器人利用一上升機構和電磁式夾爪來完成此關卡（如圖 5）。
- (5)電磁式夾爪之夾持力不足且夾持時間不可太久，電磁線圈重新繞線，電磁力增強有限，將電源電壓由 12V 改為 24V 後，在爬越階梯時無法夾穩阿斗，最後利用馬達 400rpm 旋轉加上相似剪力原理之簡單機構組合而成，並在夾爪前端兩側鎖上鉚釘以提升其夾持

力。

- (6)履帶傳動採用汽車使用之單面正時皮帶驅動，當馬達作用力提高時容易發生打滑現象，改採用雙面正時皮帶，其傳動效果較佳。
- (7)將機器人 2 輪驅動改為 4 輪驅動，由於馬達出力差不多，仍無法縮減完成所需時間，藉由改善主迴路電線加粗後，以利電流提高，使馬達的作用力大為提升。
- (8)將馬達 1800rpm 之減速比由十分之一改為五分之一後，由於速度提高一倍，相對地不易控制並影響馬達轉矩，最後選用馬達 3200rpm 配合適當減速比來提高作動速度。

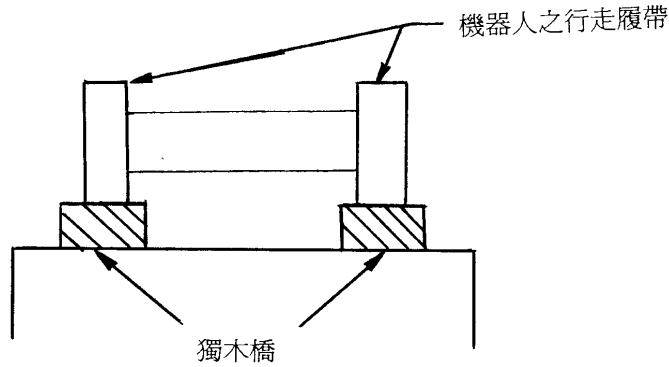


圖 4 獨木橋障礙簡圖

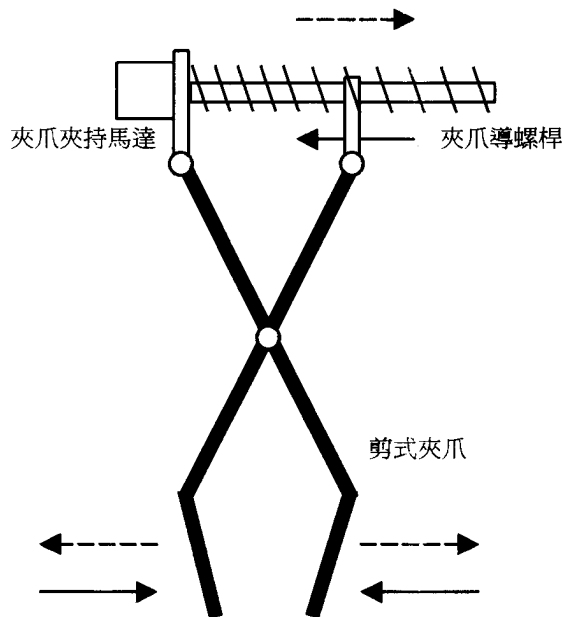


圖 5 夾爪簡圖

#### 4. 系統功能與特色

##### 4.1 系統功能

系統硬體組成構造簡單並不複雜，完成後之成品能夠達成我們預期的效果，操作部份採用雙手控制非常簡便，容易熟悉練習，均使用一般的繼電器來構成控制電路，所以沒有複雜的特殊開關。但是我們設計過程中卻發現一個設計技巧，那就是我們將控制迴路電線保留，而將主迴路電線線徑加粗，以利電流流經之值增加，同時馬達的電壓也隨之改變，可使馬達的轉矩改變很多，使機器人得以順利超越各種障礙，但仍需注意馬達的使用額定電流及額定使用時間，以免因為電流使用過大或動作時間過久而導致馬達燒毀。

## 4.2 系統特色

整體系統（如圖 6）除體積適宜且機動性非常迅速敏捷外，其結構對稱，亦有利於整體的造型設計；屬於模組化設計，容易加工組裝或局部修改更新。本組組員均為夜間部學生，依實際比賽考量，採設計製作、造型設計及文書處理來分工，由於工作經驗累積的因素，加工技術較為成熟，足以勝任完成各種困難之設計製作，而造型設計方面，考量以我國「三國演義」歷史故事之「過關斬將救少主」的人物為主，儘可能將趙雲將軍「勇闖曹軍」及「營救少主」之人物神似極力表現出來。



圖 6 實體完成照片

## 5. 結論與建議

經過了一段不算短的時間努力，雖然遇到了無數的挫折，因為本組成員均為夜間部學生，爲了這一次的比賽，小組人員平常白天都必須忙於自己各自的工作，唯一可以湊在一起工作的時間只有星期假日，大家分工找材料、零件、加工及組裝。在製作機器人的過程中，爲了降低成本和增加硬體改變的彈性，系統許多硬體部份都是小組成員花費許多時間和精力才得以完成的。作品的每一件零件都是經過一再的修改，一再的測試，就這樣不斷地在嘗試錯誤中，一步一步地將我們的作品漸漸完成。在製作的過程中，所遇到的困難均能如期解決，令人欣慰的是每次發生類似危機時，同一組成員即一再討論解決方法，最後大都能順利解決問題，無形之中也培養了彼此共處的默契，相信這對日後每個成員進入社會工作必定有相當大的助益。

對於比賽單位的建議：希望增加參賽學生名額至五位同學，如果要以精緻方式完成創思設計與製造，過去僅以三位同學組隊確有人力不足之處，更何況未來比賽規則中挑戰內容或有更多樣化之趨勢，僅盼稍作考量。

## 誌謝

感謝主辦單位教育部、贊助單位財團法人 TDK 文教基金會和承辦單位雲林科技大學等相關人員的付出，讓我們師生有此機會參與此創思設計與製作競賽之盛會，藉此機會針對專題製作再一次深入探討研究；在製作過程中，感謝本校董事會、校長、科主任和同仁們的全力支持配合。特別是南榮工商機械科吳煥文老師鼎力協助與指導建議，以及八位參賽同學抱著勇往直前埋頭苦幹的決心，更是由衷感激。

## 參考文獻

1. 黎文龍，「機電整合技術教育在專科學校實施之可行性研究」台北技術學院學報，第 30 卷，第 2 期，第 17-30 頁（1997）。
2. 賴光哲，機械構造解剖圖鑑，世茂出版社（1999）。
3. 仲成儀器股份有限公司，電動機控制與實習，全華科技圖書股份有限公司，台北（1995）。
4. 陳竹男、李文欽，自動省力化機構，建興出版社，台北（1992）。
5. 葛世偉、吳鴻志，可程式控制器應用，全華科技圖書股份公司，台北（1996）。
6. 郭興家、邱弘興，機電整合，高立圖書有限公司，台北（1997）。
7. 陳天青、廖信德、戴任詔，電動機控制，台北（1998）。
8. 洪榮昭，「日本技職教育專題製作中之創意發展」人力資源發展月刊，第 124 期，第 3-11 頁（1997）。
9. 吳育昇，「創造性問題解決教學應用於機械職專題製作的探討」機械技術雜誌，第 178 期，第 104-111 頁（1999）。