

障礙特性與創思設計方法之研究

Research of Balk Characterization and Creative Design Method

萬曹莫敵隊

郭振輝¹ 詹東融¹

¹ 中州技術學院電機工程系講師

摘要

整合障礙特性，提供不同之障礙解決方案。機構設計以氣壓及電控搭配方式更能快速完成目標。改良驅動方式之設計，提升速度及穩定度。最後提供製作過程之經驗與心得。

關鍵字：機電整合、創意思考、機器人。

Abstract

In this paper, we integrated the balk characterization and provided the solution. In our design the pneumatic and electronic control are combined to finish the target fast. The driver system is improved to promote the speed and reliability. Finally, we provide the experience of manufacturing process.

Keywords: mechatronics、creative thinking、robot.

1. 簡介

全國技專院校創思設計與製作競賽起始於民國八十六年，至今已連續舉辦四屆比賽。在題目制定上不斷推陳出新，變化多樣。比賽隊伍除了要達成應有之功能外，更要在速度、穩定度、創意性勝過其它隊伍。比賽隊伍由第一屆四十二隊增至第四屆一百零三隊，每年參加之隊伍實力均一年比一年提昇許多。教育部籌劃舉辦創思設計比賽的目的，是爲了「鼓勵技職學生發展創思設計能力，培養學生創作興趣，激發創造潛能，強化設計及製造能力，進而培育提昇國家競爭力人才」[1]。可見創思設計競賽之目的乃在透過創思設計競賽之創意性激發、實務設計製作及競賽參與等方式，達成具創思能力人才之培育，以因應新世紀國家所需之人力資源。

從民國八十七年第二屆至八十九年第四屆，個人已連續三年組隊參與此項比賽，站在指導老師立場不論在設計製作技巧之指導或團隊合作精神之鼓勵，均獲得許多參賽之寶貴經驗。對學生而言，從設計構想、可行性分析、實務製作、功能測試、錯誤修改等有系統性之訓練，足以培養出具有獨立思考作業、克服困難、手腦並用之人才。

2. 設計原理與學理分析

2.1 機構設計與電機創意原理與學理分析

首先在設計前，需先分析障礙之特性。由障礙特性分析表 1，綜合歷屆之競賽題目內容。

由上表顯示障礙項目雖然一年比一年多，但由於比賽隊伍每年經驗之累積，克服障礙之時間也越來越短。由表 2 所示障礙內容及克服方法（根據個人經驗）。

電機控制設計之要求，其實源自機構動作之需求，如單純馬達之轉動並無多大利用價值，但設計爲可調速或定位之控制時，則其實用性相對提高許多。表 3 列出各類馬達所用之電路總表（針對小型馬達控制用）。

表 1 障礙特性分析表

競賽年度	86 年第一屆	87 年第二屆	88 年第三屆	89 年第四屆
競賽主題	夢幻邱比特	機器人西遊記	機器人封神榜	機器三國
競賽內容	1.平面上坡 2.過狹橋 3.圓球投擲 4.直角轉彎	1.直角轉彎 2.圓弧顛簸路段 3.歪斜平面下坡 4.箱上拾取海綿球 5.放置海綿球於不同高度筒內 6.接取掉落之氣球	1.平面上坡 2.平面下坡 3.直角轉彎 4.上 15cm 階梯一階 5.下 15cm 階梯兩階 6.投擲環狀物於不同高度之錐體上	1.直角轉彎 2.平面上坡 3.平面下坡 4.上 10cm 階梯 5.攻擊排球 6.越過 40cm 壕溝 7.洞內抓取娃娃 8.圓弧顛簸路段 9.娃娃放到 80cm 高 50cm 寬之中心孔內

表 2 障礙內容及克服方法

克服方法 障礙內容	方法一	方法二	方法三
直角轉彎	左、右輪獨立控制		
上、下斜坡	機器重心壓低	軸距加長、加寬	前後加支撐桿避免前傾或後仰
上、下階梯	輪子半徑大於階梯	鋁帶高度大於階梯	前面加斜桿利用速度衝力之 y 軸分力將機器向上提升
輪胎抓地力	輪胎表面貼橡膠皮增加摩擦係數	輪胎加寬增加摩擦面積	
拾取、放置物體 (固定位置)	二個自由度以上之機器手臂(氣壓控制二位置氣壓缸較快速)		
拾取、放置物體 (隨機位置)	三個自由度以上之機器手臂(具有線性調整之馬達控制)		

表 3 競賽機器常用馬達控制電路

馬達種類	控制電路種類
1.直流馬達	(1) 6P 開關可做正反轉及 ON-OFF 控制。 (2) 三端點電壓調節 IC(如 LM317)做調壓控制轉速。 (3) 馬達輸出回授電位計做定位控制。 (4) 利用 PWM 產生電路控制馬達速度。
2.步進馬達	(1) 步進馬達控制專用 IC(如 IC-PMM8713 或 UNC5804B)做正反轉、定位或速度控制。 (2) CPU 或 MPU 單晶片程式控制。
3.直流伺服馬達	(1) 附有轉速計(TG)或編碼器(Encoder)時可做閉回路馬達轉速控制。 (2) 附有編碼器或電位計時可做閉回路馬達定位控制。
4.遙控飛機專用伺服馬達	(1) 如以無線控制方式，則需以 555 不穩態震盪電路輸出一 20ms 週期及以 1.5ms±0.6ms 脈寬(靜止及正反轉)之訊號，再以傳送器及接收器做訊號傳輸。 (2) 如以有線控制方式，則如(1)之方式但省略傳送及接收器，直接脈波輸入至馬達即可。

2.1.1 動力驅動設計

動力驅動馬達起初設計輸出軸直接耦合輪子，如圖 1 所示。經實驗發現馬達之減速齒輪除了承受負載扭力之外，同時也承受外界衝擊之側向力，造成齒輪間隙變動，容易使齒輪磨損造成損壞。最後改加一「」字型固定架，兩端用軸承支撐以吸收側向力，中間用連軸器耦合以改善馬達軸心與輪心之不對正情況（如圖 2 所示）。

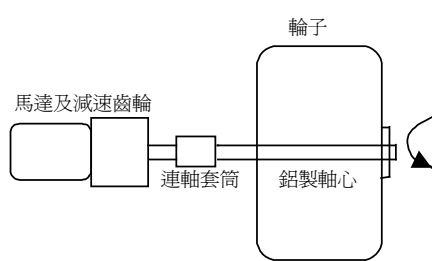


圖 1 馬達、輪子耦合之不良設計

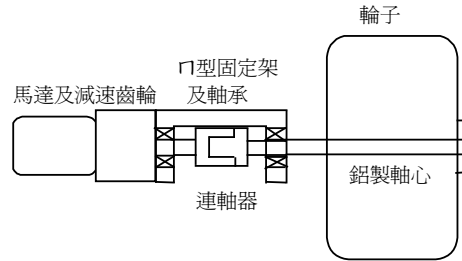


圖 2 改良之馬達、輪子耦合設計

2.1.2 跨越 40cm 壕溝設計

以三排輪子設計過 40cm 壕溝（如圖 3 所示）經實驗證明其為相當理想之設計。設計之重點為輪距要有足夠之長度，重心不能偏向前端或後端，跨越時要有足夠之速度。

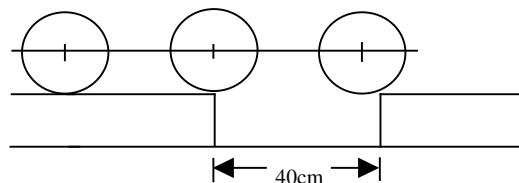


圖 3 三排輪跨越 40cm 壕溝

2.1.3 抓取及放置機構

首先判斷物體放置之特性，相較第二屆比賽海綿球放置之特性（如圖 4.a 所示），可知海綿球為隨機擺置，本屆比賽娃娃為固定擺置（如圖 4.b 所示）。

當擺置為隨機時（如圖 4.a 所示）則機構設計為可線性調整方式。相反地為固定時，則機構設計為了達成快速之目的，可利用氣壓控制兩支氣壓缸做四位置控制（如圖 5 所示）。

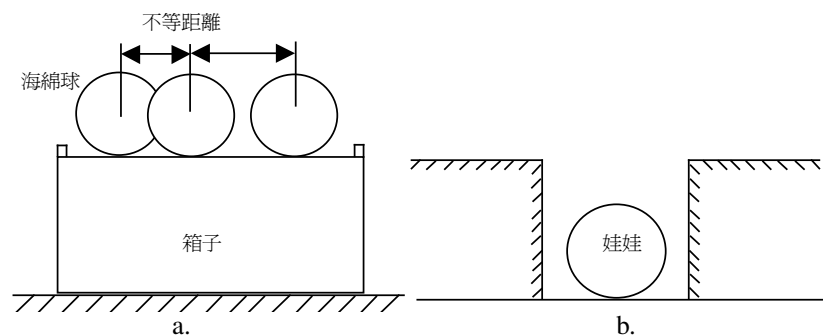


圖 4 隨機擺置與固定擺置之比較

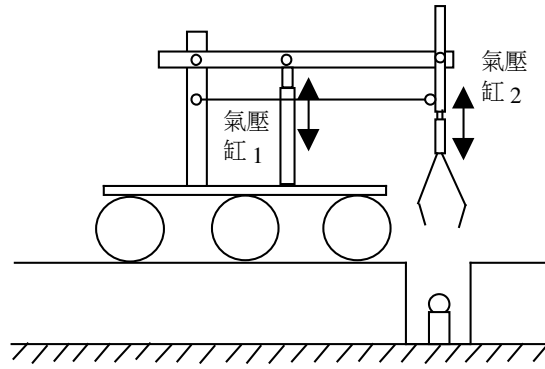


圖 5 具有 4 位置機器手臂抓取洞內娃娃

2.1.4 手臂四連桿機構

為了達到手臂上下擺動時，抓取機構永遠與地面保持垂直以利抓取物件，特別設計四連桿機構(如圖 6 所示)。由圖得知 1、3 桿等距等長，2、4 桿等距等長，各關節自由活動，所以 1、3 與 2、4 桿永遠保持平行，達到抓取機構永遠與地面保持垂直。

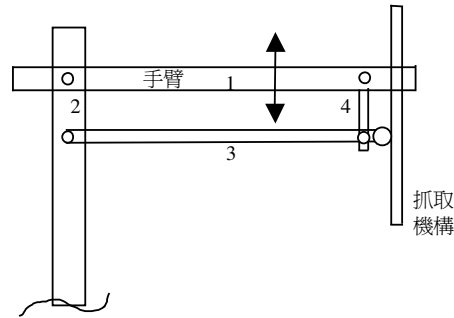


圖 6 手臂四連桿機構

2.1.5 抓取機構

如圖 7 所示，抓取機構為 6 爪倒勾、彈簧回動機構，馬達拉線驅動爪張開角度，可作線性任意角度調整。氣壓缸驅動作上下兩位置控制。

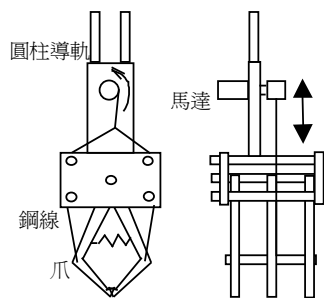


圖 7 抓取機構

3. 製作測試與改進過程

剛開始製作由於對障礙特性沒有深入瞭解，所有動作完全利用馬達線性調整來控制，雖然可以在時間內完成所有功能，但速度太慢無法與其它隊伍競爭。後來發覺娃娃與排球擺置特性均為固定位置，對於此特性之擺置以兩位置氣壓缸動作可達到快速與機構簡單之效果，於是將手臂上下擺動、手爪上下抓取與推排球之直線運動改為氣壓缸動作，其餘爪子張開閉合、抓取機構前後擺動還是保留為馬達帶動。經測試結果速度與精確度均達到滿意之結果。

比賽之勝負完全取決於速度，雖然速度可以從馬達轉速增加來改進，但穩定度相對降低，所以穩定度與速度要同時提昇。基於此不變之定律，所以我們在改善速度前先將穩定度提昇。當速度快時機器容易跑出 1m 寬之車道外，於是建議將輪胎加寬一倍，於是跑出界之機率相對降低許多，其原理如同越野車之寬胎面一樣。

車輛配重盡量將重心壓低，所有馬達與較重之物件盡量往下擺設，以免上下斜坡時翻覆。驅動輪共有六個，中間輪與前、後輪之輪距設計對過顛簸路段相當重要。顛簸路段中間 10cm 高之柱與柱距離為 40cm 等距，假如將三排之輪距各設計為 40cm，則過顛簸路段時三排輪子全陷入凹槽內，在這種狀況下車子不容易爬起。假如將三排之輪距各設計為 30cm，則中間輪在柱最高點時其餘兩輪剛好在凹槽之最低點，這種情況就如同翹翹板般，其搖擺晃動幅度也最大。經測試結果最理想之軸距為 35cm，同時過顛簸路段時車輛不要太正，稍微有個角度讓六輪在每個時段均有輪子跨在柱子上，其結果搖擺晃動幅度最小效果最佳。

4. 研究結果與討論

4.1 製作品說明

圖 8 所示為六輪傳動馬力十足(每輪由獨立馬達帶動)，胎面加寬增加穩定性。車體結構以鋁合金及電木為主，主要為重量輕、強度夠及易加工。氣壓源選擇用氣壓鋼瓶固定在車體。電池及控制器由操控手背負，控制器電壓源設計成多段選擇，計有 12V、24V、30V 及 36V 等四段。



圖 8 機器實體圖

4.2 研究心得與討論

創思設計比賽並不專屬於某特定工程專業領域，不管讀的是機械、電機、電子甚至於資訊，皆能創造出有自己特色之機器。如果以機械專業領域角度來看，可能偏重於結構與機構之設計，電機則偏重於電控與感測，但如果以工程角度來看，其實各領域均相通，缺一不可。機械需瞭解基本電控，電機也要具備機械加工及機構的知識，以提昇機電整合之能力。

有時構想出來也要考慮到可行性，自然界有些是不可逆現象，如水往低處流，熱從高溫往低溫傳等。但要打破傳統有時需做逆向思考，如輪子就是一個很偉大的發明，以自然生物的角度來看，從來沒有一種機構是如此的。

5. 結論與建議

從第二屆到第四屆已連續三年參加比賽，分別得競賽第一名、造形獎第一名及競賽獎第一名，在指導上仍持續勉勵學生。其它隊伍沒得獎並不代表實力、技術不佳，有時機運及操控手臨場表現也是很重要的因素。

在比賽過程中有時會產生人為疏忽，為了盡量減低人為疏忽而造成勝負之決定因素，建議命題委員在考量題目型態時，多以技術層次來決定勝負，而將人為因素減至最低。

誌謝

本次活動之完成，承贊助單位臺灣東電化文教基金會提供 2 萬元材料補助，主辦單位教育部之指導及負責整個活動規劃執行的雲林科技大學，謹致謝忱。

參考文獻

1. 教育部，技職簡訊 71 期，第一版（1997）。
2. 第四屆全國專科學校創思設計與製作競賽參賽手冊，雲林科技大學（2000）。