

# 一個創意的誕生 - 天極之狼的製作心得

## Born of an Innovative Design – The Story of Tien-Chi

東域三傑隊

程安邦<sup>1</sup> 陳英傑<sup>2</sup> 蔡岳廷<sup>2</sup> 黃嘉豪<sup>2</sup>

<sup>1</sup>宜蘭技術學院農業機械工程系副教授

<sup>2</sup>宜蘭技術學院農業機械工程系專科部學生

### 摘要

本文主旨在介紹本隊機器人“天極之狼”的創意設計與製作過程。本隊機器人為四輪驅動，藉由可活動的底盤架構及輔助惰輪，可以通過比賽場地的各項地面障礙。不僅如此，獨特設計的二節式四自由度機械手臂不僅可以上下左右旋轉、更能進行推、取、放等動作。初賽的表現證實本機器人足以通過大會所要求的各項關卡。

關鍵字：可程式控制器、四輪驅動、線控

### Abstract

This paper presents the innovative design of our wire-controlled mobile robot. In the contest, the 4-wheel driven mobile robot was able to overpass bumpy terrain by special configuration of the flexible frame and four idle wheels. In addition, our unique robot arm also demonstrated that it could complete all the required push-fetch-release tasks.

**Keywords:** Programmable Logic Controller, 4-wheel drive, wire-controlled

### 1. 簡介

本屆創思設計與製作競賽是以漢末魏蜀吳三國爭霸的故事為背景，營救阿斗的戰鬥為主軸。主辦單位精心設計了各式的關卡考驗闖關機器人的整體穩定度與同學的操控靈活度。由於關卡內容具備了多樣性，使得比賽時高潮迭起，不但緊緊扣住了比賽者的心，也讓觀賽者見識到各參賽學校努力的成果，確實達到了寓教於樂的目的。我隊雖然經歷初賽的二輪戰鬥仍不幸敗北，但是全體隊員及老師都覺得這是人生難得的經驗，也特別珍惜這幾個月的同心努力，更期望藉此文記錄這段期間的心得，與大家一同分享。

### 2. 設計理念與方法

#### 2.1 關卡特性分析

我們仔細研讀參賽手冊後，發現機器人必須上下斜坡、登階梯、過獨木橋與懸崖、以及翻越跳動路面，因此行走部的設計必須克服上述路面的障礙。除此以外，機器人還必須完成推落兩側排球，由地洞中取出阿斗，以及將阿斗送交劉備等動作，因此推取機構必須兼具上升、下降、抓取、釋放等功能。我們經過長時間的討論後歸納出下列幾點：

- (1) 為了能通過獨木橋，左右輪必須夠寬。
- (2) 每過一個關卡，機器人就必須立刻轉向，所以前後軸距不能太大以免後輪在轉彎時懸空。
- (3) 機器人的迴轉半徑必須很小。
- (4) 軸距尺寸也必須考慮登階梯及跳動路面凹處的距離，以免底盤卡住。
- (5) 底盤若要昇高，則要選購大尺寸輪子，而馬達扭矩也必須增大。
- (6) 若行走部無法直接通過懸崖，則必須採用架橋方式。
- (7) 排球位於凹座上，因此推球位置應在中心點以下，再適當挑起排球即可。
- (8) 阿斗位於地洞內，故抓取機構必須能深入洞中，並能高高抬起，以便將阿斗交還劉備。

綜合以上各點觀察，可以體會出主辦單位的巧思，可說是關卡中有關卡，障礙間有障礙，環環相扣，也更可以了解本屆競賽幾乎整合了前幾屆比賽的內容，難度高，挑戰性強。

## 2.2 設計構想

為了設計一個可以適應不同地面狀況的行走部，我們曾考慮過履帶車，但最後決定參考美國太空總署（NASA）用來探測火星的遙控車 Sojourner。該車由獨立六輪驅動，可以越過幾乎與它高度相仿的岩石而不會翻覆，它的動作原理如圖 1 (a) (b) (c) 所示。

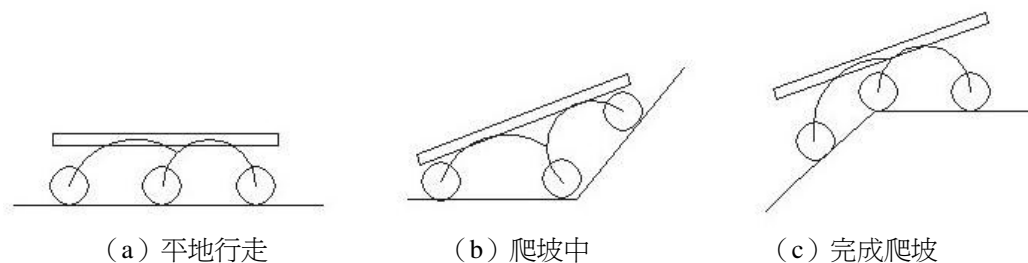


圖 1 Sojourner 的動作示意圖

由於輪子之間特殊的組合，使得無論在平地或坡地行走時，六輪皆能接觸地面，增加前進的推動力，同時車體下腹部隨地形起伏，不易卡住。動力及轉向方面，為了能夠縮小迴轉半徑，我們決定採用多輪獨立驅動方式，不過因為我們考慮製作上的困難，最後僅採用四輪傳動，中間二輪為惰輪。

至於推取機構方面，我們決定設計一多功能二節式機械手臂，可以同時左右及上下旋轉。第二節手臂末端附一曲柄滑塊機構以推落排球，並另有一螺桿可驅動抓取機構。控制器方面，則決定採用直流 PLC 控制各部運動，以減少線路的製作，最後並透過電玩搖桿進行人工操控。至於懸崖部分，我們決定採用架橋方式通過，可以減少設計的複雜性。蓄電池則背在身上以減少車體重量。

## 2.3 動畫模擬與現場重建

我們依大會提供的尺寸資料利用 CAD 軟體 MicroStation 繪製了一個現場的電腦模型，再以 ADAMS 軟體模擬機構運動，並製作了一些動畫檔，由這些逼真的動畫中獲得了一些現場的感覺及了解機構的運動方式。接著我們與友隊同學合力自製了與現場尺寸相同的木板模型，作為練習之用。不僅如此，我們還曾使用樂高玩具組了一個六輪車體，並模擬其爬坡方式。事後證明無論是電腦、樂高玩具、或是木板模型，在往後的許多次檢討與改進中發揮了極佳的效果，也讓我們更清楚了解問題的所在及幫助我們思考解決的方法。

## 3. 機器人各部構造解析

我們的機器人分為行走部、推取部、控制部及軟體部，分述如下。

### 3.1 行走部

包括底盤、車輪、馬達、PLC 以及控制盒等。由於我們採用的推進方式與眾不同，在加工上比較困難。經過許多挫折，最後決定採用折衷方式，將車體一分為二，中間以插銷相連，有點像大型連結車，其示意圖如圖 2。

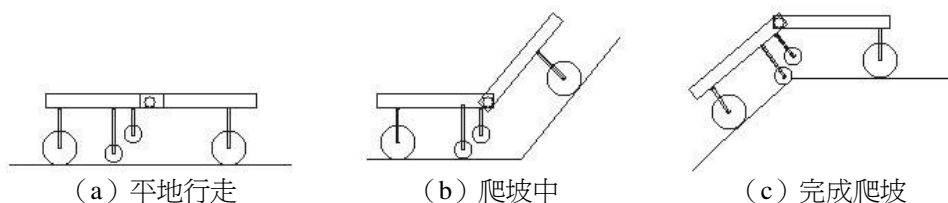


圖 2 本隊機器人行走部動作示意圖

車輪方面，我們使用了 2 個 字輪 為後輪以增加 地的抓地力，前輪則採用大型的 輪。由於兩 輪 半徑比大 為 1 比 2，因此選用的減 輪比為 2 比 1。馬達方面，則採用四 24V、13W 直流馬達。為了增加與地形障礙的接觸點，我們最後使用兩組惰輪，因此行走部 總 有 8 輪，行走部完成的實體圖如圖 3 所示。

行走部另有一架橋機構，由二個 桿及一個卡 構成，在車體前端的兩個 桿將橋扣住可 上下 動與左右 ，再利用一個卡 扣住 其前後搖 過大而落下，其構造圖如圖 4 所示。

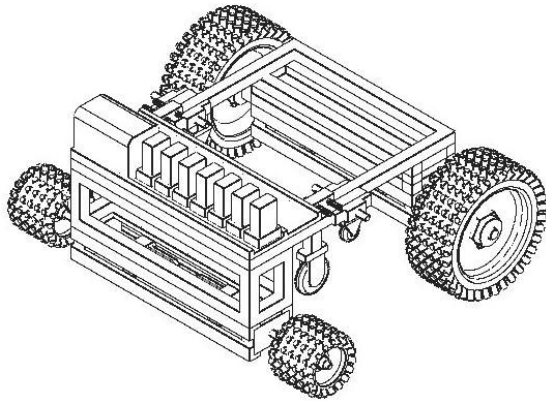


圖 3 行走部實體圖

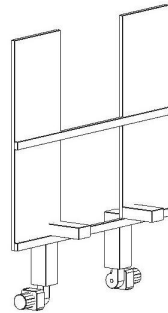


圖 4 架橋機構與動作示意圖

### 3.2 推取部

主要由四個自由度的二節機械手臂與底座組成，構造圖如圖 5 所示。第一個自由度為整個手臂 Z 軸旋轉，由一個馬達經過 帶動與手臂 定在一起的底座，其下方另有四個 輪 整個機械手臂的重量。本自由度可以用來推落兩側排球及控制取放阿斗的 子，其構造圖如圖 6 所示。第二個自由度控制第二節手臂 X 軸旋轉。由於本節手臂必須可以下取並上置阿斗，因此轉動 度要求比較精確。我們採用了 螺桿機構完成此項動作，其 螺桿機構動作示意如圖 7。

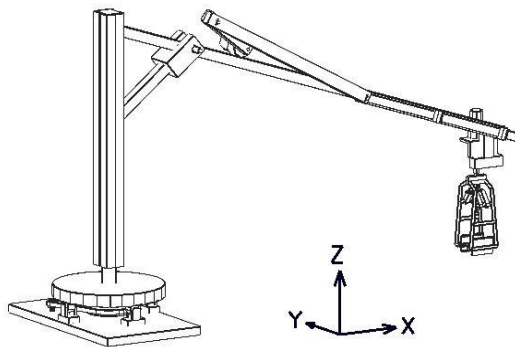


圖 5 推取機構實體圖

圖 6 推取部底座實體圖

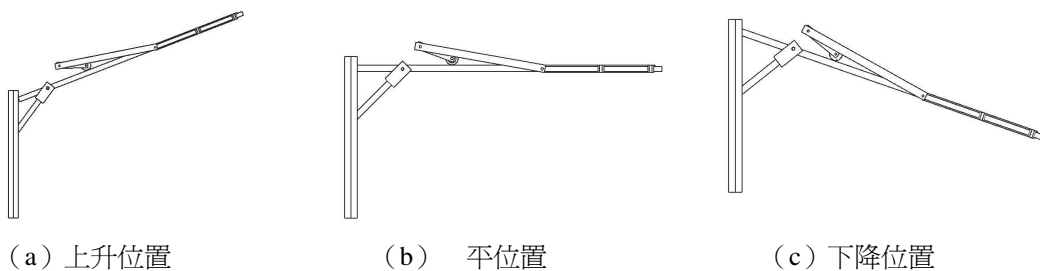


圖 7 螺桿機構動作示意圖

第三個自由度為推落排球機構。我們使用曲柄滑塊連桿組達成此目的。滑 由 架組成，簡單 用，其構造如圖 8。第四個自由度為抓取機構。我們使用 合 的 子，不僅可