

遙控組：創世紀隊 羅亞方舟

指導老師：蕭國鴻

參賽同學：曾錦榮、劉豪哲、黃康峻

國立成功大學 機械工程系

機器人簡介

我們從研究這一屆創思設計與製作競賽的題目中，發現今年題目打破以往 TDK 比賽的風格，大學組和專科組合拼，變成遙控組和自動組，難度稍有增加；以往的比賽其中一個重點是整體戰術，戰術運用不宜，即使設計有多好，很可能還是以失敗結束；今年遙控組則著重於概念設計、加工技術及加工精度等等。

我們決定機械人設計重點應放在過關速度以及在桿上行走的穩定性。我們以設計出重量輕、機構簡單、操作簡單為製作這次的機械人目標。

根據以上幾個目標，我們製作的材料以輕而堅固的鋁材作最優先考量，並以螺絲釘作各元件的主要連結。

設計概念

老師有說過，概念好的已經贏一半，特別是這次的比賽，每一個機構的設計，材料的選用，動作的配合，都需要謹慎考慮。所以，一個好的設計流程跟規劃是我們所需要的，我們的設計流程如下圖：



我們也清楚，要解決一個問題，清楚明確的問題定義是非常重要的，經過討論，我們把這次的競賽分成以下幾個需要克服的關卡：

1. 上下桿接近 100 公分的高度改變
2. 四個彎道
3. 前後兩段坡道
4. 橫桿
5. 30 公分的直立障礙物
6. 30 公分的高低差
7. 約 14 公分的斷軌

由於關卡很多，而且如果每一個關卡都要用獨立一種方法去解決的話，要配合各關卡的機構設計以及解決干涉等問題一定很費時，也不一定能做出來，即使能實現，機器人也會十分笨重，所以經過討論，大家也同意要設計出單一機構能解決多個關卡的概念，所以也朝著這個目標出發。

機構設計

為了完成上述軌道的困難點，我們把機器人分成兩大部分功能來製作。

一、門字形本體：



如上圖所示，此部分為我們機器人過關的重點部分。若連同手臂高度來算，本體的四個輪子所在高度為，從手臂底部算起高 55CM 處的第三層高度，利用一開始就已經固定好的高度，完成登桿。本體中間空出高 32CM x 寬 20CM 的空洞，目的為輕鬆度過每個支撐鐵管而凸出 5CM 的方管，至於高度要拉到 32CM 高，則是為了也能夠在不加控制的狀況下度過最高的那根 30CM 方柱。

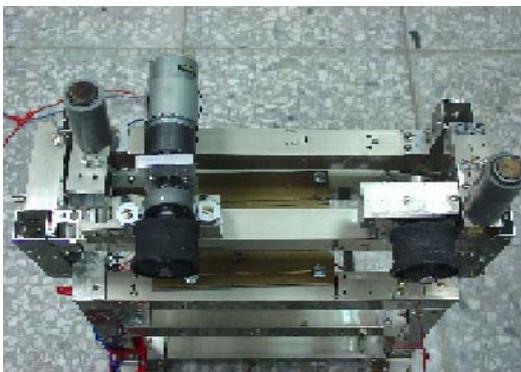
二、轉彎用輔助桿



除了利用兩個後輪不同轉速達成轉彎外，在本體的最前方，用了兩根能隨著軌道一起轉向的支撐物。其最底下有突出的螺絲桿，在轉彎時能隨著軌道的形狀而擺到轉彎後的軌道上，用來支撐本體可能會出軌的前輪，使整台機器不會因只有後輪兩點碰到軌道而掉下。而平常行進時，會由彈簧拉回起始之平行軌道狀況。

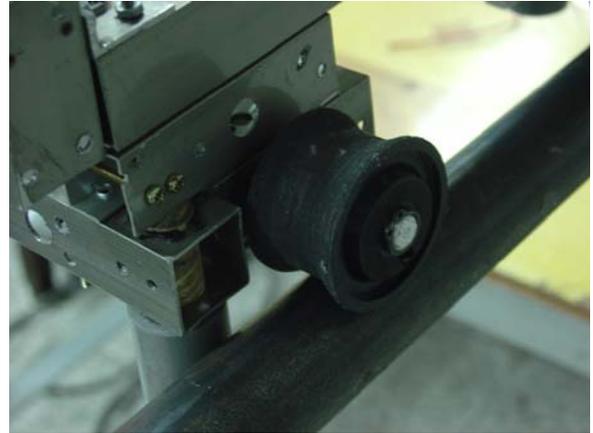
三、本體之底盤

至於本體的底盤部分，為了適應在兩根細長鐵管穩定行動，也有些許的特殊安排：



門字形底部兩邊都一樣，都以後輪直接連結馬達作為動力，並連上一個 bearing 以確保左右兩邊的輪子能夠有較高的平行度。兩個後輪的馬達可分開控制，以方便轉彎。

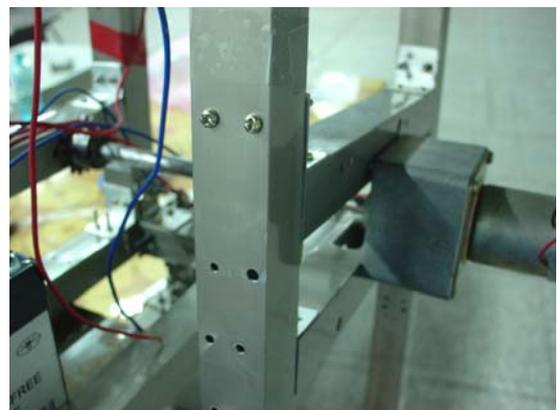
在輪子方面，則是選購 $\phi 8.5\text{CM}$ 的橡膠輪車成略微內凹弧形的 $\phi 5\text{CM}$ 輪子，使輪子能有較大的軌道接觸面積。如下圖：



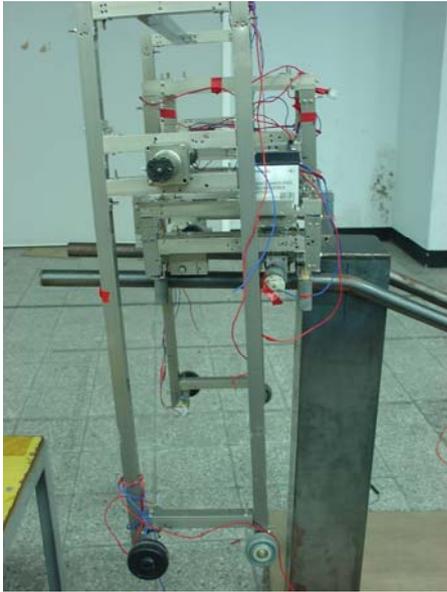
在前輪的外側部分，安裝有可以自由旋轉的水管，左右兩側的水管距離 24CM，作為限制兩前輪之間的間距，確保前輪能夠固定輪距，不會因為兩個後輪的些許速度差而造成出軌。後輪部分也安裝有水管，但距離略寬，以免妨礙轉彎。

四、旋轉手臂：

在主機與大手臂之間，則用了扭力約 $180\text{KG} \times \text{CM}$ 的馬達（註，轉動手臂所需扭力為 $3\text{KG} \times 60\text{CM}$ ，惟此兩個馬達標籤已脫落模糊，僅為大約估算），使大手臂可以在軌道上的橫桿出現時，能夠旋轉 90 度來避開。如下圖：



下圖為主機與手臂相配合時，手臂垂下時的狀況：



手臂轉橫之後：



手臂總長 95CM，與主機相連的馬達位於離第 70CM 高之處。最底部的輪子，用來從出發區移動到軌道前面用的。位於 25CM 高之處還有一層可以水平移動 5CM 之第二層輪子，用來在 30CM 垂直軌道落差時，可以直接用這層輪子銜接上較低層之軌道，省去控制之麻煩。此層輪子靠近時的輪距為 23CM，還沒用到此層輪子時，則可以向後伸縮至 28CM，以避免在旋轉手臂時撞到軌道。

機電控制

要贏比賽，除了機器人的機構設計要求優良外，控制器也需要特別的設計，讓操控者易於操作，不用每個步驟都去想一想到底要按哪個按鍵。當初設計遙控器的宗旨是：以最少的按鍵控制多個馬達。

於是我們把所有左邊前進的馬達設定成同動，右邊前進的馬達也設定成同動，就變成上中下三層輪子都會一起動。利用汽車電動車窗開關控制馬達正、反向轉，這種開關的優點是斷電快，用來微調是最適合的選擇。轉彎的時候就利用一邊馬達轉動的差速原理轉彎。因為左右馬達是用不同類馬達帶動，控制盒設計出一個兩邊馬達同動的按鈕，只要按緊它，再按左右任何一邊的前進按鈕，左右馬達就會同動。

電池是利用 2 顆 12V 的電池串聯變成 24V 提供整台機體電力，左右各一顆，因為機體設計時中間不能有東西，所以我們在接駁電路時也花了一堆心力。

二、大手臂部分：



機構修正、改良說明

在我們完成機器人以後，由於學校並沒有提供場地給我們測試，我們在雲科第一次提供場地測試的時候，才發現我們親手做的機器有一大堆問題，所有關卡都過不去。

在軌道上平穩地走對我們來說是一個大難題，可能是加工的精度和經驗不足的關係，我們機體的框架組裝起來就是有一點誤差，以致輪子沒辦法平穩地前進。在此我們只能把本身的框架脆弱易變形的地方組裝成方型，讓它比較不易因機體行走的震動或是不小心從軌道滑落而變形。

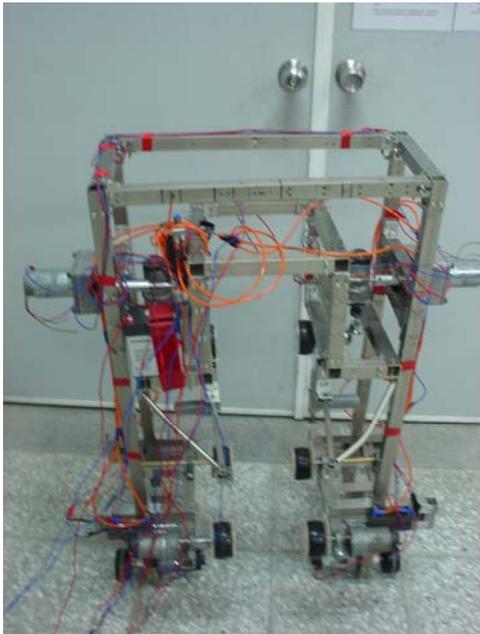
輪子方面則把它車成 V 字型，讓它抓軌道比較穩，也在底部加裝水管，讓它不易出軌。

最後因為時間關係，因為爬不了坡便不用想以後的關

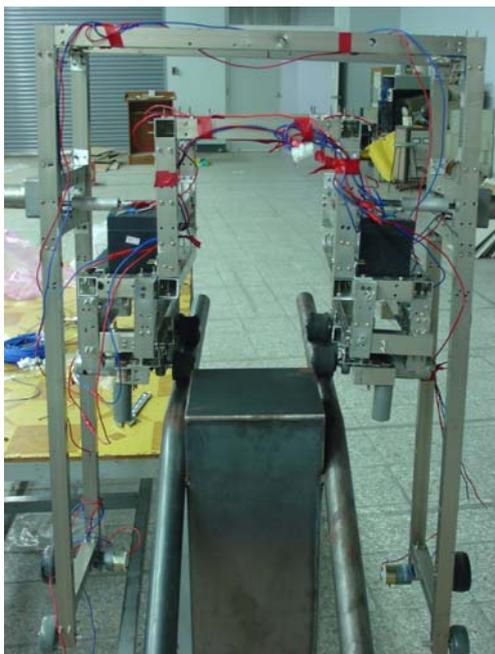
卡的理由，因為學校只提供了爬坡的模型供我們練習，我們放棄了轉彎以後的所有關卡，全力把爬坡做到完美，因為機體太重，我們不得不放棄第三層輪子，把它拆掉，爬坡的情況才略有改善。

及後我們試驗前驅、後驅、把手臂支點往前往後移等測試，終於成功爬坡，也達到我們的目的。

機器人成品



(修改前機器人前視圖)



(修改後機器人前視圖)

參賽感言

參加這次比賽，讓我們三個學會了很多事情。

首先，平常在課本學到的東西，都是一些原理，一些理論，動手做就差很多，要顧慮的事情更多，加工一個洞就會有小誤差，小誤差跟小誤差加起來就變成大誤差，然後整個影響機體性能，導致我們的機體無法達到像概念般完美。這次的參賽是一個寶貴的體驗，一個讓我們親自動手作的經歷。做機器人是一門很大的學問，但有機會接觸的確很難得。

第二，常常遇到很大的挫折，有時候組裝一個小零件就花了一整個下午。因為沒人教導，鏈條不會裝，裝起來鬆鬆的，斜齒輪裝配不良、滑牙等等，都是常見的事情，通常這些事情都會讓我們花了一個下午而沒有任何實際的回饋，這都會讓我們相當氣餒。但在過程中學會怎樣面對這些挫折跟沮喪也是一個重要的功課。

第三，學會了人際關係溝通的處理。因為常遇到很大的挫折，大家心情就會常常在不怎麼好的狀態，然後會有磨擦，吵架。幸好大家的 EQ 都挺高的，吵架點到即止。溝通在以後對我們到社會後是非常重要的，因為人是群體動物，到外面工作，想必要跟更多更多不同類型的人打交道，如果每次都跟不同的人吵起來，對自己對別人也無益。這次比賽，讓我們學到了不止上述的東西，還有設計管理、團隊合作、責任感、經驗、協調性、抗壓性、經驗等等，這些在我們以後進入社會工作，影響是不容置疑的。

感謝詞

感謝教育部及 TDK 文教基金會所舉辦的「創意設計與製作競賽」，讓我們有機會參加如此有意義的比賽，也感謝學校與實驗室對我們的支持與鼓勵。藉由這次比賽，我們把所有課本學到的東西全部運用出來。也感謝讓我們參加比賽的顏鴻森教授，你的金石名言：「概念好就贏一半」對我們影響甚深；感謝我們的指導學長蕭國鴻學長，感謝跟我們一起設計構想的學長、同學，感謝載我們去雲科的洪紹穎學長，感謝教我們 NC 及很多協助的王心德學長，沒有你們的指導，我們可能連爬坡都爬不上去。

參考文獻

- [1] Robert C. Juvinall/ Kurt M. Marshek,
「Fundamentals of Machine Component
Design」3rd
- [2] Kenneth J. Waldron/ Gary L. Kinzel,
「Kinematics, Dynamics, and Design of
Machinery」2nd
- [3] 顏鴻森,「機構學」第二版,東華書局,
民 88.。