

明新科技大學 97 年校內專題研究計畫成果報告

| |
|---|
| <p>競賽機器人之效能改善計畫 Improvement for the robot used in competition</p> |
|---|

計畫類別：任務導向型計畫

計畫編號：MUST 97-任務-1

執行期間：97 年 1 月 1 日 至 97 年 9 月 30 日

計畫主持人：林初昌

共同主持人：

計畫參與人員：莊進任、劉人毅、吳智翔、范文忠

處理方式：除涉及專利或其他智慧財產權外得立即公開，

唯必要時本校得展延發表時限。

可立即對外提供參考

(請打√) 一年後可對外提供參考

兩年後可對外提供參考

執行單位：機械系

中 華 民 國 97 年 10 月 25 日

中文摘要

本專題乃針對教育部與 TDK 文教基金會合辦之 TDK 盃全國大專院校創思設計與製作競賽，代表學校參賽並以獲獎為目標。製作多功能機器人之專題製作，研究各種機構之各種功能，把數種機構運用到機器人上面，也將數種機構結合成多元機構，使成為整合性連動機構，主體成型後不斷修改，找出並改善各式缺點，經過八個月之努力，不負眾望，於參賽之全國 42 支隊伍中，脫穎而出，榮獲佳績，而關於機構的設計，機構的製作方式和機構做動方式，也將在以下的專題報告書中詳細的述說與討論。

關鍵詞：機構、機器人、機動性、遙控

Abstract

This project is to develop prototype multifunction robots with different functions for competitions. Furthermore, the remote control techniques will be employed in the robot which the robot can be controlled wirelessly. Traditionally, the arm is mainly used to clip the article from a specified position to another desired position. In this project, some special function of the arms is selected to executive the experiment.

For instance, stride over mechanism is used to make the robot cross over some obstacles itself. By using efficient mechanisms such as cam or linkages or cylinder etc...in order to pass over the obstacles. The detect system will be developed and manufactured to measure the suitable altitude in order to clime over the obstacle with less electric consuming.

The multi-channel controller will be used in the robot of remote control system. The servomotors in the robot can be used to manipulate different functions of operation, which can control the directions of each movement. The advantage of remote control is that the robot can move freely. Generally, the performance of the robot can be apparently improved and enhanced.

Keywords : robot 、 obstacle 、 remote control

目錄

| | |
|---------------|-----|
| 一、中文摘要 | P2 |
| 二、英文摘要 | P3 |
| 三、目錄 | P4 |
| 1 前言 | P5 |
| 2 研究目的 | P6 |
| 3.研究方法 | P7 |
| 4.研究過程 | P8 |
| 4-1 機器人運動說明 | P8 |
| 4-2 設計概念 | P8 |
| 4-3 機構設計之詳細說明 | P10 |
| 4-4 機電控制 | P14 |
| 4-5 機器人成品 | P17 |
| 5.結果與討論 | P18 |
| 6.參考文獻 | P19 |
| 計畫執行成果自評表 | P20 |
| 附錄 | P22 |
| 附錄 A-1 比賽規則大綱 | P22 |
| 附錄 B-1 工作分配 | P34 |

1. 前言

受到經費與重量的限制，材料方面幾經思考，『鋁』成為了首選主材，鋁材不但質輕又堅固，另一個好處是容易加工。根據大會所定之題目，此屆越快完成所有任務即為優勝，所以在過關卡所耗的時間越短越有利。在過『欄架跨越』時，沿用校內賽使用『翻』的過關方法，可是改良從等腰三角型，更改成四方型過關，所擁有的裕度也大大的增加，在『平衡木橋』也從升降機構，改成穩定輸出且迅速的氣壓缸，來完成所需的變型動作，『槓鈴舉重』我們採用升降機構以機身當支點，來達到旋轉的效果，取代了用軸做旋轉，也減少對馬達的負擔，升降機構是以捲線器搭配合適的馬達，在以鋼索拉升至所需高度，『赤道球池』則以與網球合適大小的水管，在洞口黏上鋁片，並折成所需形狀，使網球可進不可出，動力部分由馬達直趨，『北極銅鑼』此關我們用類似古代投石機，利用彈簧產生預力，將網球射至目標處，最後在將線路和控制盒的部分完成，即完成機器人的製作。關於機構的設計，機構的製作方式和機構做動方式，也將在以下的專題報告書中詳細的述說與討論。

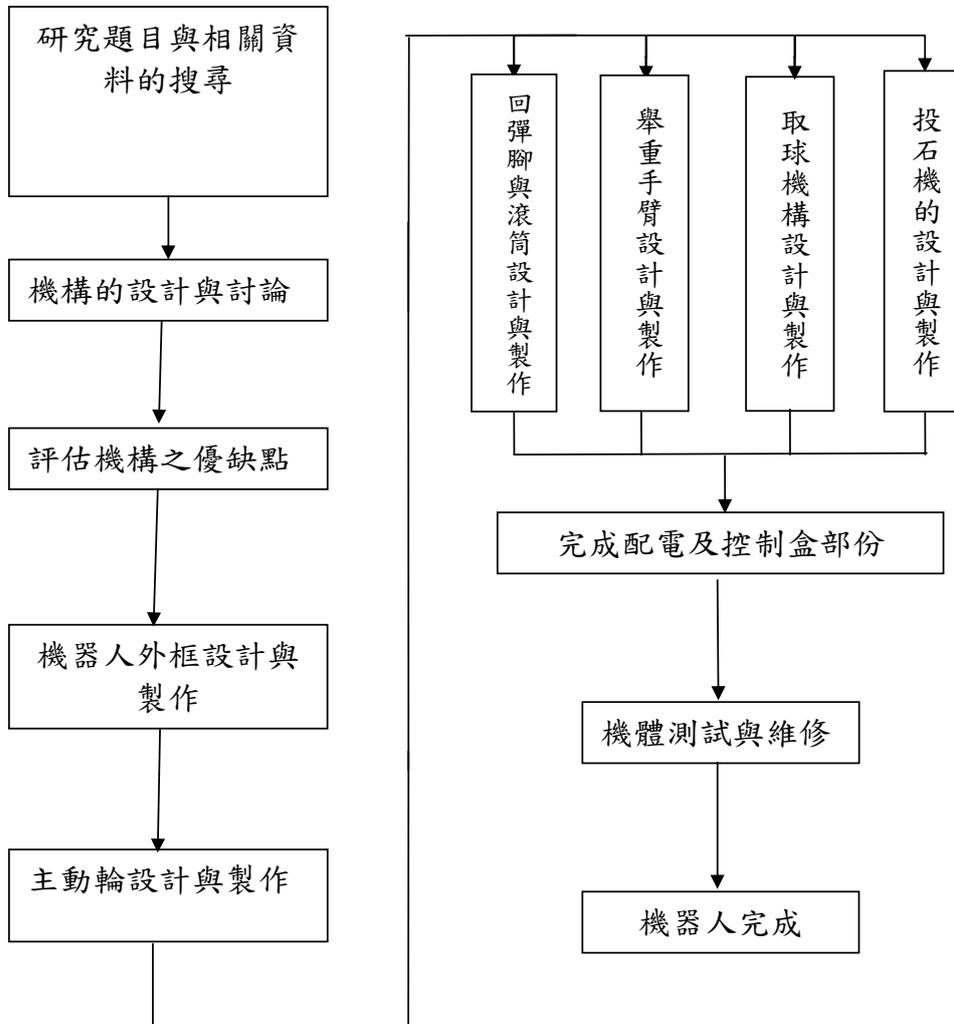
2. 研究目的

本專題研究的目的主要是訓練學生以最有效率及最經濟之方式設計製作機器人並參加全國機器人比賽，如同是將機器人做最後的成果展一樣，但不全為了參加全國機器人比賽奪名次為目的，在整個機器人的完成及參加比賽，設計及製作機器人及參加比賽的過程中，學生所學到的理論及實物經驗與團隊精神才是此專題製作的最終目的。

+

3. 研究方法

研究的方法以流程圖來說明：



4. 研究過程

4-1 機器人運動說明

本機器人設計主要是針對競賽題目所去做設計，克服各個關卡以最簡單、最快速來完成比賽動作，並且能將製作成本降到最低。

4-2 設計概念

機器人設計主要分為主體架構設計、彈回腳設計、主動輪設計、滾輪設計、導板與擋管設計、舉重手臂設計、升降機構設計、取球機構設計、投石機設計，等九項設計部分。

(A) 主體架構設計

整個主體是有大概四分之一的空間是必須消失的，為了就是翻越跨欄，所以在其他機構及零件的擺設就有所限制，不但要好好利用空間，也要把重心問題一並考慮進去。

(B) 彈回腳設計

此機構的設計是讓機器人在做第二次翻滾時，自己的腳不會因碰觸跨欄而使得跨欄傾倒，簡易來說，就是將沒用的腳，做出自動回彈的效果，進而讓裕度在往上增大。

刪除：。

(C) 主動輪設計

為了使氣壓缸和馬達做搭配，我們設計了利用三角形將其固定，然後利用兩個螺帽來逼緊氣壓缸及馬達，另外左右各加一個滑軌，使其不會左右旋轉，在滑軌底部各加一個口鋁，讓腳也不會上下旋轉。

(D) 滾輪設計

依照『平衡木橋』的寬度，來設定滾筒的長度，另外滾筒左右各裝設一個直徑大約大兩公分的階級，使滾筒卡到木橋時，能直直的往前開，動力部分由馬達直驅。

(E) 導板與擋管設計

導板的作用是要減少對正木橋時間，使操控手不用很精準的去對正，而擋管的出現是為了不讓口鋁直接對木橋摩擦，讓它從面接觸變成線接觸，也大大減少摩擦力。

(F) 舉重手臂設計

為了使左右手臂不再產生高低狀況，我們把一隻直的口鋁和一支彎的口鋁對鎖在兩隻手臂上，使左右手臂同上同下，在手臂前面的爪子部分，我們採用一根空心管和一根軸，使其重量減至最低，以減少力矩。

(G) 升降機構設計

跟歷屆學長不同的做法，我們利用四根口鋁鑽洞，貫穿螺絲掛培林，這樣做出來的升降機構效果一樣，可是更方便組裝其他零件。例如：口鋁或角鋁。而上升下降靠馬達控制捲線器收放鋼索，來達到上升及下降。

(H) 取球機構設計

依照規則來設計，碰觸鍋子絕對不利，我們使用內徑跟網球差不多的水管，將洞口設計成只進不出，在利用口鋁搭配水管，用馬達直驅做動。

(I) 投石機設計

將碳纖維中間固定左右方向，使其只能做旋轉，而在其尾端設置一個置球區，另一端附近裝上馬達，在馬達頭裝上一個撥桿器，搭配著彈簧，其射程即可射到目標

物。

4-3 機構設計之詳細說明

(A) 主體架構設計

整個主體是有大概四分之一的空間是必須消失的，為了就是翻越跨欄，而空間的設計是以四十五(跨欄四十公分高)的高度，在乘以所需要的裕度，最後在乘上機身寬度，所以在其他機構及零件的擺設就有所限制，不但要好好利用空間，也要把重心問題一並考慮進去，才不會造成行走前傾後傾，或是之後關卡有什麼重心問題。



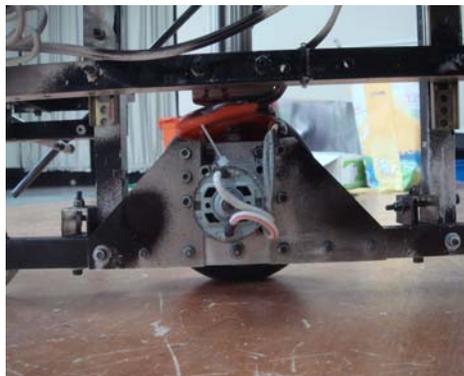
(B) 彈回腳設計

在第一關之前我們是頭下腳上的狀況，輔助腳的功用就是讓重心平衡，而在機器人在做第二次翻滾時，輔助腳卻變成了降低裕度的原因，所以我們將鋁塊銑成C字型，而在中間掛培林放入軸，在口鋁上鑽洞，使其能做九十度的旋轉，在掛上幾條橡皮筋，使其有預力想要回彈，當輔助腳離地那一剎那，輔助腳就會自動彈回，讓裕度變的更大許多。

刪除：。

(C)主動輪設計

為了使氣壓缸和馬達做搭配，我們設計了利用三角形將其結構固定，然後利用兩個螺帽來逼緊鎖在馬達坐上的鋁塊，使氣壓缸及馬達固定在一起，另外左右各加一個滾珠軸承的滑軌，代替原本我們所使用的口鋁，其滑順度大



大的提升，有了那兩個滑軌，腳底其不會左右旋轉，在滑軌底部各加一個口鋁，讓腳也不會上下旋轉，前面為直徑六十，厚五的 PE 輪兩個，厚輪為 PE 輪只保留四分之一，進而取到更大的軸距。

(D) 滾輪設計

依照『平衡木橋』的寬度，來設定滾筒的長度，另外滾筒左右各裝設一個大約直徑大於兩公分的階級，使滾筒卡到木橋時，能直直的往前開，在滾筒外面包覆一層止滑墊，使其在木橋上不會打滑，動力部分由馬達直驅。



(G) 導板與擋管設計

在過第二關時，在橋上速度快慢取決於馬達轉速，然而當速度提升到最大時，若要更快就要從節省對正時間下手，導板就是為此而生，一般鋁片通常都是有角度的，若折成圓弧狀也不禁撞，所以我們改用直徑大的厚水管，不但改善變形問題，水管的特有彈性，更使得對正更加容易。在橋上時避免讓鋁材磨道具，增加阻力，所以加一根水管讓原本鋁材和道具的面接觸，變成水管和道具的線接觸，大大減少摩擦力。



(H) 舉重手臂設計

為了使左右手臂不再產生高低狀況，我們把一隻直的口鋁和一支彎的口鋁對鎖在兩隻手臂上，使左右手臂同上同下，在手臂前面的爪子部分，我



們採用一根空心管和一根軸，空心管部份原本使用一個三角形的鋁塊，可是在舉完槓鈴，會因為三角形角度的關係，在手臂下降時，會勾到槓鈴，所以改用圓弧狀的空心管代替，在爪子中間平面和軸都包覆一層止滑墊，使取到槓鈴時，槓鈴不會左右滑動。



(G) 升降機構設計

我們將口鋁切成一樣大小，然後用銑床銑平面和鑽洞，在洞與洞之間，貫穿螺絲掛培林，這樣做出來的升降機構效果與學長的升降機構一樣，可是更方便組裝其他零件。例如：口鋁或角鋁。

而上升下降靠馬達控制捲線器，在捲線器的另一端，設計與馬達位子對稱，然後掛上培鈴，這樣捲線器不容易在升降時被拉扯，造成捲線器偏心，捲線器改良從原本一個凹槽，改成兩個凹槽，這樣一邊收鋼索另一邊放鋼索，來達到上升及下降。



(H) 取球機構設計

依照規則來設計，碰觸鍋子絕對不利，所以我們將直驅取球器的馬達射至於比鍋子還高一點的地方，我們使用內徑跟網球差不多的水管，將洞口黏上

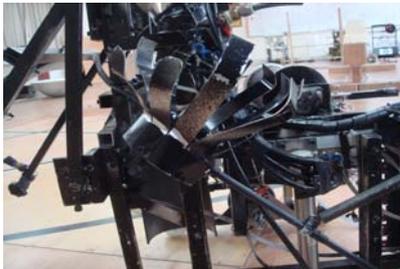


兩片鋁片，設計成只進不出，在水管中間挖了四個大洞，以減輕不必要的重量，在後半部利用兩個彎四十五度的水管做連結，將球利用自由落體導向投石機上，在將水管鎖在口鋁上，用馬達直驅做動。



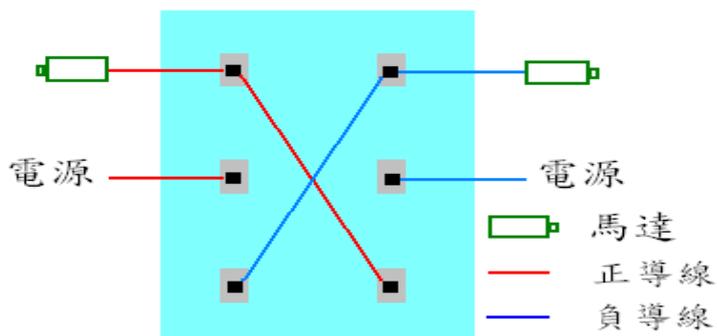
(I) 投石機設計

我們設計的投石機，要找尋一個延性不能太好，不然容易變形，也不能太硬，必須附有一點些微的彈性，再將重量考慮進去，碳纖維就是最好的材料，將碳纖維中間固定左右方向，使其只能做旋轉，而在大概四分之三的地方固定一個彈簧，在尾端設置一個置球區，因為是網球是利用自由落體放入，所以利用鋁片折成一個喇叭口，讓網球更好導入投石機上，在另一端附近裝上馬達，在馬達頭裝上一個撥桿器，為了不浪費週期旋轉的時間，所以改良將旋轉點裝在撥桿器中心，搭配著彈簧，射程即可射到目標物，其準度可達百分之百。

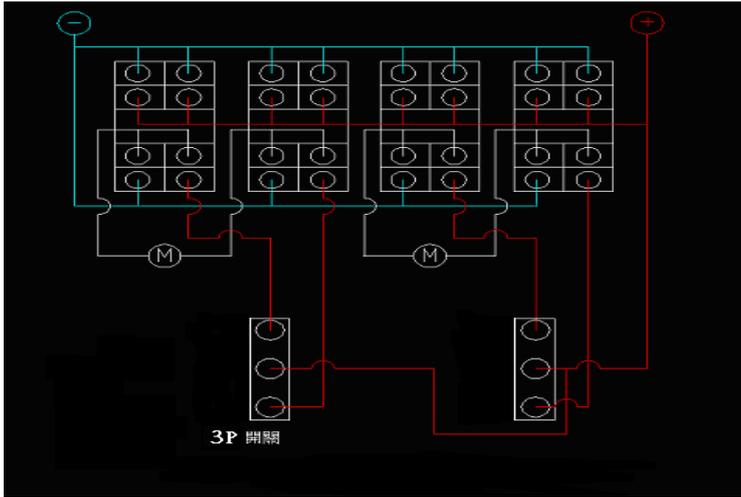


4-4 機電控制

為了通過比賽的每個關卡需要，我們的機器人必須能夠操控自如，才能順利且快速地完成每項動作。所以為了適應有時需速度很快來節省時間，有時又必須使用降電壓將速度慢下來通過關卡，使用電源電壓切換設計來達到該有的動作。在機器人通過不須對正或已對正的關卡時，我們可將電壓調至高電壓區域使得機器人快速通過，而在接近需要對正時為了讓機器人能夠小心翼翼地完成任務，將電壓調低，如此馬達的速度可以有效地控制。換言之，對正時不會因機器人的速度過快，而造成任務失敗。我們所使用的電池為大電流的鋰電池，為了避免有大電流黏開關，以及線重的問題造成操控手的負擔，所以我們選擇用繼電器來控制給予馬達的電流，而主要電流就不再流經控制盒，控制盒主要就是給予繼電器訊號，即可以換成細小的排線來當做訊號線；訊號線主要是用來傳遞遙控器所輸入的訊號至繼電器，使繼電器裡的線圈激磁通電以驅動馬達做動



6P 開關的線路接法



各個馬達的線路配置圖



排線(傳輸訊號線)



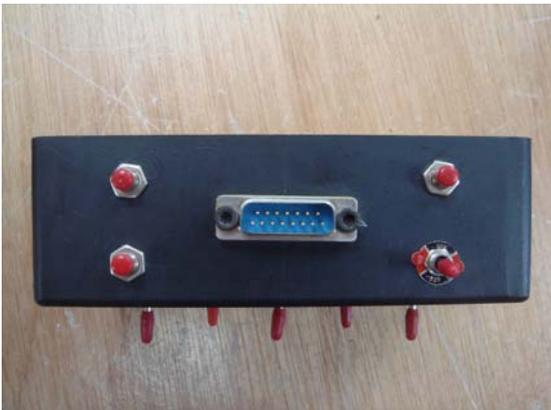
繼電器配置圖



鋰電池放電量 4700AH



控制盒開關配置 (正視圖)



控制盒開關配置 (上視圖)

4-5 機器人成品

下為機器人的成品圖



5. 結果與討論

設計一件好的產品並且合乎實用加上創意，並不是一件容易的事，機器人最初的设计理念，其實跟最後的比賽機型，有著大大的不同。在製作過程中，我們失敗過無數次，但與其說是『失敗』，不如說是學經驗，我們再短短的幾個月內，不斷不斷的研究最佳設計。最後出現一個最有創意又實用的想法，用『翻』的過關，可是遇到的瓶頸卻是並非想像中的簡單，其他關卡的機構架上去後，重心問題更難克服，我們需不斷的調整與修改找出最適當的擺設位置。故製作機器人絕非想像中容易，一定要動手去做，只憑空想而不實際去做那是不可能讓機器人完成這麼多困難的關卡。在比賽過程中，只要穩定現有的機構動作，在比賽時能全力正常發揮，正常表現相信就能有好的成績出現。

大部分學生是第一次接觸機器人，很多東西都是從零開始，一個優良的機器人必須用時間不斷的測試、修改，到最後才能上場比賽，每一個人也深深的知道，要完成一個機器人並不是像別人看到成品時那樣的簡單，你要付出的不是一些，幾乎是要把所有的時間、精力都投入到這部機器人上面；我們從做機器人開始，便開始早出晚歸，剛開始說要做是多麼的簡單，但是開始做之後便發現不像原本所想像的那麼容易，而做的途中偶爾隊員間會有所爭執，不過我們未曾想要放棄，看著機器人一點一滴完成，到最後看到所完成的機器人時，我們開始無限的反覆練習、測試，其他組員開始複製另一台一模一樣的機器人。隨著比賽日期越來越近，操控手練習越來越熟練，完成任務時間越來越短，我們逐漸建立起信心，在測試的期間也發生了很多很多的問題，如哪些東西常常會掉落，哪些東西損壞率極高，就因為不斷的實驗與測試，發現了問題加以修改，所以才會有此成績。相信做任何事都會遇到挫折，只要肯用心、肯付出，成功遲早會降臨的，更重要的是讓學生從過程中學習到寶貴的「知識」與「經驗」。

6. 參考文獻

- [1] James G. Keramas, "Robot Technology Fundamentals," International Thomson Publishing Company, 1998.
- [2] 羅煥茂編譯，劉昌煥校閱，“小型馬達控制”，東華書局，民 86.
- [3] Allen S. Hall, Jr. Alfred, R. Holowenko, & herman G. Langhlin, 『Machine Design』, 1986, McGraw-Hill Book Company
- [4] R.L.Mott, 『Machine Elements in Mechanical Desige』, 1985, Charles E. Merrill Publishing Co.
- [5] 機器人概論 / 賀蘭德(John M. Holland)著；林俊成譯 Chi ch'i jen kai lun 賀蘭德 (Holland, John M.) Holland, John M
- [6] 擬人型機器手臂之機構設計與控制 = Mechanical design and control of the humanoid robot arm / 林宏達(Hung-Ta Lin)撰
- [7] 創意性機構設計 / 林信隆編譯 Ch'uang i hsing chi kou she chi
- [8] 機構設計データブック / 格林梧(Douglas Cole Greenwood)撰編；日本松下電器產業社生產技術研究會譯 日刊工業新聞社，昭和 43[1968]

明新科技大學 97 年度 研究計畫執行成果自評表

| | | | | | |
|--|---|------|--|--------|--|
| 計畫類別： <input type="checkbox"/> 整合型計畫 <input checked="" type="checkbox"/> 個人計畫 所屬院(部)： <input checked="" type="checkbox"/> 工學院 <input type="checkbox"/> 管理學院 <input type="checkbox"/> 服務學院 <input type="checkbox"/> 通識教育部 執行系別：機械系 計畫主持人：職稱：講師 計畫名稱：競賽型機器人之效能改善計畫 計畫編號：MUST 97-任務-1 計畫執行時間：97年1月1日至97年9月30日 | | | | | |
| 計畫執行成效 | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%; text-align: center; vertical-align: middle;">教學方面</td> <td style="padding: 5px;"> 1. 對於改進教學成果方面之具體成效： 參加教育部主辦“第十二屆全國大專院校創思設計與製作競賽-TDK 機器人大賽”獲得大學遙控組全國冠軍。(共42隊) 2. 對於提昇學生論文/專題研究能力之具體成效： 使10名學生獲選觀摩參加在<u>日本</u>舉辦之機器人比賽 3. 其他方面之具體成效：赴日參加日本主辦“第二屆國際微機構競賽(JSPE)”獲得四金四銀六銅。(共兩百台機器人)。 </td> </tr> <tr> <td style="width: 10%; text-align: center; vertical-align: middle;">學術研究方面</td> <td style="padding: 5px;"> 1. 該計畫是否有衍生出其他計畫案 <input type="checkbox"/>是 <input type="checkbox"/>否 計畫名稱：_____ 2. 該計畫是否有產生論文並發表 <input type="checkbox"/>已發表 <input type="checkbox"/>預定投稿/審查中 <input type="checkbox"/>否 發表期刊(研討會)名稱：_____ 發表期刊(研討會)日期：____年__月__日 3. 該計畫是否有衍生產學合作案、專利、技術移轉等，請說明：衍生產學合作案 </td> </tr> </table> | 教學方面 | 1. 對於改進教學成果方面之具體成效： 參加教育部主辦“第十二屆全國大專院校創思設計與製作競賽-TDK 機器人大賽”獲得大學遙控組全國 冠軍 。(共42隊) 2. 對於提昇學生論文/專題研究能力之具體成效： 使10名學生獲選觀摩參加在 <u>日本</u> 舉辦之機器人比賽 3. 其他方面之具體成效：赴日參加日本主辦“第二屆國際微機構競賽(JSPE)”獲得四金四銀六銅。(共兩百台機器人)。 | 學術研究方面 | 1. 該計畫是否有衍生出其他計畫案 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 計畫名稱：_____ 2. 該計畫是否有產生論文並發表 <input type="checkbox"/> 已發表 <input type="checkbox"/> 預定投稿/審查中 <input type="checkbox"/> 否 發表期刊(研討會)名稱：_____ 發表期刊(研討會)日期：____年__月__日 3. 該計畫是否有衍生產學合作案、專利、技術移轉等，請說明：衍生產學合作案 |
| 教學方面 | 1. 對於改進教學成果方面之具體成效： 參加教育部主辦“第十二屆全國大專院校創思設計與製作競賽-TDK 機器人大賽”獲得大學遙控組全國 冠軍 。(共42隊) 2. 對於提昇學生論文/專題研究能力之具體成效： 使10名學生獲選觀摩參加在 <u>日本</u> 舉辦之機器人比賽 3. 其他方面之具體成效：赴日參加日本主辦“第二屆國際微機構競賽(JSPE)”獲得四金四銀六銅。(共兩百台機器人)。 | | | | |
| 學術研究方面 | 1. 該計畫是否有衍生出其他計畫案 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 計畫名稱：_____ 2. 該計畫是否有產生論文並發表 <input type="checkbox"/> 已發表 <input type="checkbox"/> 預定投稿/審查中 <input type="checkbox"/> 否 發表期刊(研討會)名稱：_____ 發表期刊(研討會)日期：____年__月__日 3. 該計畫是否有衍生產學合作案、專利、技術移轉等，請說明：衍生產學合作案 | | | | |
| 成果自評 | 計畫預期目標： 1. 參加今年教育部主辦全國 創思設計與製作競賽 (東森轉播)。獲全國前三名。 2. 參加今年 <u>日本</u> 主辦 國際微機構競賽(JSPE) 獲 國際 前三名。 計畫執行結果：1. 全國 冠軍 。2. 四金四銀四六銅 <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">達成率≥100%</div> | | | | |

其它具體成效：

- **電視轉播**展現明新機器人優異之**教學成果**，多次獲得教育部高層長官讚許與重視。
- 媒體上宣揚**明新科大機器人**之優異表現，並努力塑造使其成為本校之特色，提高學校聲望與**招生競爭力**以及**國家聲譽**。
- 將再度代表國家**出國比賽**。
- 拓展師生國際化視野，數年來機械系師生**出國參賽及觀摩**超過**100**人次。

附錄

附錄 A-1 比賽規則大綱

1. 競賽主題背景概述

高雄與世界相遇在地球村的每個角落。高雄市目前有 21 個姊妹市，藉著文化、學術的交流參訪，市政建設的觀摩與交換心得，高雄與姊妹城市在慷慨的分享中，一起朝向共同的願景一步步邁進。世界也在高雄的每個角落相遇，來自世界各地的朋友，有緣相聚在高雄，或工作、或旅行、或生活，中英雙語刊物、專為外國朋友設計的廣播節目、雙語學校的設立，自自然然地，高雄成了每一個人的家。藉由運動盛會能打破種族及國家的界線，並以團結、和平、友誼與進步為宗旨，通過公平競賽，促進了解，為一個和諧、美好的世界共同努力。

本屆創思設計比賽主題定為『**繞著地球跑**』並突破傳統，鼓勵參賽隊伍提升技術能力，設計智慧型與無線遙控之機器人。相信每一個參賽隊伍更能發揮無限的創意，在參與過程中獲得前所未有的成長與肯定。

遙控組競賽子題為『世界運動會』本競賽參賽隊伍必須發揮團隊精神，以靈巧、機動之特性突破障礙的行走能力，同時機器人更需具備極佳的穩定性、靈活度及反應能力，以控制機器人至指定區域。正是一種追求完美、向難度動作自我挑戰的途徑，培養出不斷求進的精神，並且建立出自信心，可說是邁向著機器人的理想運動目標。比賽結束時依照是否完成任務，以最後**鐸聲響起**或各隊完成任務的時間評分。

2. 競賽評比重點

(1)設計及造型創意：含機器人整體結構的設計創意、機器人的造型創意及其運動美感與實現機器人各部功能的設計創意。(2)技藝競賽：含機器人運動能力、靈巧性、控制能力及操作者的機智。(3)團隊競賽精神：強調啦啦隊所表現的團體精神，及與場中機器人物的互動創意；亦即場中機器人於競賽過程中所得到的支持創意。

3. 競賽項目

世界運動會

4. 獎項及計分方式

(1) 創意獎之評比方式如下：

創意成績 (100 分) = 工作日誌、機器人設計及創意介紹書面資料 (10 分) + 機器人整體結構設計創意 (30 分) + 機器人各項功能的創意設計 (20 分) + 機器人的造型創意 (20 分) + 機器人的運動美感 (20 分)。

創意獎將於初賽期間對所有參賽隊伍進行書面及現場評審。創意得分名次較高之隊伍將於決賽中安排示範表演，以彰顯其創意價值。

(2) 競賽獎之評比方式如下：

由晉級決賽之八支隊伍進行單敗淘汰賽方式選出前四名優勝隊伍。

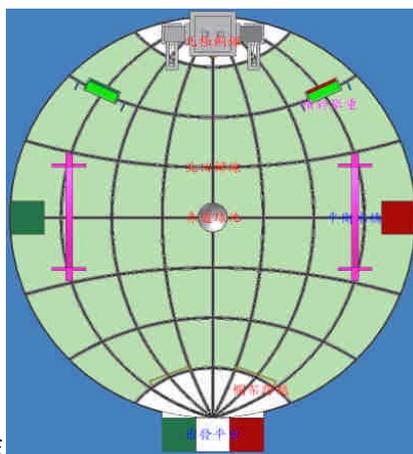
(3) TDK 獎之計分如下：

TDK 獎成績 (100 分) = 與場中機器人的互動創意 (50 分) + 啦啦隊的整體表現 (50 分)。

(4) 最佳工作團隊紀律獎：

最佳工作團隊紀律獎得分 (100 分) = 工作日誌按時記載程度 (30 分) + 工作日誌內容完整充實程度 (30 分) + 製作報告書內容完整性 (20 分) + 機器人設計及創意介紹內容完整性 (20 分)。

5. 競賽場地之配合事項



競賽場地之佈置將以巨大地球為背景，搭配機

器人造型之精神堡壘  及世界運動會，徑賽 、體操 、舉重 、球

類  等項目，以營造競賽氣氛（圖片摘自：中華奧林匹克委員會）

6. 競賽簡介

競賽場地上設有低欄、平衡木、槓鈴、球池與銅鑼等運動競賽項目，比賽時間為4分鐘。比賽開始時，機器人置放於場地《南極》（地軸南端）平台上，機器人分左右兩隊各從指定「出發平台」出發，其任務為先至《欄架跨越》跨越低欄，攀登《平衡木橋》沿著前進，經《槓鈴舉重》挺舉槓鈴，再至《赤道球池》擷球後拋擲《北極銅鑼》當鑼聲響起，即達成「世界運動會」之任務。

1. 競賽形式

1.1 隊伍之組成

- (1) 一隊以同校之指導老師1名及學生至多3名所組成，每一學校至多4隊報名參加競賽。
- (2) 參加競賽學生中一人為機械人操控者。
- (3) 同一學校中如有多部機器人具有過多雷同設計時，創意評審將根據書面資料及實地檢測後，如裁定「過度模仿」成立時，將取消所有「過度模仿」行為之機器人之參賽資格。

1.2 裁判及裁判團

由各場次的裁判長及現場裁判判定該場次之勝負，當有爭議時得由裁判團裁判。

1.3 獎項

- (1) 創意獎：創意成績得分最高者。
- (2) 競賽獎：取優勝前四名。
- (3) TDK 獎：TDK 獎成績得分最高者。
- (4) 最佳工作團隊紀律獎：工作團隊紀律獎成績得分最高者。

2. 比賽環境

比賽場地：競賽場地上設有低欄、平衡木、槓鈴、球池與銅鑼等運動競賽用具。(1) 本場地以「地球」直徑12公尺，高5公分為競賽場地（以厚3公分，高8公分泡棉條圍繞）包含5個競賽區域項目《欄架跨越》《平衡木橋》《槓鈴舉重》《赤道球池》

及《北極銅鑼》各參賽者須依序完成上述之競賽項目。其立體圖及平面圖，分別如附圖一、圖二所示。

- (2) 比賽場地由三夾板製成後油漆上色，請注意其平坦度。
- (3) 兩隊由各「出發區」出發，機器人出發前必須能完全放置於1公尺立方之標準區域內，如附圖二所示紅、綠色區域。
- (4) 兩競賽隊伍及機器人分屬於東、西半球置放於場地《南極》(地軸南端)長寬各1公尺平台上，如附圖二所示。
- (5)《欄架跨越》低欄障礙項目，如附圖三(a)(b)所示，上置有厚3公分寬126公分高40公分低欄乙座(木料)位置如附圖一所示。
- (6)《平衡木橋》兩橋墩跨距內為拱形設計之平衡木橋(木料)如附圖三(c)(d)所示一高50公分、長3.8公尺、寬20公分的平台(橋墩跨距內鋪設3公尺×3公尺厚3公分軟墊)位置如附圖一所示。
- (7)《槓鈴舉重》設置如附圖三(e)(f)，跨距100公分高126公分之槓鈴台座及跨距146公分槓鈴(重 3 ± 0.1 Kg)乙組(木料、鋁桿)位置如附圖一所示。
- (8)《赤道球池》為可活動搖擺的球池設計，如附圖三(g)(h)，圓台(木料)高7.4公分頂上裝置軸承3枚，架放直徑87公分之圓弧形球池(鋁合金)內部置放12顆網球(圖四所示)位置如附圖一所示。
- (9)《北極銅鑼》機器人造型之精神堡壘中架設圓形直徑66公分銅鑼乙組，如附圖三(i)(j)，圓形銅鑼中心點距地板高度180公分銅鑼後方架設攔截網)位置如附圖一所示(北回歸線至北極銅鑼目標距離 3.2 ± 0.1 公尺)

3. 比賽辦法

3.1 比賽時間

比賽時間為4分鐘，開始前有一分鐘之調整準備時間。

3.2 調整準備(一分鐘)

- (1) 調整準備需在各自的出發區完成，可有3名組員進行。
- (2) 機器人之尺寸需在此時間內調整成長、寬及高都小於1公尺。

- (3) 如一分鐘內無法完成調整準備時，得於進入比賽時繼續調整，完成後再進入比賽場地（但調整時間併入比賽時間計算）
- (4) 調整準備時間結束或參賽兩隊都提前完成調整準備，裁判得逕行宣佈比賽開始。

3.3 比賽開始

- (1) 比賽開始由計時器之開始音響或裁判之指示音響為之，比賽結束亦同。
- (2) 比賽中除重新調整外，只有機器人操作者一人可進入比賽場地。

3.4 重新調整

- (1) 比賽開始後，操作者得在必須時向裁判申請重新調整機器人，經裁判同意後，再進行調整。
- (2) 重新調整完成後，須回到申請重新調整位置之前一個競賽項目起點繼續比賽。
- (3) 比賽之計時不受任何隊伍進行調整之影響。

3.5 比賽規則

- (1) 參賽機器人利用有線遙控、無線遙控或自動控制之方式，機器人置放於場地《南極》（地軸南端）平台上，機器人分左右兩隊各從指定「出發平台」出發，機器人由此區進入競賽區，其任務為先至《欄架跨越》區跨越低欄，攀登《平衡木橋》區，沿著前進，經《槓鈴舉重》區，挺舉槓鈴置放於槓鈴台座上，再至《赤道球池》區，擷取網球後至北回歸線拋擲《北極銅鑼》區目標，當鑼聲響起，即達成「**世界運動會**」之任務，則贏得比賽之勝利。
- (2) 跨越欄架前進時（腳架跨距內上方）機器人之機身任何部分碰觸欄架，致使傾倒時須退回該項目起點，欄架還原後方能繼續比賽（不可以結構物或外力支撐欄架）
- (3) 平衡木橋攀登前進時，機器人之機身任何部分碰觸禁區地面時須退回該項目起點方能繼續比賽（橋墩跨距範圍內地面為禁區）
- (4) 自底座處挺舉槓鈴置放於槓鈴台座上方，失敗時，槓鈴及台座還原，機器人須退回該項目起點方能繼續比賽（不可以結構物或外力支撐槓鈴台座）
- (5) 赤道球池區擷球，每次擷取1顆為限（球池內部直徑範圍含領空，不可阻礙對方）

- (6) 至北回歸線（赤道北方緯線）後拋擊銅鑼目標，不可越（壓）線。當北極銅鑼受網球直接擊中，鑼聲響起時，即達成**世界運動會**之任務（越、壓線時或機器人之機身任何部分碰觸銅鑼，該球拋擊算為失敗）
- (7) 操作者不可接觸競賽中之機器人，機器人亦不可以飛行方式通過。
- (8) 競賽行進過程中，機器人之機身任何部分不得有任何非公用物品遺留在競賽場地中，違規情節重大或影響競賽之順利進行者取消該隊競賽資格。

3.6 計分及優勝

- (1) 於競賽時間內當使鑼聲響起之隊伍獲勝。
- (2) 競賽時間終了，兩隊均未完成任務，將以完成項目較多者獲勝（若進行重新調整以重新調整位置之前一個競賽項目起點計算）
- (3) 若無法判定兩隊勝敗時，則依序以使用自動控制、無線遙控之隊伍獲勝。
- (4) 但兩隊均使用相同之操縱方式時，則以機器人重量較輕者獲勝。

4. 約束條件

4.1 機器人本體之限制

- (1) 機器之操作，需以無線或有線遙控之方式操縱，也可使用自動控制。
- (2) 比賽中每隊只可使用一台機器人，不可使用子母機器人。
- (3) 機器人包括機器人本體、電源、控制盒等總重量不得超過 25 公斤，其中控制盒的重量不得超過 1 公斤，比賽前將進行重量量測。
- (4) 在出發區時，機器的尺寸限制在 1 公尺立方之範圍內。比賽開始後，可自由變形。
- (5) 機器人需自備動力源，但不得使用危險物品。
- (6) 為維護參與人員安全，使用高速旋轉機構時必須有保護裝置，不得裸露在外。

4.2 比賽中之違規行為

- (1) 未得裁判允許，競賽隊伍之成員進入競賽區。
- (2) 操作者接觸競賽中之機器人。
- (3) 操作者接觸競賽中之競賽用具。
- (4) 裁判判定違規時，機器人須退回出發區方能繼續比賽（重置）

4.3 失格

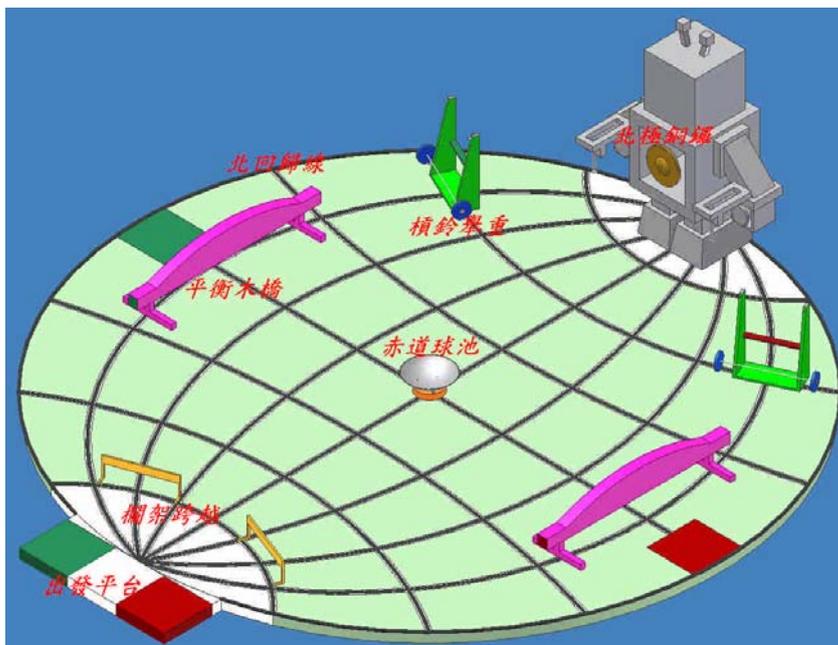
(1) 有下列情況之一時將被判為喪失比賽資格

- (a) 違反上述「機器人本體之限制」時。
- (b) 故意以遙控干擾對方之機器人，或阻擋對方操作之行為。
- (c) 故意破壞比賽場地或設施（含大會提供之工具）
- (d) 出賽者（含隊員）於競賽場所中使用通訊設備者。
- (e) 出賽者攜帶操作器以外元件於競賽場所中使用者。
- (f) 不服從裁判之指示或判決時。
- (g) 其它違反運動員精神之行為。

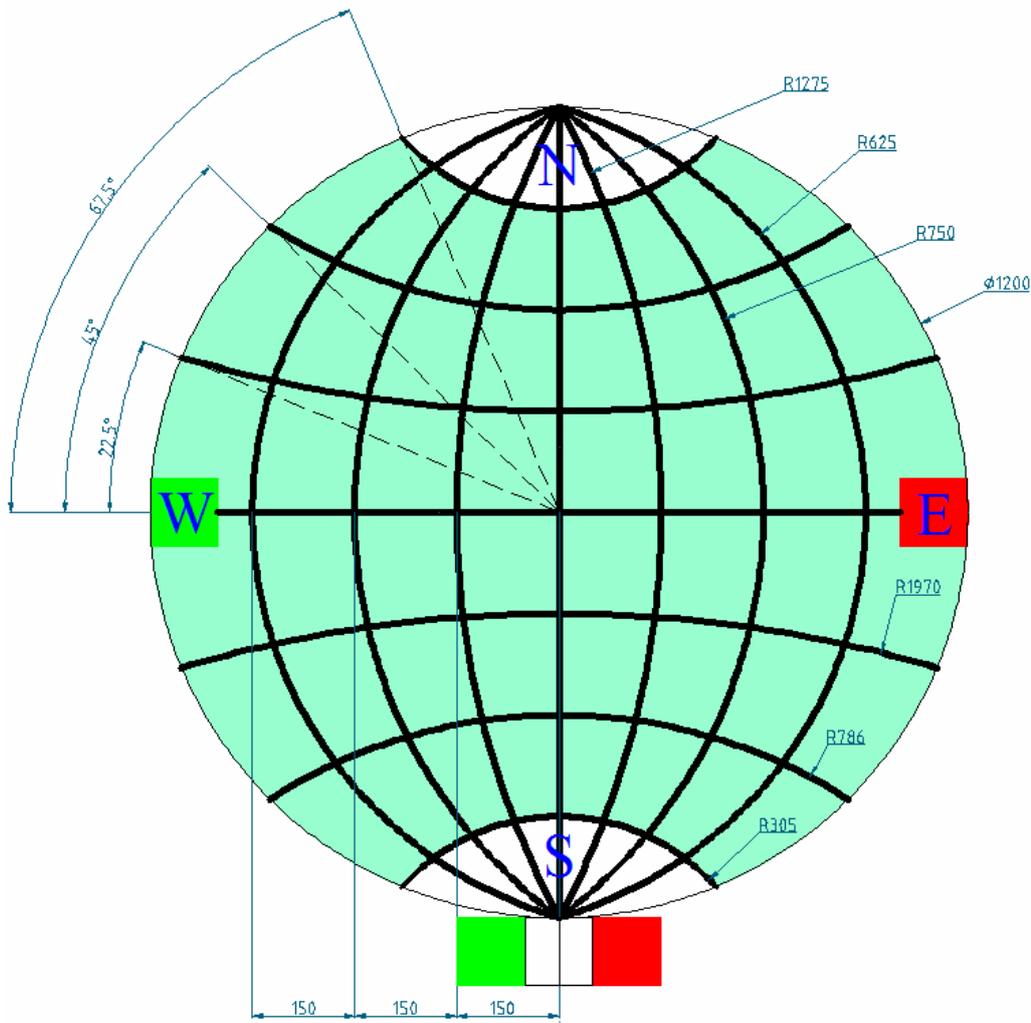
(2) 比賽中判定某隊喪失資格時，現場裁判將大力揮舞「失格紅旗」以明確宣示。

(3) 比賽過程中如有一隊被判喪失競賽資格時，則由另一隊獲得該場次之勝利，但仍繼續比賽到時間終了，讓各隊的創意能呈現出來。

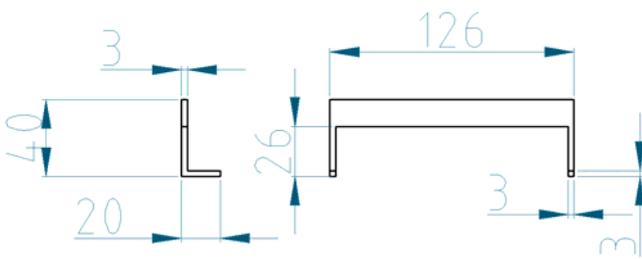
4.4 異議或質疑 比賽後對裁判之判定有異議或質疑時，需在下一場比賽開始前，由成員之一向裁判長提出。



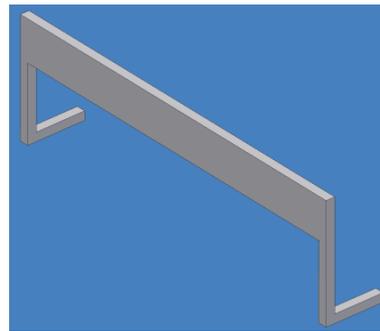
圖一、遙控組比賽場地立體示意圖



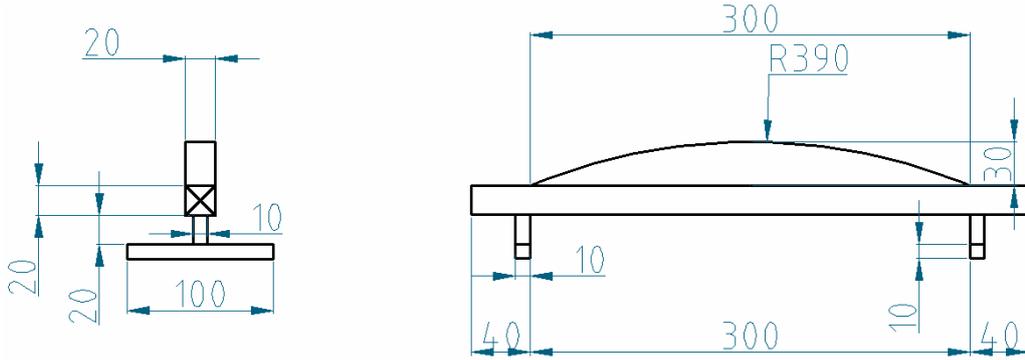
圖二、比賽場地之平面尺寸圖 單位:公分 (公差±1 公分)



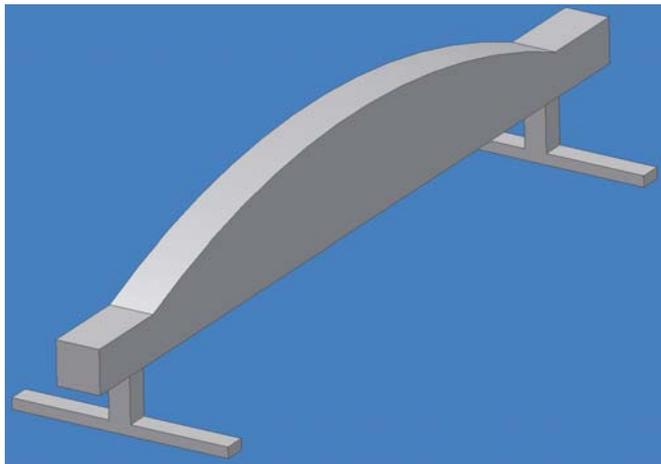
(a) 欄架跨越尺寸圖



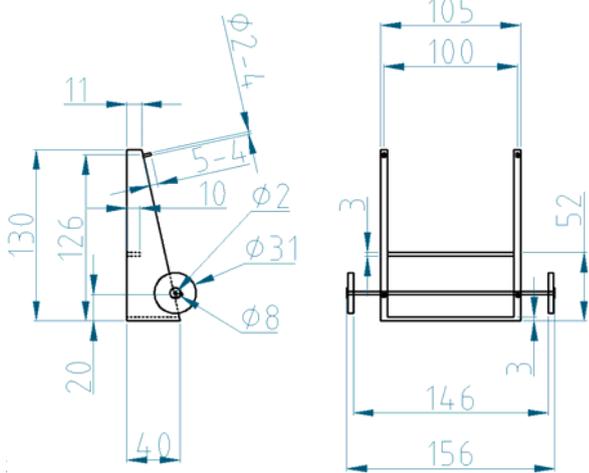
(b) 欄架跨越立體示意圖



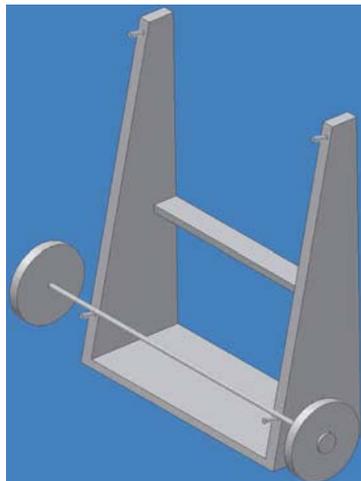
(c) 平衡木橋尺寸圖



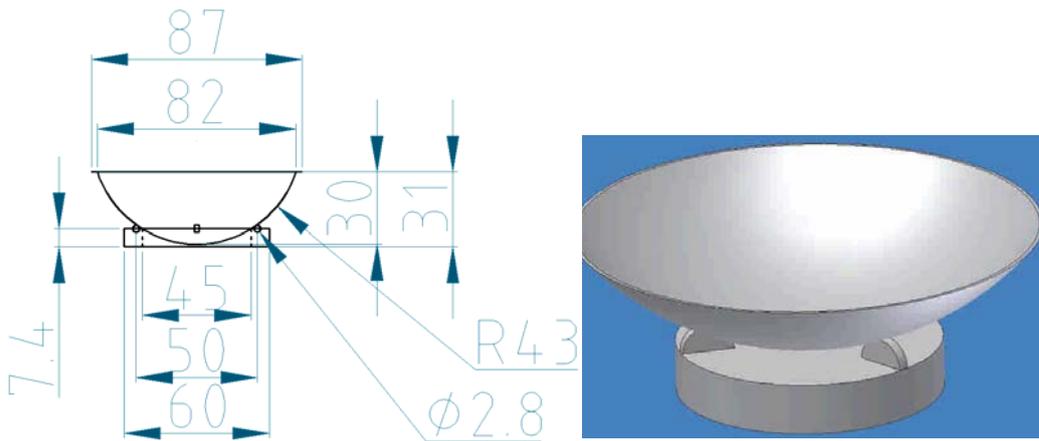
(d) 平衡木橋立體示意圖



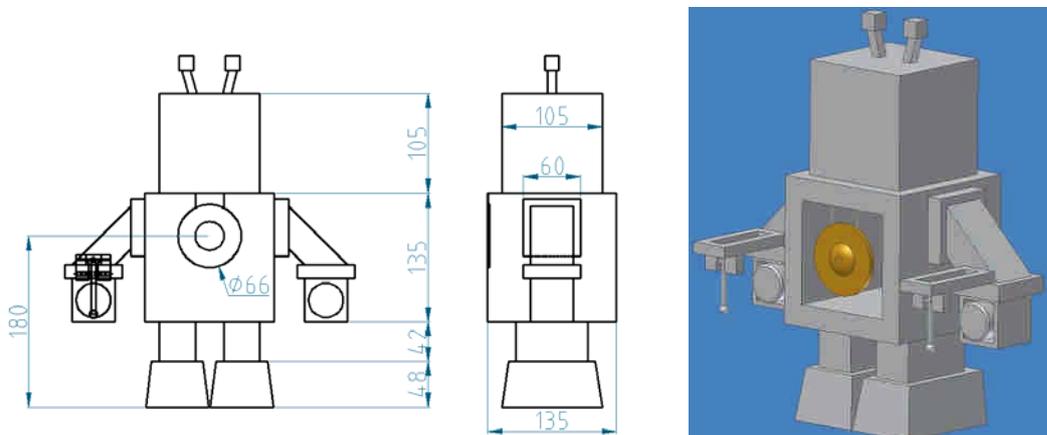
(e) 槓鈴舉重尺寸圖



(f) 槓鈴舉重立體示意圖

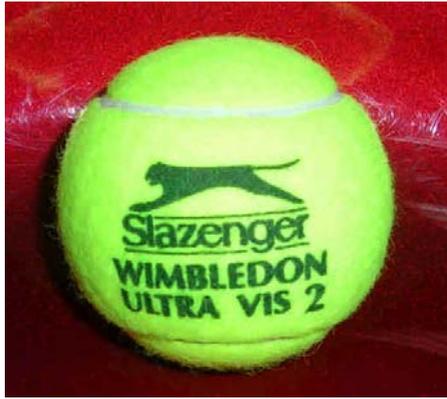


(g) 赤道球池尺寸圖 (h) 赤道球池立體示意圖



(i) 北極銅鑼尺寸圖 (j) 北極銅鑼立體示意圖

圖三、比賽場地之設備尺寸圖 單位:公分
 (公差 ± 1 公分) 其他為一般公差,精確度以實物為憑



圖四、赤道球池區網球圖（直徑 $65\pm 2\text{mm}$ ，重量 $58\pm 2\text{g}$ ）

1
0

附錄 B-1 工作分配

學生 劉人毅

組長：負責工作分配及協調、現場加工、機構設計、電路銲接、專題報告書、材料採購、配線、初部模型設計及製作、小組總務

學生 吳智翔

組員：負責現場加工、機械加工、機構設計、初部模型設計及製作

學生 范文忠

組員：負責現場加工、機械加工、材料採購、配線、電路銲接、小組攝影、工作日至編寫