

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書

高職組 機械科

最佳團隊合作獎

090903

台灣霹靂馬之獨立宣言

國立東勢高級工業職業學校

作者姓名：

職三 羅元甫 職三 林曜淳 職三 劉亞蔚

指導老師：

盧宏男 張自成

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書

科 別：製圖科

組 別：高職組 機械類

作品名稱：台灣霹靂馬之獨立宣言

關 鍵 詞：連桿機構

編 號：

目 錄

壹、	摘 要	1
貳、	研究動機	1
參、	研究目的	1
肆、	研究設備及器材	4
伍、	研究過程	5
陸、	研究結果	15
柒、	討 論	17
捌、	結 論	19
玖、	參考資料及其它	20

壹、摘要

科技並非一朝一夕而成，許多科技和發明都是經年累月，所產生的。追溯到春秋時代魯國的工匠發明家魯班，其發明中最為人稱奇的便是木馬車。木馬車乃運用現今稱之為「連桿機構原理」所製作成類似馬匹行走的機構。

連桿原理是依據所需之運動位移，設計出連桿組以達成預期的拘束運動。連桿裝置運用在現今的機構上是相當普遍的，例如腳踏縫紉機和腳踏車的曲柄搖桿、摺布機和汽車雨刷的雙搖桿、汽缸的曲柄滑塊、碎石機的肘節機構……等，皆是利用連桿原理組成的各式機構。故依魯班木馬車之原型，運用連桿原理融入新的創思改良，使機械馬不需依附拖車，就可以四足獨立行走，追求更擬真馬的行走狀態。

貳、研究動機

記得在機件原理中「連桿」的這一個單元，除了課本上介紹之外，老師也提到一些在實際上的應運，其中最感興趣的就是「機械馬」，機械馬是以連桿組合讓它能夠像真的馬一樣行走。市面上也有許多類似的設計製作，但都還必須要有馬車來保持平衡，像是科學工藝博物館裡面的機械馬車、飛統公司所生產的馬車產品也都與魯班木馬車相同仍須有拖車的協助才能平衡的行走。所以我們希望能夠不需拖車的協助，單純以機械的方式，使機械馬的四隻腳能維持平衡的行走，使機械馬不會有倒地之虞。

參、研究目的

為了讓機械馬不需依附拖車，就能保持平衡的行走，所以必須克服的最大問題就是如何保持平衡、使馬匹的四個足部在行走過程中，盡量保持三點著地，一點移動的方式。經由數次的電腦模擬中發現，更改兩側曲柄連桿的角度，就能夠改善機械馬腳步的跨距和落點，使馬行走時能以接近三點著地，達成設定的目標。

- 一、傳統機械馬車--曲柄成 180 度，無法獨立行走，必須有馬車的協助才不致傾倒：此設計當曲柄旋轉至與水平面成垂直時，左側產生最大跨距時右側則最小，此時左側著地，右側無法接觸地面，會讓馬身向右邊傾倒，如此便需要拖車增加著力點，使馬車至少 3 點以上著地，才不至於倒地（如下圖 3 - 1、3 - 2 所示）。

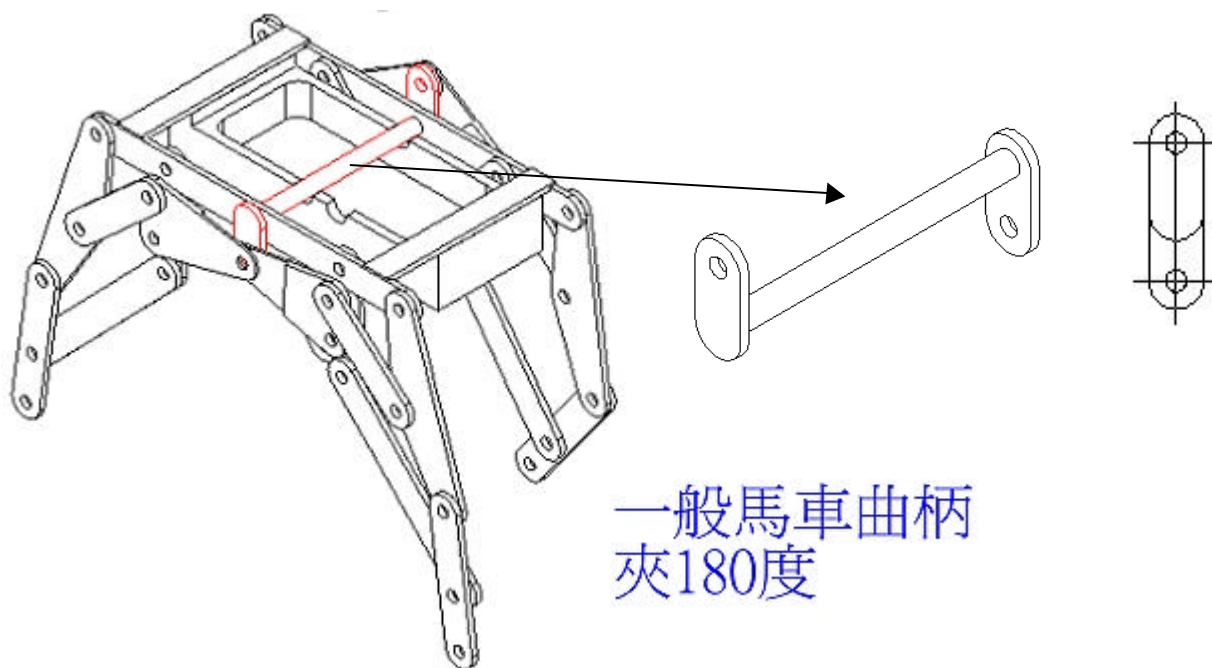


圖 3 - 1 傳統機械馬車--兩側曲柄成 1 8 0 度

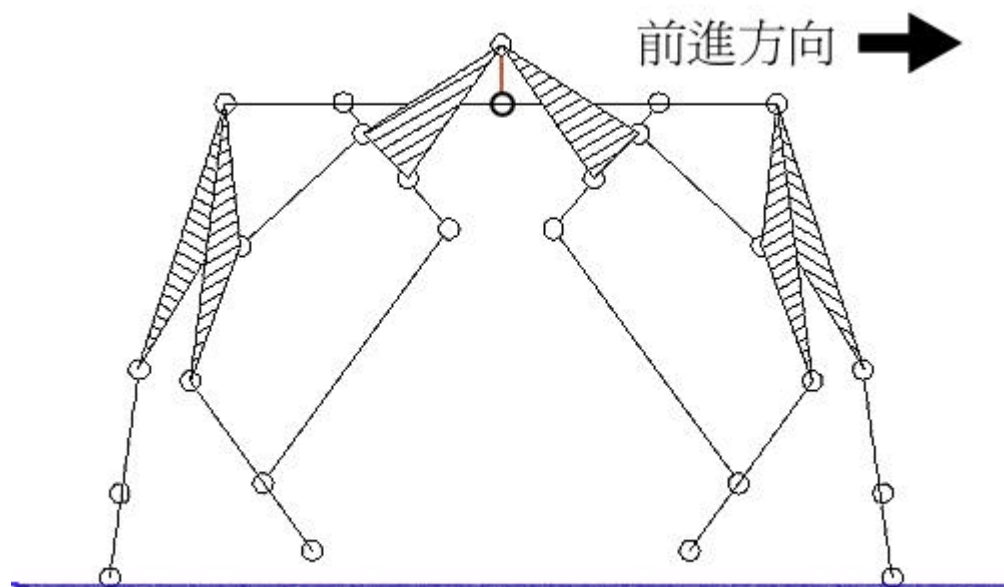


圖 3 - 2 僅左側兩點著地，有向右傾倒之虞

二、本研究將曲柄角度調整為 102° 時，機械馬可獨立行走，不需馬車之協助：經過數次電腦模擬校正後發現，當兩曲柄夾角為 102° 時，在左右最大及最小跨距時能接近三點著地。（如下圖 3 - 3、圖 3 - 4 所示）

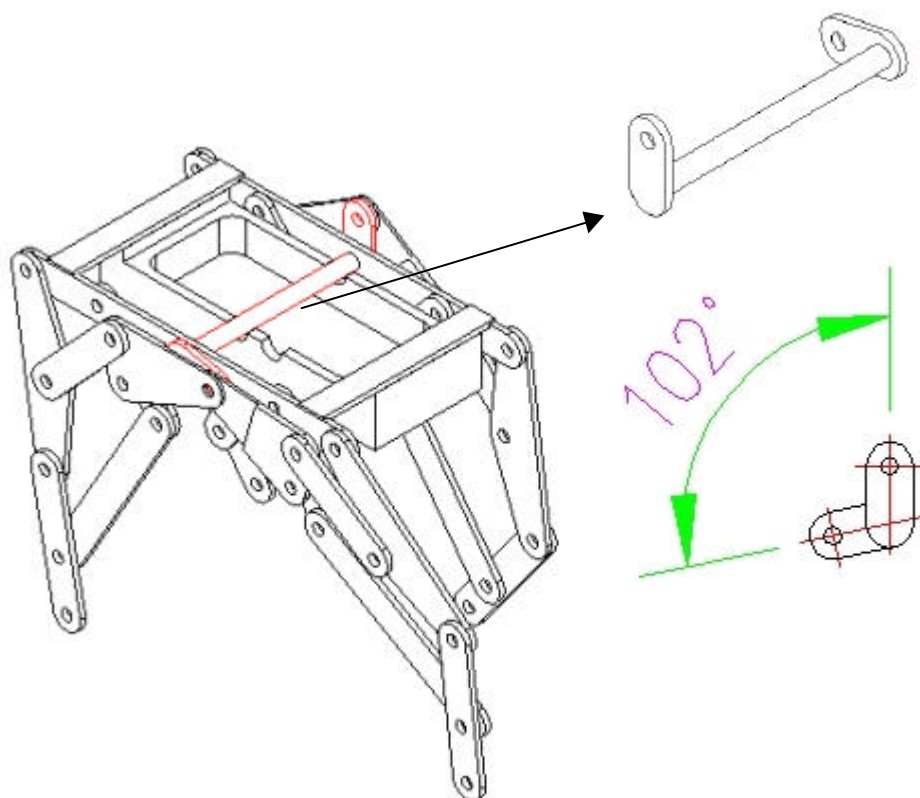


圖 3 - 3 兩側曲柄夾 102° 度

（一）右側最大跨距

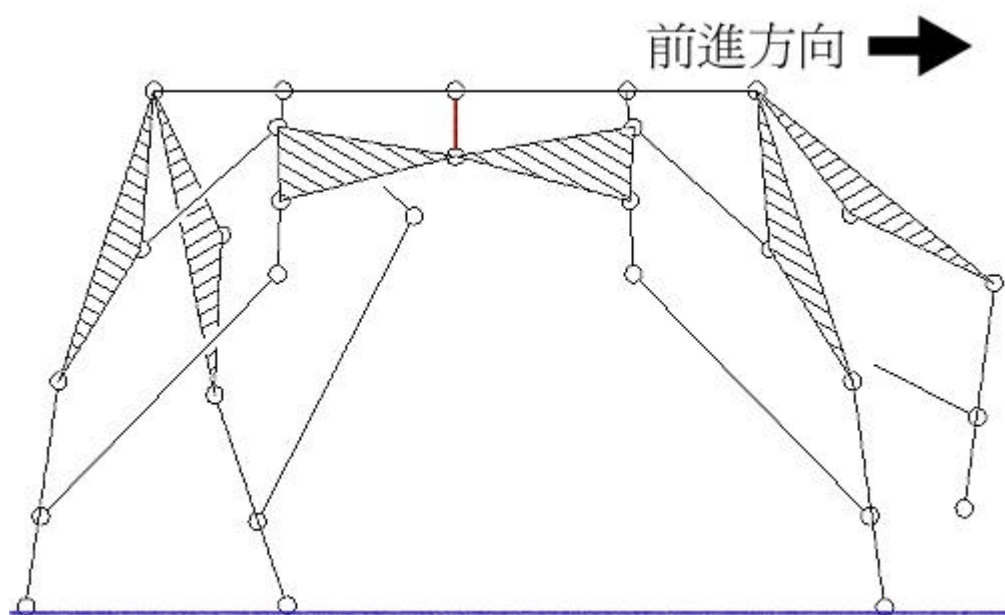


圖 3 - 4 同時 3 點著地

（二）左側最小跨距

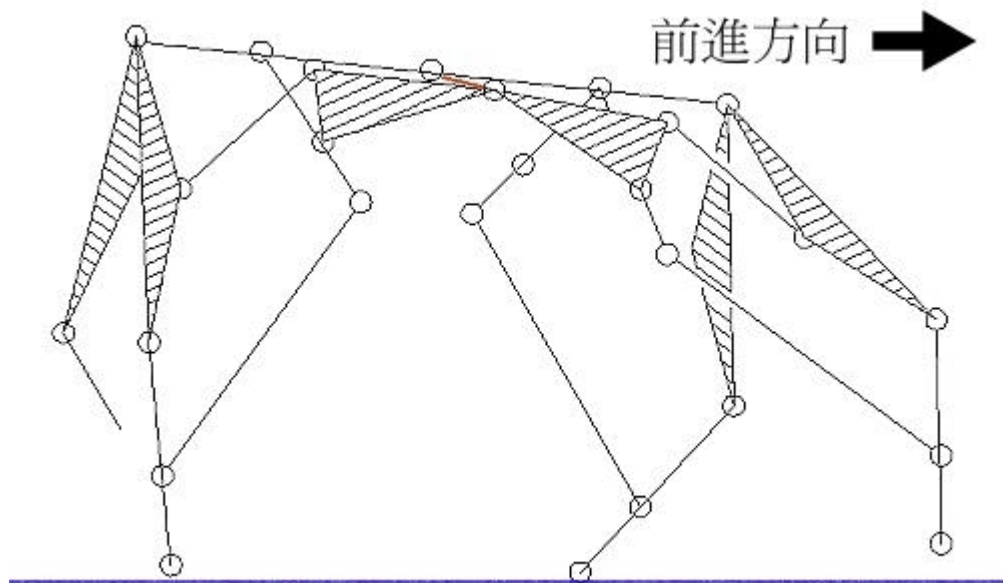


圖 3 - 5 近 3 點著地

肆、研究設備及器材

「機械馬」的製造過程中，我們利用實習工廠中各種的工作母機來加工我們的作品，大部分採鋁合金為主材料，主要考量為加工的方便性及減輕工件的重量，所有製作的過程中所用的材料與設備說明如下：

一、材料部份：

- （一）鋁合金：足部各連桿、固定盒
- （二）低碳鋼：固定架、支架、曲柄、曲柄軸
- （三）馬達：9V 馬達（40 rpm）
- （四）固定螺釘（直徑 5 mm）
- （五）六角窩頭螺栓（直徑 6 mm）
- （六）拉釘（直徑 4 mm）

二、工具機部份：

- （一）SolidWorks 2003：設計與模擬
- （二）AutoCAD R14：繪製工作圖
- （三）CNC 銑床：連桿、支撐座等材料銑削及其它相關加工
- （四）車床：軸、襯套車製
- （五）鉗工工作台及虎鉗：夾持工件做細部修整
- （六）拉釘槍：兩連桿以拉釘結合

伍、研究過程

一、製作流程

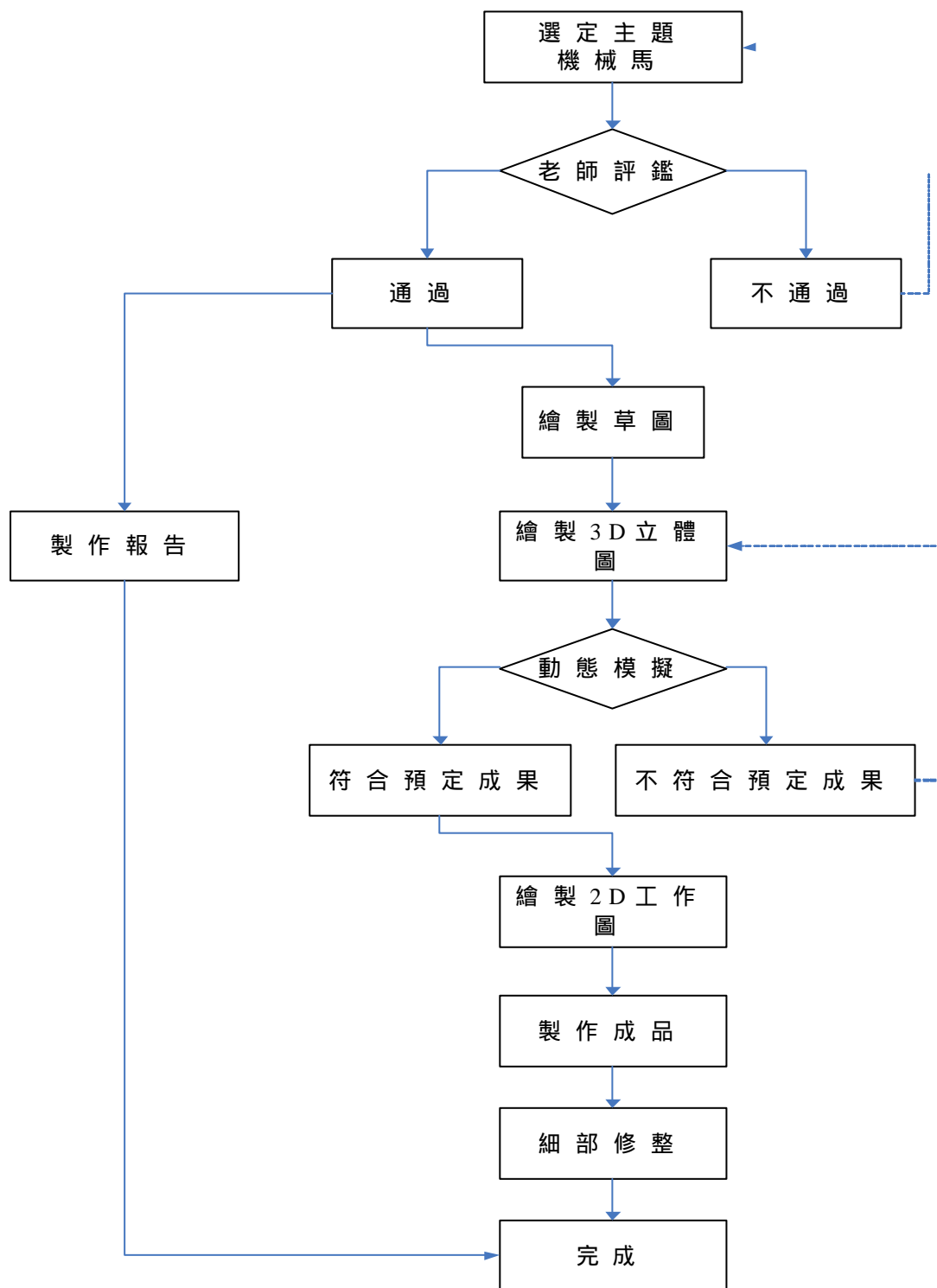


表 5 - 1 製作流程表

二、機構說明

(一) 整匹馬行走是由四組相同的腿部連桿組互相牽引而成

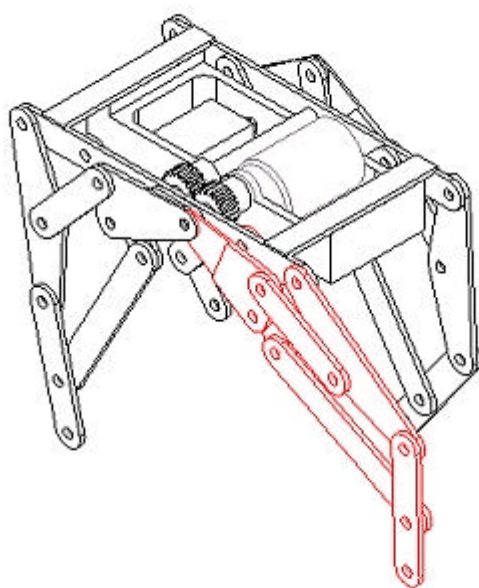


圖 5 - 1 紅色部分為其中一組

(二) 利用減速提高扭力後的馬達作為動力，驅動曲柄

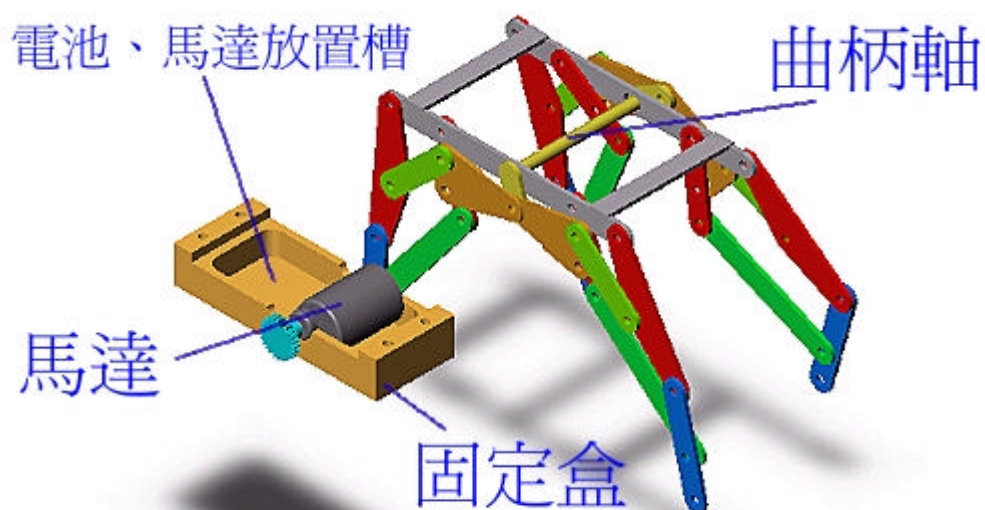


圖 5 - 2 動力傳達及放置

三、3 D彩現、立體系統圖、零件工作圖

(一) 3 D彩現圖



圖 5 - 3 Solidworks 彩現圖

(二) 立體系統圖

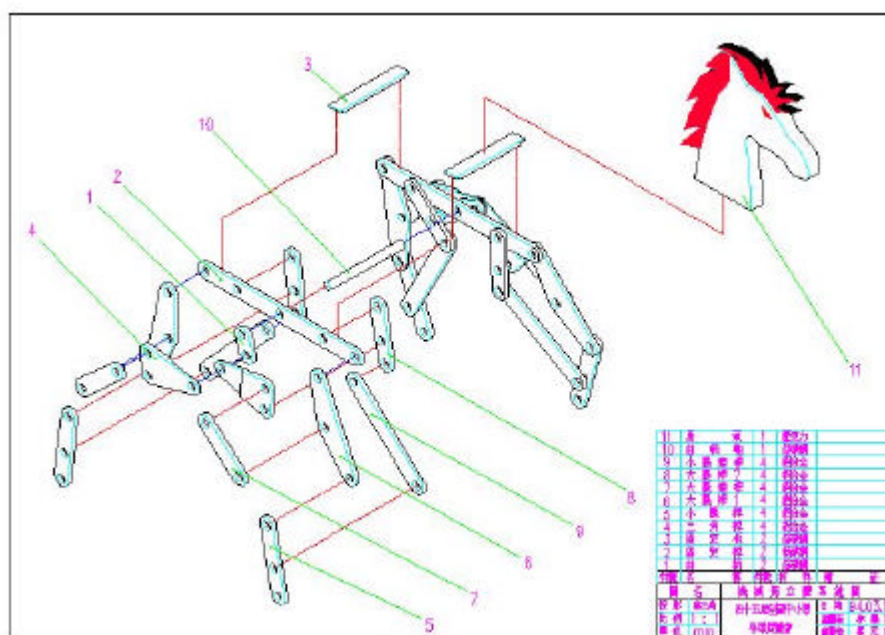


圖 5 - 4 系統組合相關配置

四、動作模擬

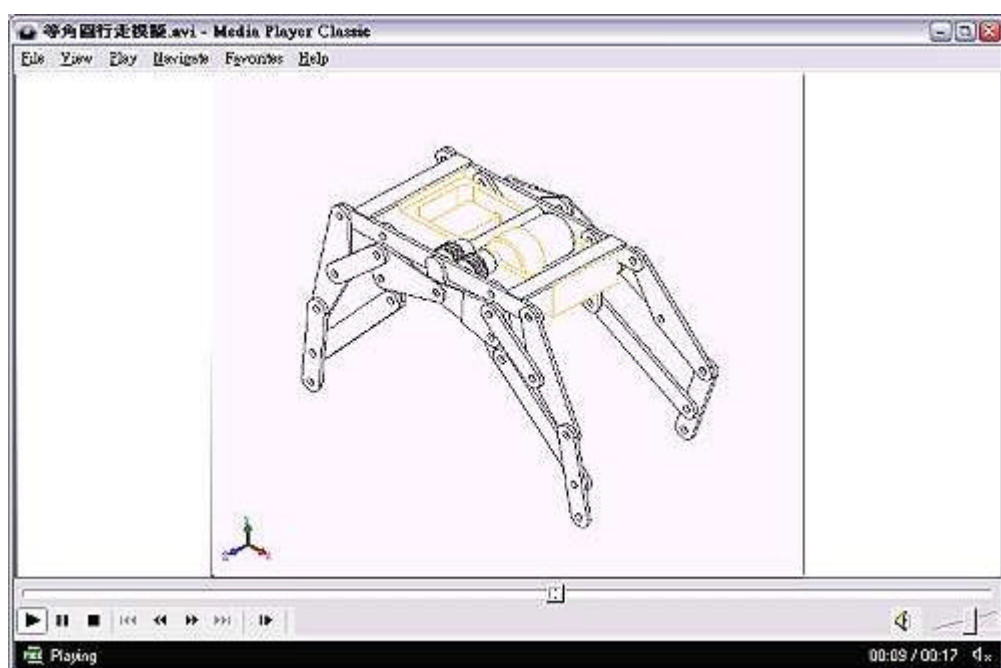


圖 5 - 7 足部等角視移動模擬

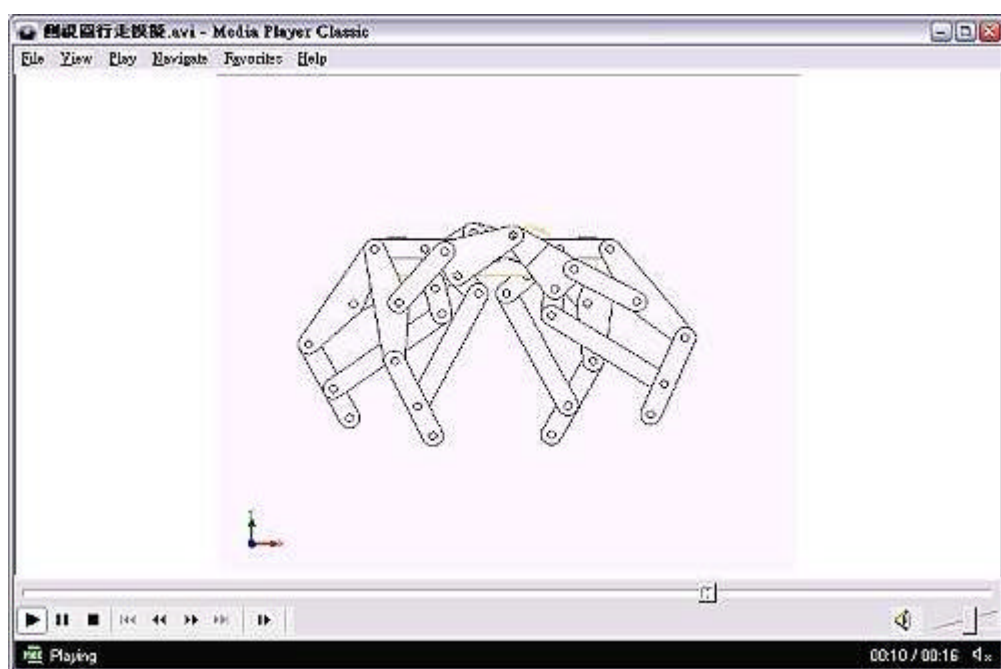


圖 5 - 8 足部移動側視模擬

五、車床加工過程



圖 5 - 9 車床加工螺栓

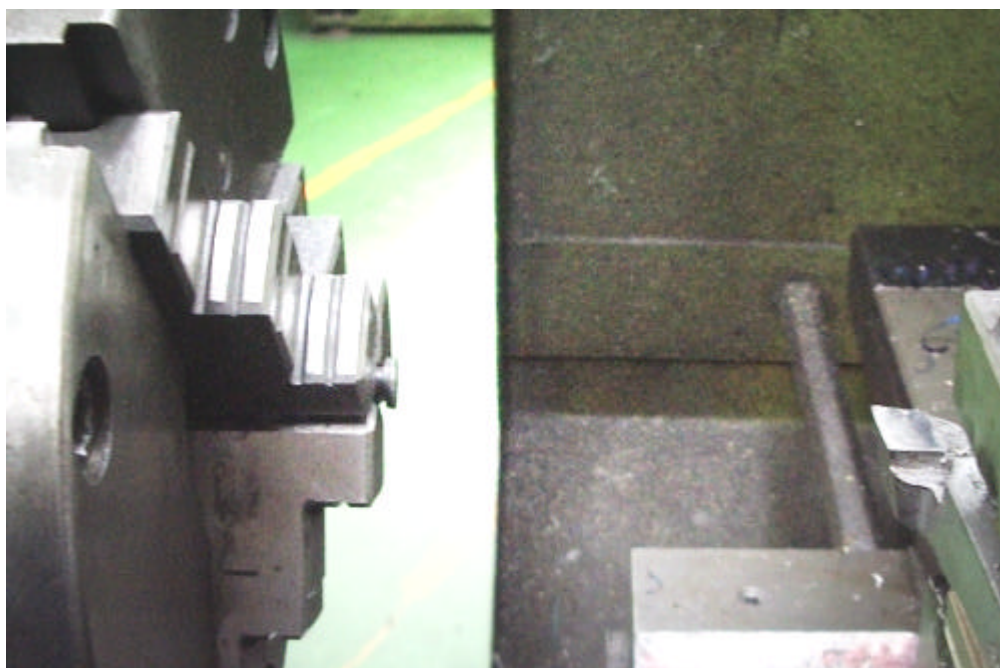


圖 5 - 1 0 將螺栓頭車製成符合作品的間隙

六、CNC 銑床加工

(一) 銑削足部各連桿件、固定盒



圖 5 - 1 1 核對 CNC 程式



圖 5 - 1 2 工件銑削檢視

七、組裝零件

(一) 各部位零件照片



圖 5 - 1 3 各部位零件

(二) 調整固定盒與固定桿之孔位



圖 5 - 1 4

(三) 馬達安置

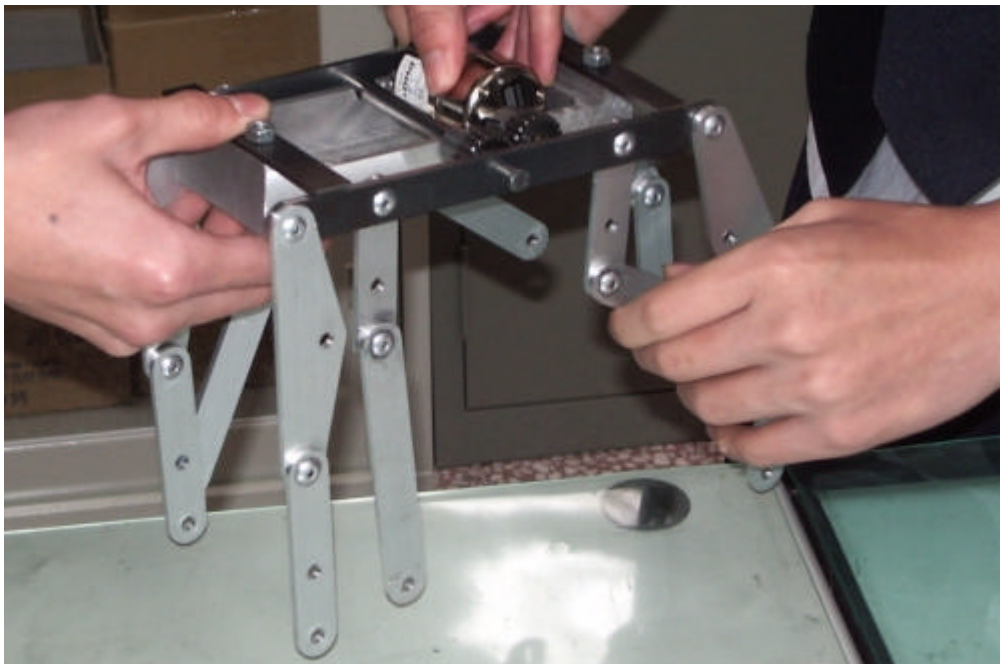


圖 5 - 15 安置馬達

(四) 足部單側組裝照片



圖 5 - 16 足部單側組裝圖

(五) 組裝完成行走動作測試

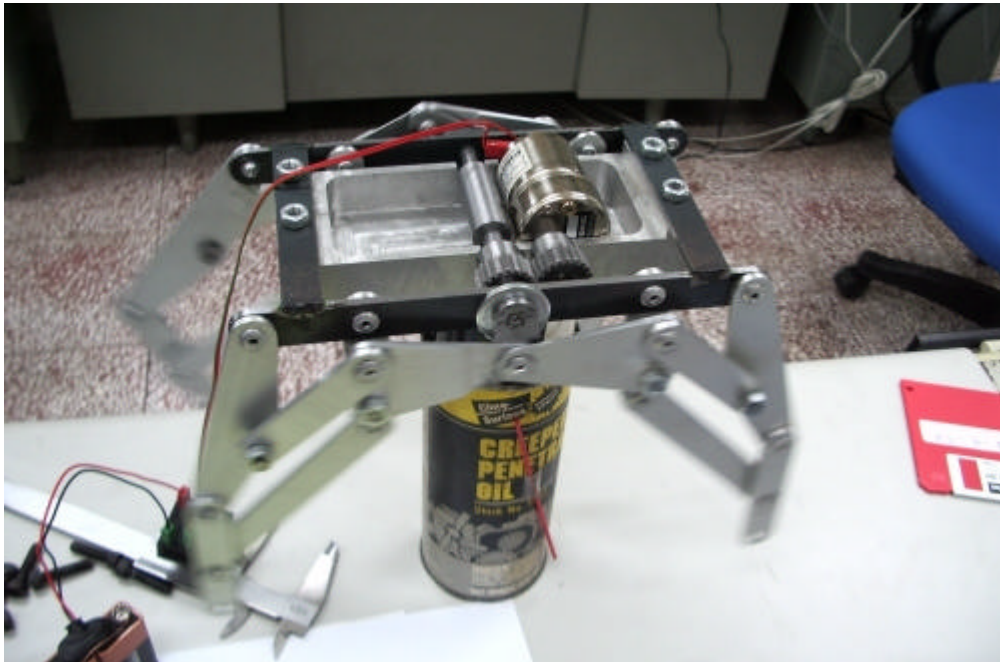


圖 5 - 1 7 檢視各連關節間配合

(六) 組裝完成圖

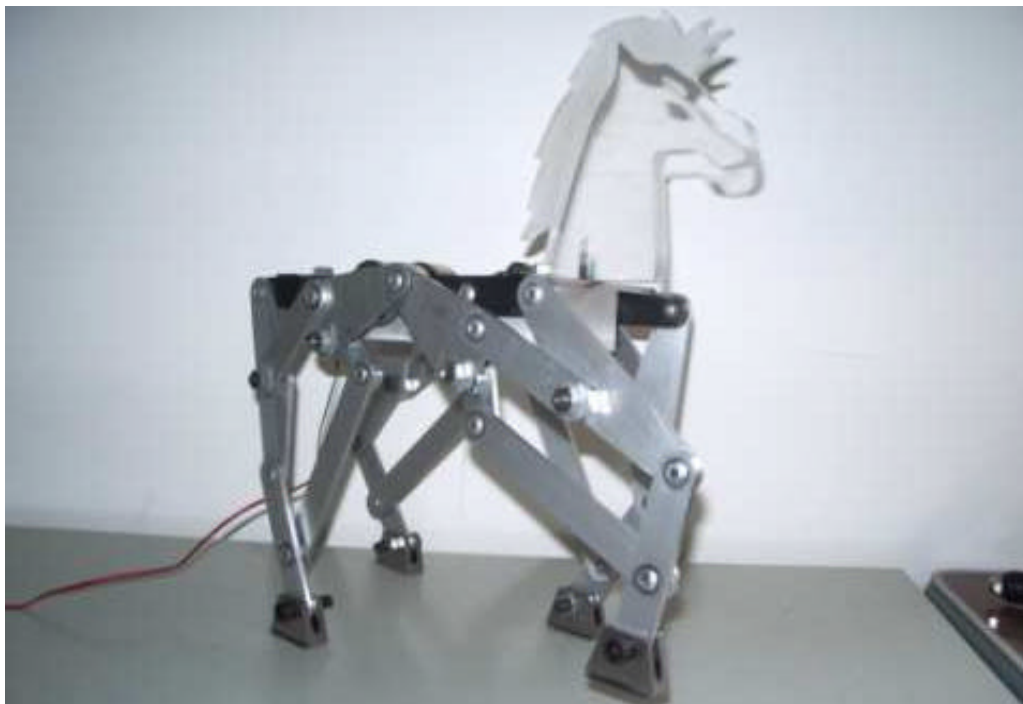


圖 5 - 1 8 機械馬組裝完成圖

陸、研究結果

一、不用馬車協助可以獨立行走

經過三個月的製作，機械馬也如願以償完成，測試後的結果，也如我們所預計的，機械馬在曲柄相夾 102 度時，有更長三點著地時間，能夠不用拖車而獨立行走。

二、行走時會有搖晃情形

機械馬行走時另外一個關鍵就是平衡的問題，解決著力點的問題後，機械馬本身還會有搖晃的情形，因為設計時為了配合齒輪、馬達安放的位置，所以機械馬重心偏移造成行走時會有向一邊傾斜的現象，故降低曲柄的轉速讓機械馬移動時，重心轉移時緩慢，行走時比較不易因為重心轉移太迅速而傾倒。

三、足部有明顯的滑動

馬腳足部與地面成線接觸，接觸面積不夠、摩擦力也太小，容易滑動，造成機械馬容易搖晃，使行走不夠順暢。

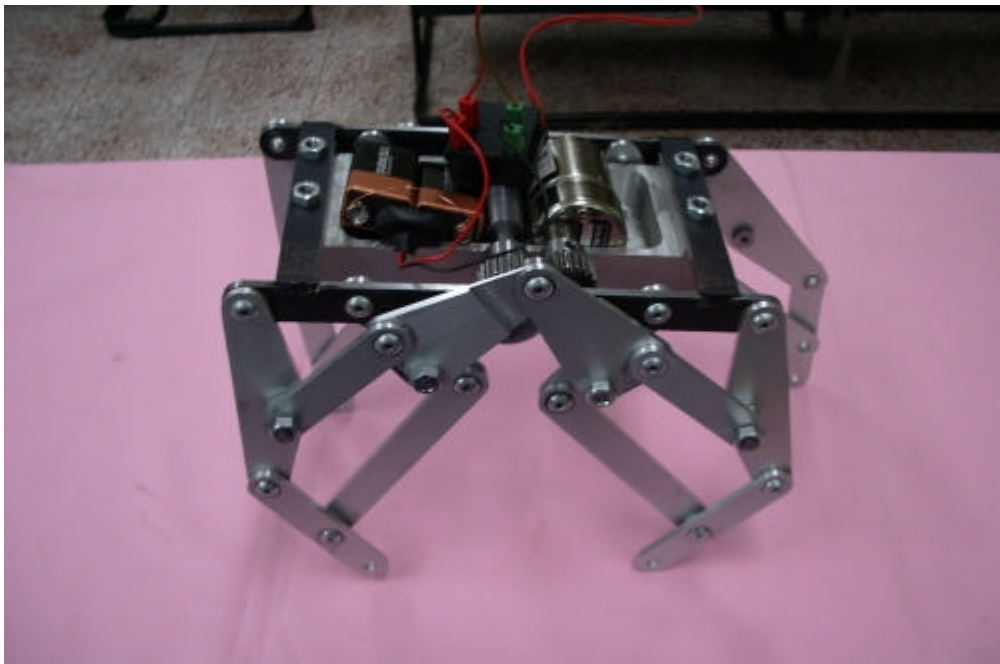


圖 6 - 1 機械馬行走測試

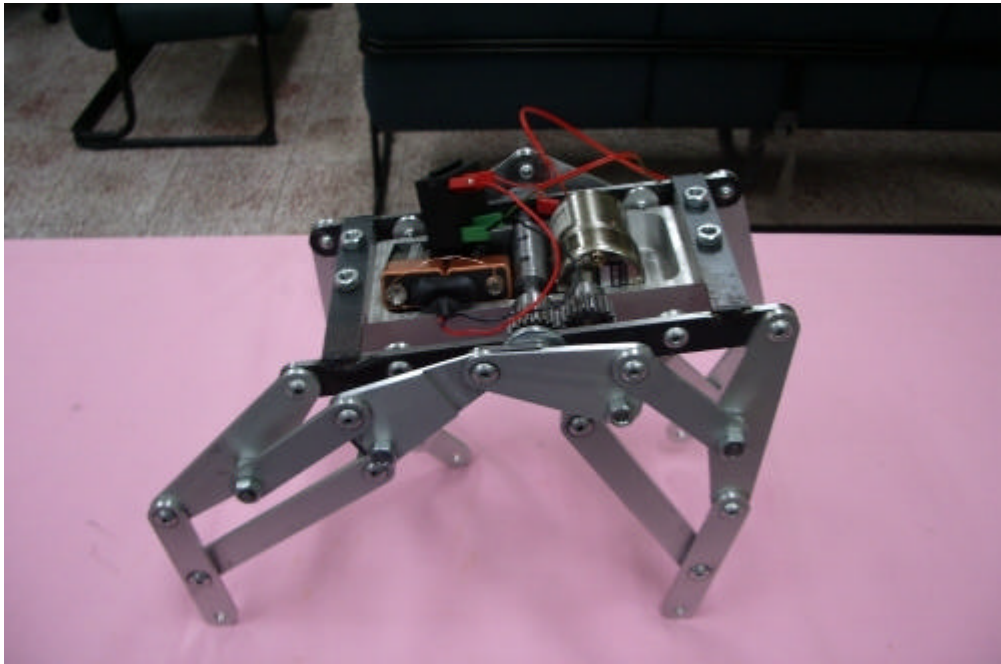


圖 6 - 2 機械馬行走測試

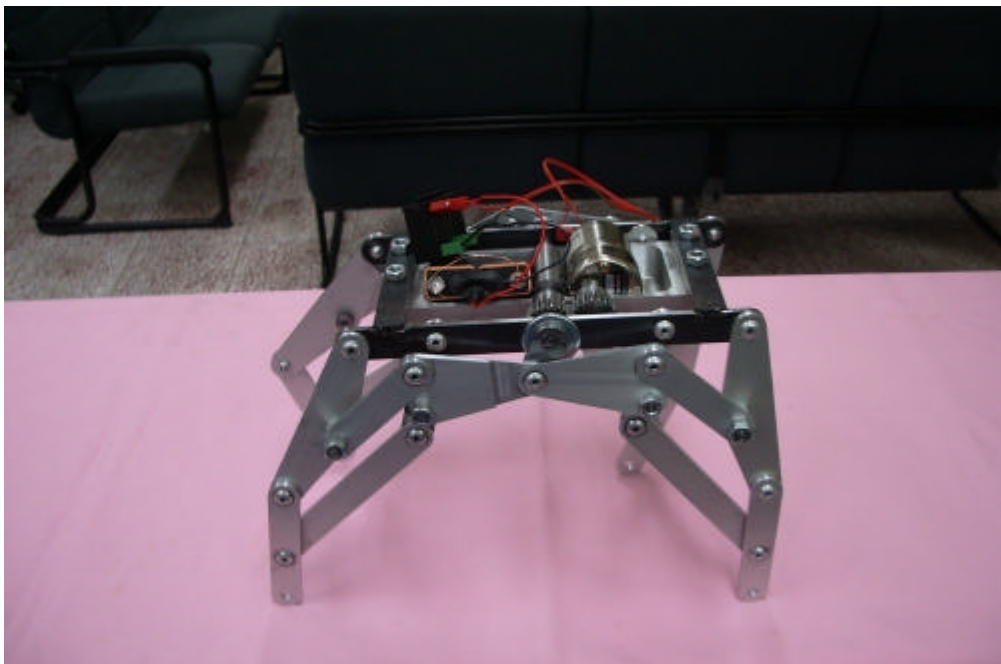


圖 6 - 3 機械馬行走測試

柒、討論

- 一、經過實體行走測試後，發現重心的偏移會使機械馬向斜方向行走，所以在更改曲柄所夾角度，使角度比原先設計稍小一些（約 90 度），行走時會更順暢，向一邊偏移的情形也會減少。
- 二、原先使用 18 V 電壓，曲柄轉速太快而影響重心偏移速度，致使機械馬在行走時搖晃過大，甚至有倒地的情況。若使用 9 V 電壓，則因為電壓太小，而無法使連桿機構順利驅動。最後利用可調適整流器，將交流電轉成電壓 10 V 的直流電，此時曲柄運轉速度適中，不會使馬身搖晃過大，行走順暢，能以近乎直線的方式向前行走。
- 三、馬腳足部原設計成半圓形，是為了先是測試走路跨距的情況，在排除各不利因素後，方便裝置馬蹄部分。
 - （一）增加與地面接觸面積：目前因為圓弧與地面為線接觸，容易產生滑動。
 - （二）讓馬蹄底面摩擦係數增加：為了不讓馬蹄產生滑動現象，在底面使用橡膠類摩擦係數較高的材質。
 - （三）使馬蹄面恆平行地面：馬蹄與小連桿末孔成迴轉對，馬蹄成梯形，讓底面積較大，一方面也受重力影響，恆與地面平行接觸。



圖 7 - 1 馬蹄底面因受重力影響大面恆朝下

- 四、固定盒改用鋁合金製作：原先使用壓克力（重量較輕），但是考慮到壓克力容易脆裂，為了增加強度改用鋁合金，重量增加後，平衡的難度也增加了。

五、可調式曲柄：為了測試不同的曲柄角度對機械馬所造成的影響因此將原先固定曲柄軸改成可調適曲柄。柄軸分成左右兩組，在中間設計套筒聯結器，套筒上分別刻度夾順時針及逆時針為0度、90度、102度、180度等角度，方便往後再測試曲柄夾不同角度的行走狀況。



圖 7 - 2 利用分度機構在套筒上刻劃角度



圖 7 - 3 套筒聯結器

六、原先猜測因為重心的配置，會導致機械馬在行走時會偏向左方，但經過實際測試時將曲柄改為負 102 度時，機械馬卻開始偏向右方行走，而得知更改角度也會導致偏向行走。

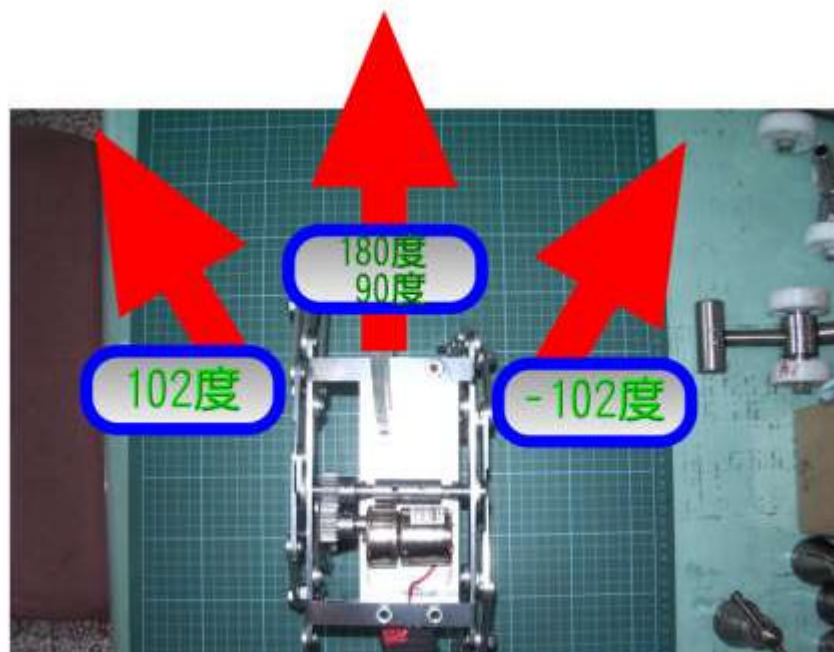


圖 7 - 4 曲柄夾不同角度的行走偏移方向

捌、結論

這次的研究機械馬活動，在製作上也頻頻遭遇到各種意料之外的問題，理想跟實際上的確有一段差距，在 Solidworks2003 模擬中，無法注意到機械馬重心的問題，所以在實際中，馬車行走時會因為重力影響而左右晃動。主因為馬達本身的重量較重，又將安置馬達的固定盒由原本的壓克力材質更改為鋁合金材質，且為了避開齒輪的位置，把固定盒偏向馬的其中一側，導致重心不穩，需要在馬身加上配重，以達更順暢的走動。

研究中，不但練習自己去收集、整理資料，還更進一步的將自己的構想的利用所學到的專業技能將它製造成一個實際作品，對我們來說是一個非常寶貴的經驗；因為從設計到製造過程中，我們不但學到許多設計與製造的相關知識，透過參與這次的研究，也更讓我們去感受到一個機械從設計、製造到組裝是多麼的不容易。

此作品已經達成此研究的目的，機械馬不須依靠拖車，能夠獨自站立行走，但就像剛出生的小馬一樣，走路時候有些顛跛。不過科技就是就是這樣累積而成，此創思也會延續到下一代的機械馬中，希望能夠不僅僅是機械的運用，更融入電子控制，使機械馬更完美。

玖、參考資料

- 一、李榮華 1998 機件原理 台北：龍騰文化事業股份有限公司。
- 二、李榮華 1998 機件原理 台北：龍騰文化事業股份有限公司。
- 三、楊明恭、吳惟 2001 機械材料 台北：東大圖書股份有限公司。
- 四、康鳳梅、許榮添、簡慶郎 2001 機械製圖與實習 台北：全華科技圖書股份有限公司。
- 五、楊玉清 2003 數值控制機械實習 高雄：昱網科技股份有限公司。
- 六、中華古機械研究中心 <http://140.116.71.92/acmlab/newpage9.htm>
- 七、飛統自動化實業有限公司 <http://www.afeton.com.tw/>

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
評 語

高職組 機械科

最佳團隊合作獎

090903

台灣霹靂馬之獨立宣言

國立東勢高級工業職業學校

評語：

機械馬之基本構形是現有的文獻記載資料，連桿機構之尺寸設計，是利用電腦模擬來設定，學術性和創意性不足，實品製作在強調平衡問題，但還未達理想，足部摩擦力也有再努力空間。整體製作過程相當費時又用心，表達能力也不錯，展現其團隊合作能力甚佳。