

# 第十屆旺宏科學獎

## 成果報告書

參賽編號：SA10-061

作品名稱：

腳踏車踏板控制變速的線拉式傳動系統

姓名：趙士翔

關鍵字：腳踏車踏板變速、線拉式傳動、變速器

# 研究題目

腳踏車踏板控制變速的線拉式傳動系統

## 壹、研究動機

鍊條與齒輪是帶動腳踏車的重要結構，雖然腳踏車的歷史已久，但對於重要結構的突破卻未有歷史，因此我期許自己能有更好的設計為人類科技寫下一頁篇章，並且普及大眾。

## 貳、研究目的

- 一、更輕的傳動系統。
- 二、「前」「後」驅動的傳動系統。
- 三、利用腳踏車變速的變速系統。

## 參、研究過程或方法

### 一、文獻探討—腳踏車的力學原理

(一) 一般登山車在配速上習慣使用前齒盤

26/36/48T

22/32/44T(慣用)

22/32/42T

後齒盤(飛輪)慣用 11~32T

(二) 公路車較常用大盤 39/53T

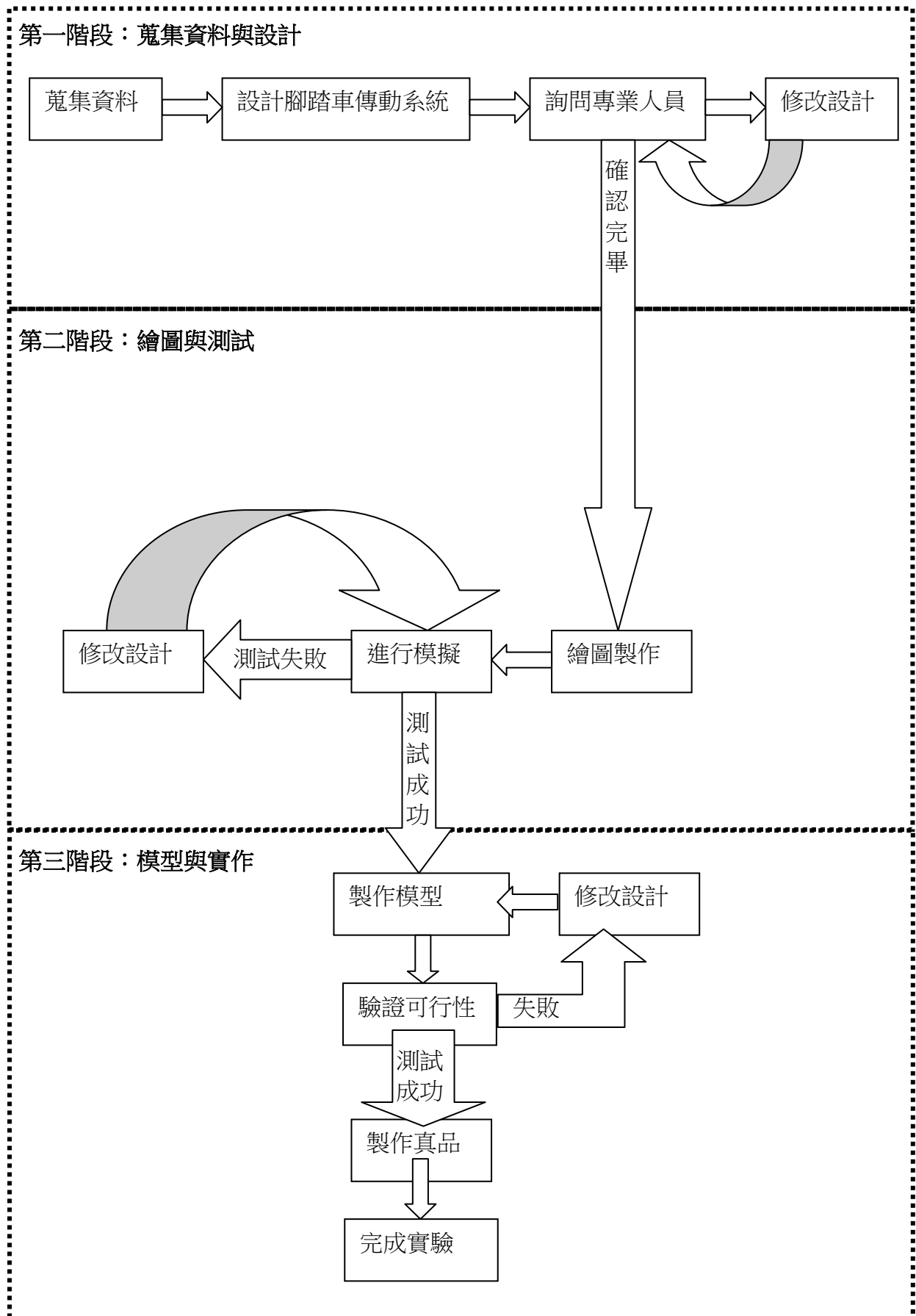
飛輪 11/27T

(三)怎樣才能省力？-- 槓桿原理的「變形」

要讓腳踏車前進，首先便是要克服地面給予輪子的「阻力」。在此，我們可以把後輪及後齒輪之間的關係看成一個「變形」的槓桿，而從槓桿原理中，我們知道：

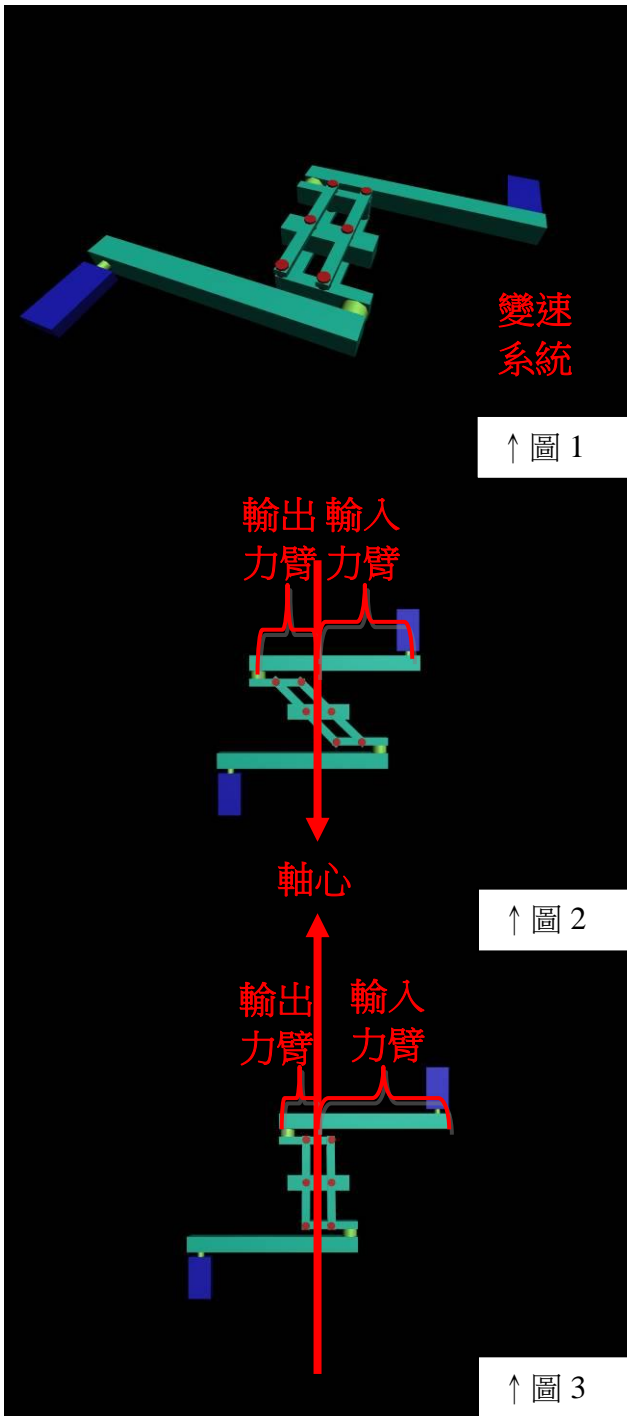
$$(\text{施力}) \times (\text{施力臂}) = (\text{抗力}) \times (\text{抗力臂})$$

## 二、研究設計流程圖



### 三、設計圖

#### (一)變速裝置之變速原理



↑ 圖 1

↑ 圖 2

↑ 圖 3

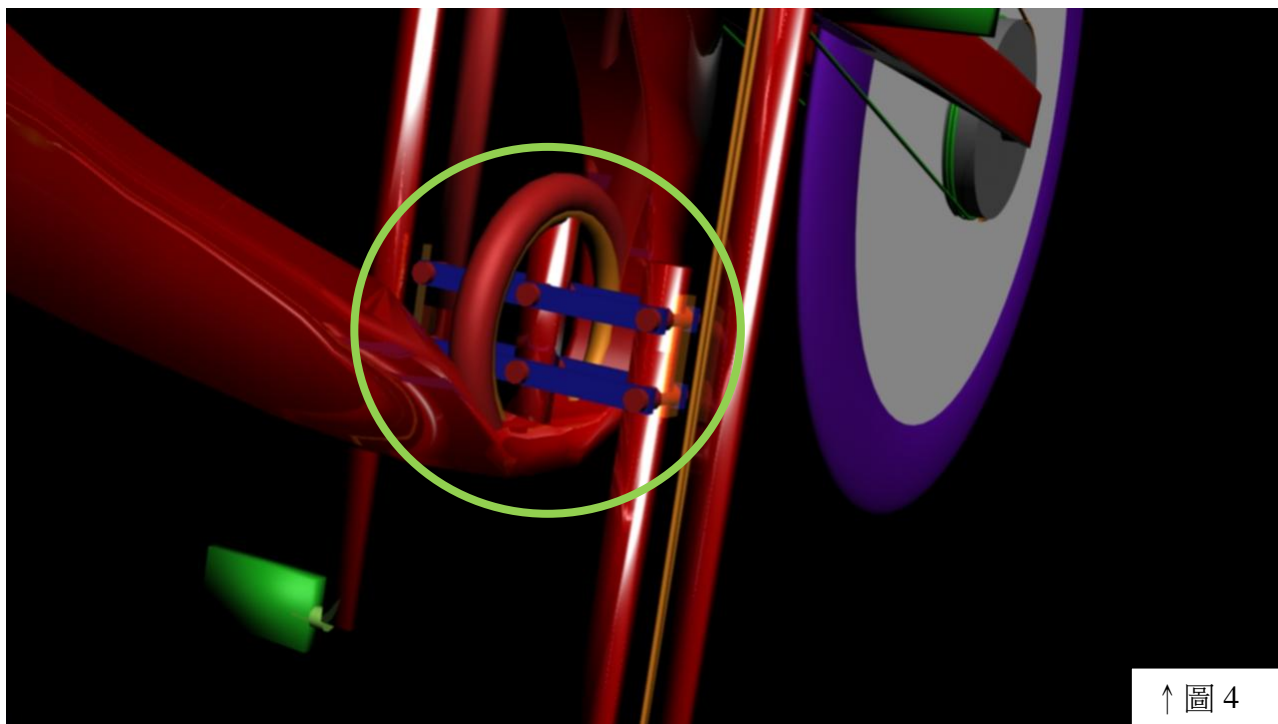
圖 1：藍色方形為踏板。

圖 2 與圖 3：變速方式為改變踏板與軸心的半徑，由此可改變力與力臂之間的距離已達到變速效果。

$$(F_1 \times L_1 = F_2 \times L_2)$$

$$(\text{輸入力} \times \text{輸入力臂} = \text{輸出力} \times \text{輸出力臂})$$

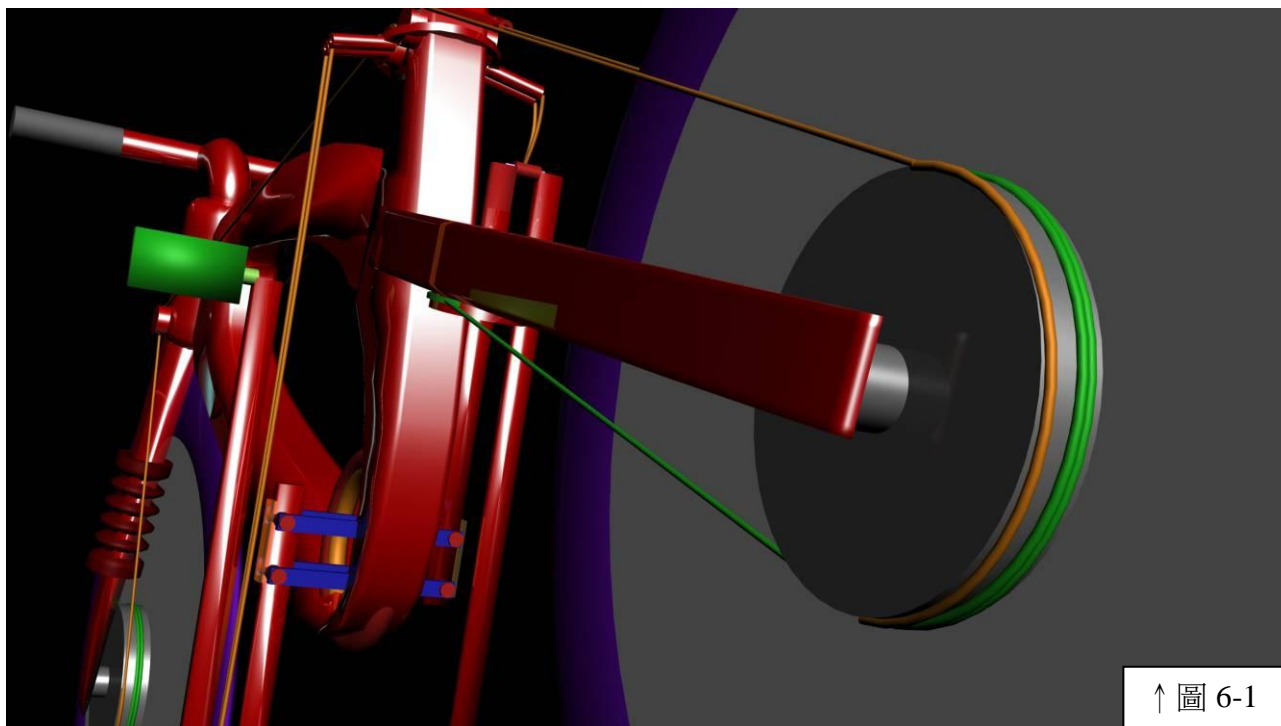
(二)變速系統的概念設計圖



↑ 圖 4

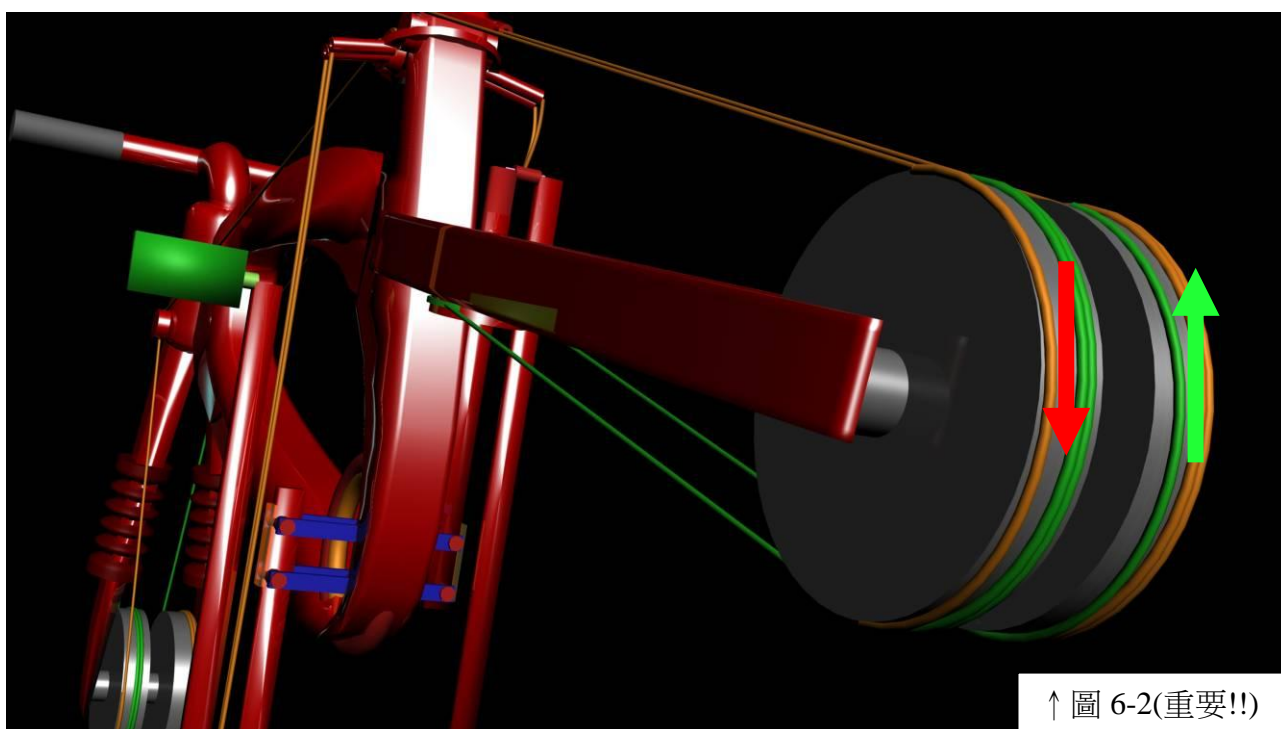
圖 4：變速裝置特寫

### (三)腳踏車線拉式傳動系統設計圖



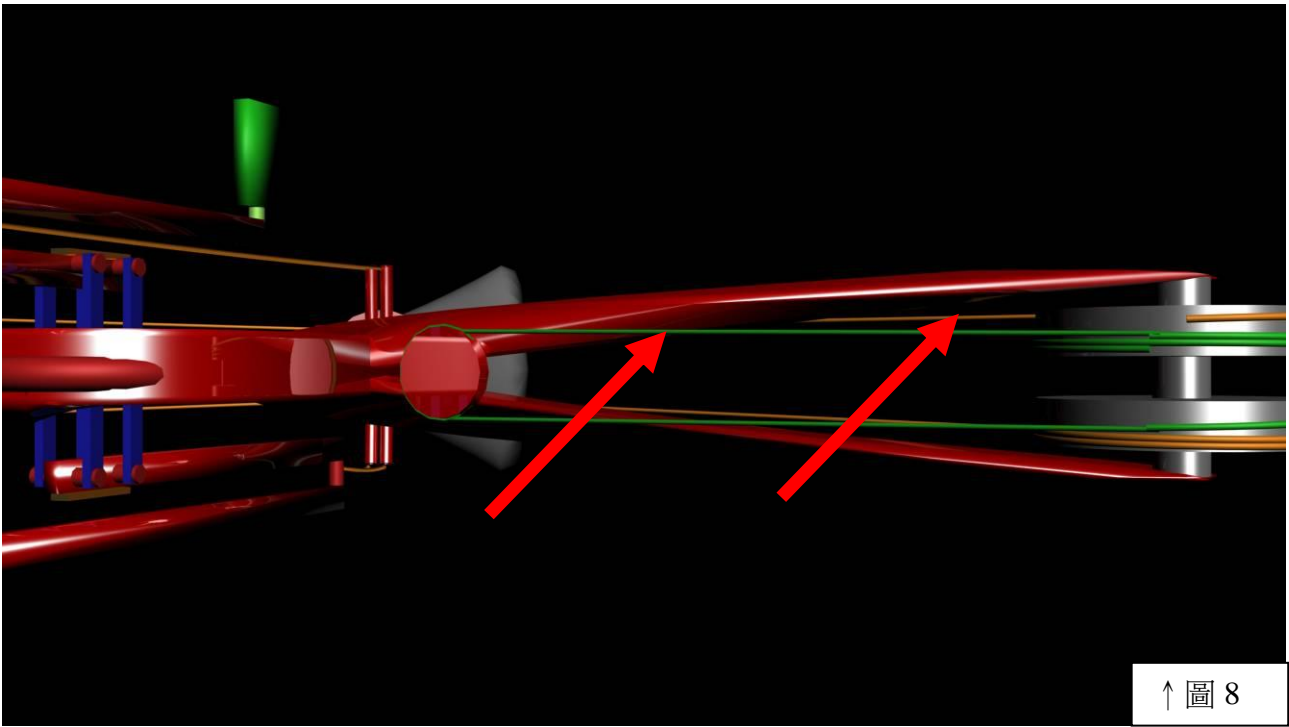
↑ 圖 6-1

圖 6-1：腳踏車傳動系統(有輪子)。



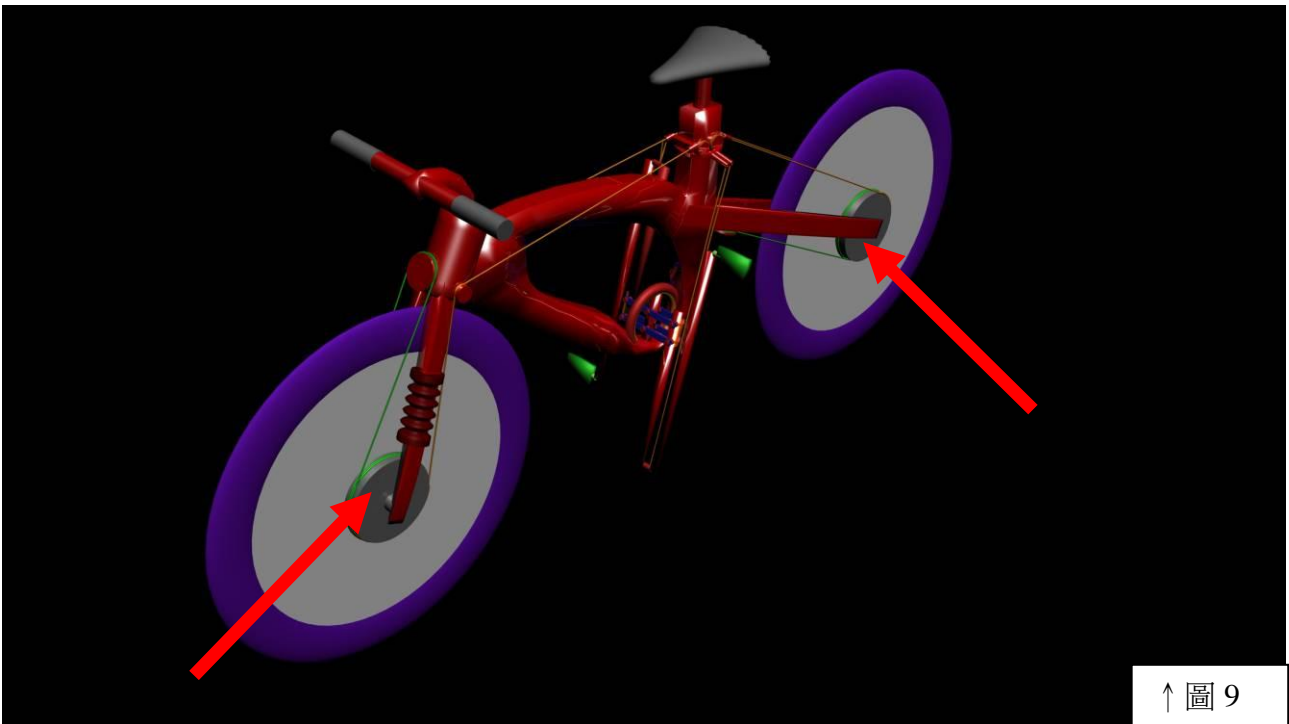
↑ 圖 6-2(重要!!)

圖 6-2(重要!!)：腳踏車傳動系統(無輪子)。紅色箭頭與綠色箭頭位置處分別代表不同的獨立圓盤，在運作時會有相反的旋轉方向，原因是踏板運作的方向是相反的，左右腳踏板所牽扯的繩子在運作時也會有一扯一放的現象，當繩子收緊時會帶動繩子固定在後輪的圓盤而向前運動，同時綠色的繩子會拉扯對面獨立圓盤造成反向轉動以回收對面腳踏板所放鬆的繩子。在相互交替的過程中便可永無止盡的向前走。



↑ 圖 8

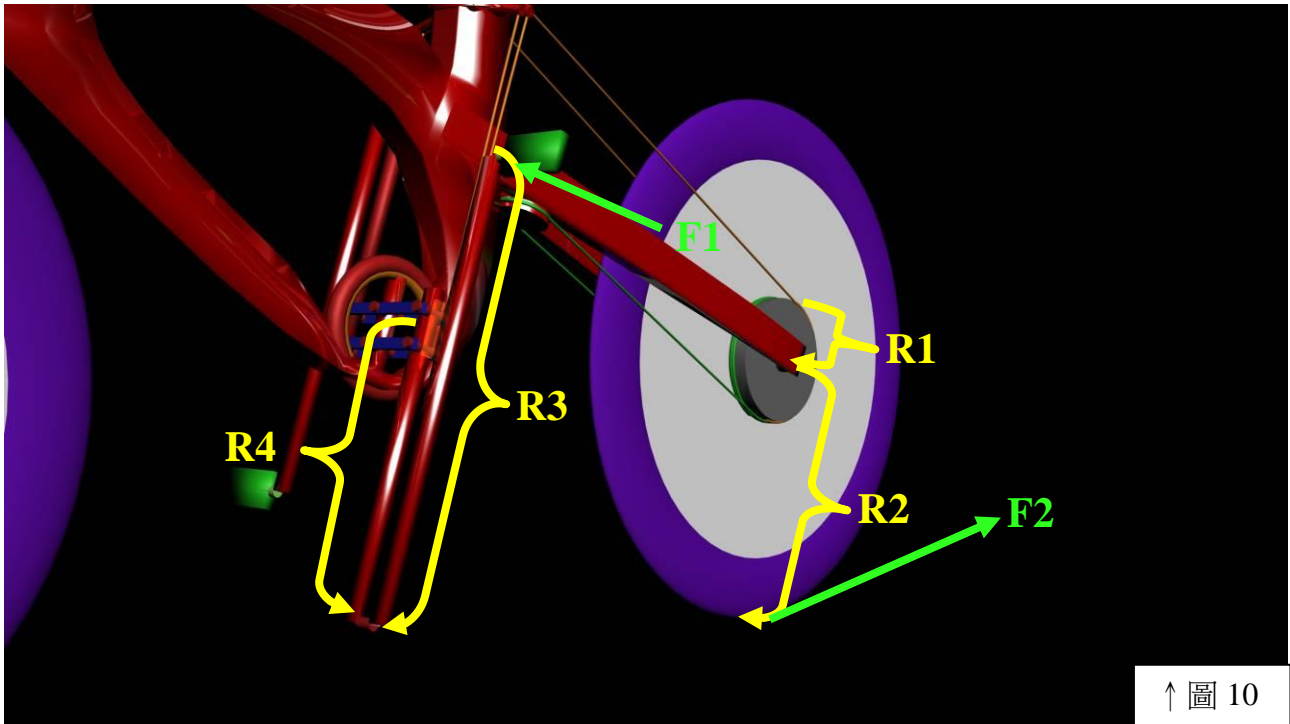
圖 8：(腳踏車後輪下視圖)車子下端綠色驅動線，可以利用踏板相互做動以回收踏板彼此的線



↑ 圖 9

圖 9：此腳踏車採用前後驅動系統，前後驅動的優點是加強與地面的抓地力，在越野賽到時可避免打滑情況發生。

(四)腳踏板變速系統力學轉換圖

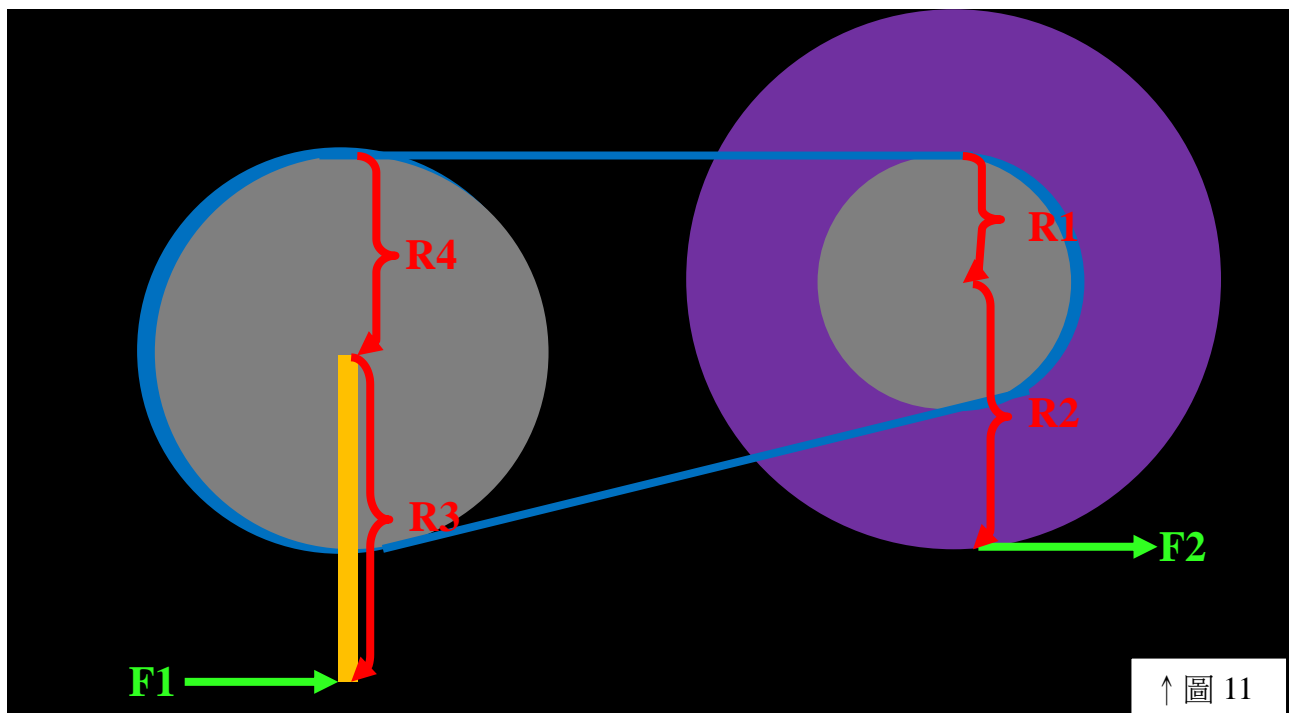


↑ 圖 10

圖 10：  $R_2: R_1 = 13: 1$ ， $R_3: R_4 = 21: 6 \sim 2$

$F_1: F_2 = R_4 \times R_2: (R_3 - R_4) \times R_1 = 5.2 \sim 1 \sim 1.3: 1$  (腳踏板變速器)

( $F_1$  為輸入的力， $F_2$  為輸出的力)



↑ 圖 11

圖 11：  $R_2: R_3 = 13: 9$ ， $R_4: R_1 = 4.3 \sim 0.8: 1$  (登山車)， $R_4: R_1 = 4.8 \sim 1.4: 1$  (公路車)

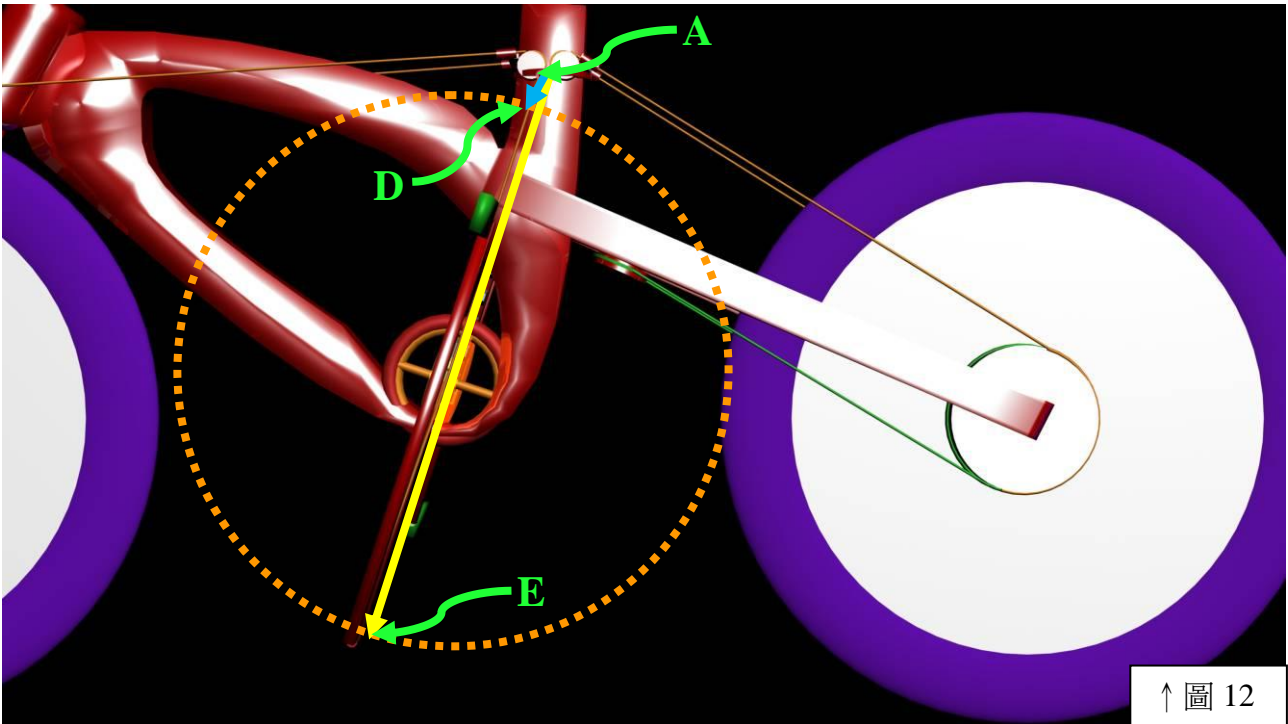
$F_1: F_2 = R_4 \times R_2: R_3 \times R_1 = 4 \sim 0.68$  (一般登山車) or  $4.81 \sim 1.44$  (一般公路車)

( $F_1$  為輸入的力， $F_2$  為輸出的力)

由上述兩圖可得知腳踏板變速器的變速範圍比登山車或公路車相當。

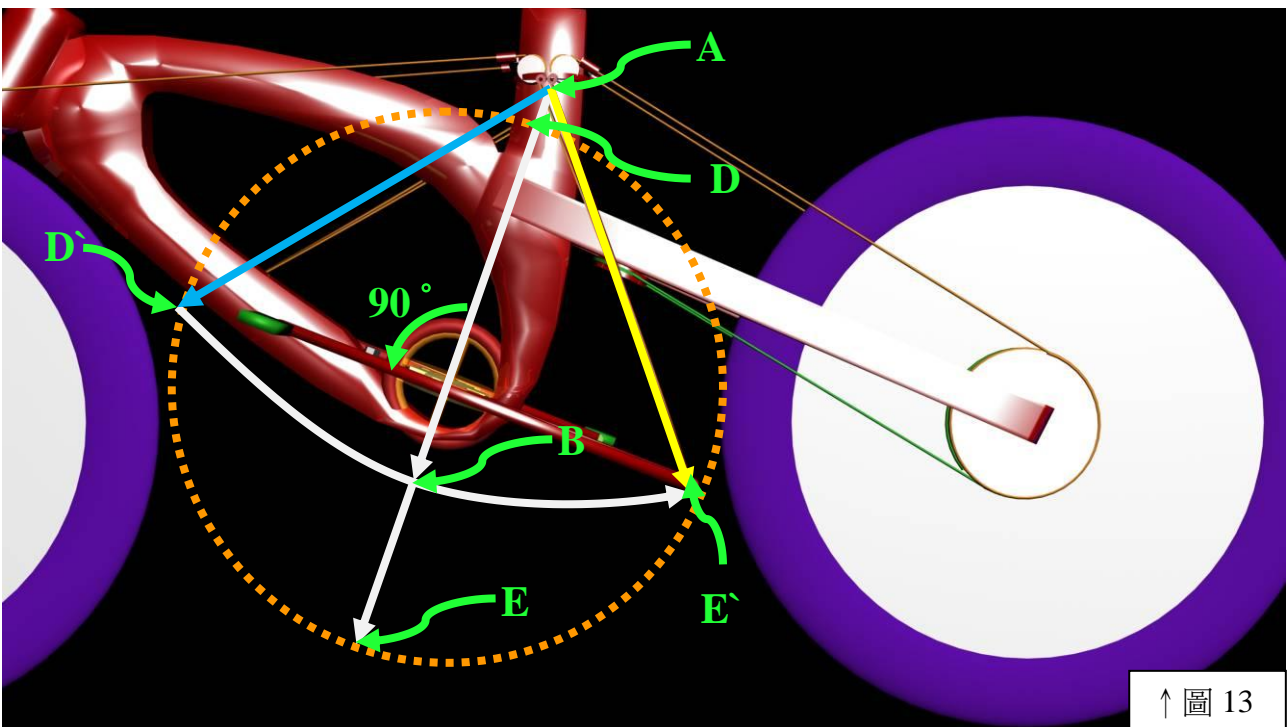


(五)線拉式傳動系統之繩子收放差計算



↑ 圖 12

圖 12：藍箭頭 AD 線段為腳踏車右側的驅動線段，黃箭頭 AE 線段為腳踏車左側的驅動線段，橘色虛線圓是拉扯驅動線時所經過的軌跡。



↑ 圖 13

圖 13：當踩踏踏板時，D 點會移動到 D' 點以「拉扯」繩子，E 點會移動到 E' 點以「鬆放」繩子，而繩子拉扯的長度不等於鬆放的長度，原因：以 AB 為半徑畫圓會經過 D' 與 E' 兩點，也就是說 AB 與 AD' 與 AE' 皆為同一個圓的半徑， $=AD' - AD = AB - AD = DB$ ，DB 線段長就是繩子拉扯的長度， $AE - AE' = AE - AB = BE$ ，BE 線段長就是繩子鬆放的長度。

由上述兩圖可知，當踩踏收縮長度不一樣，因此拉扯左右圓盤的驅動線必須具備彈性。

四、用樂高積木簡易模型實作照片

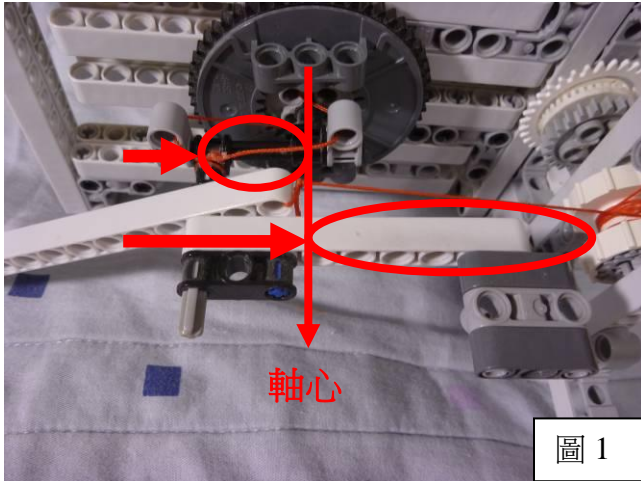


圖 1

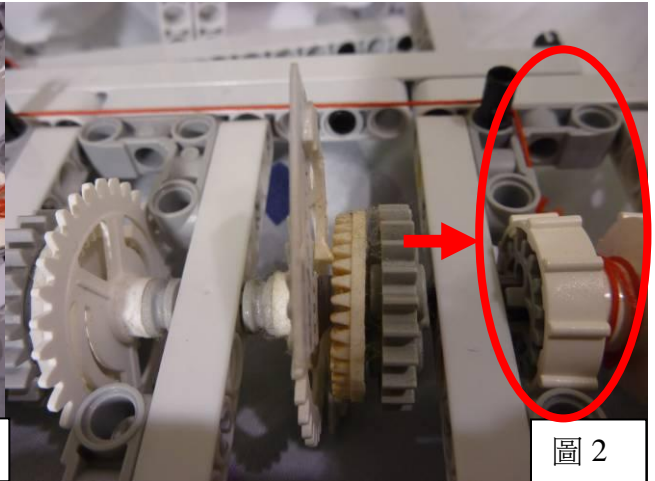


圖 2

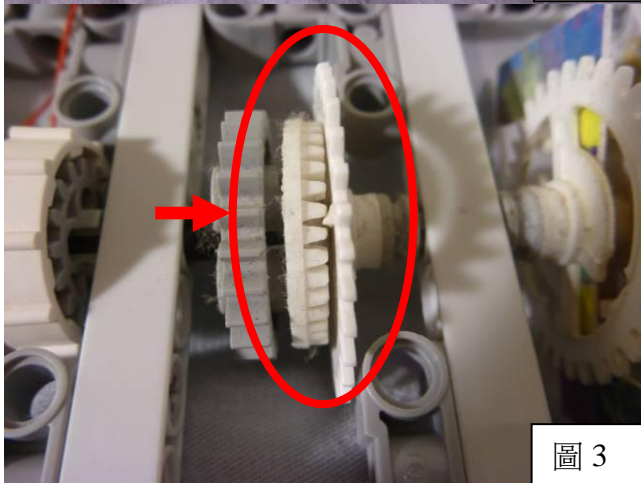


圖 3

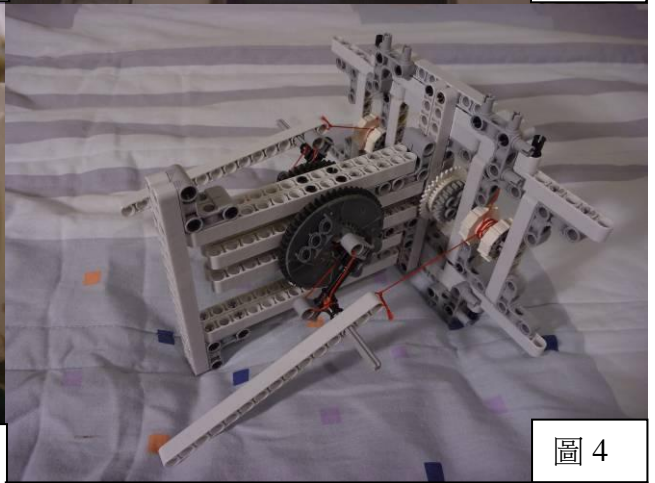


圖 4

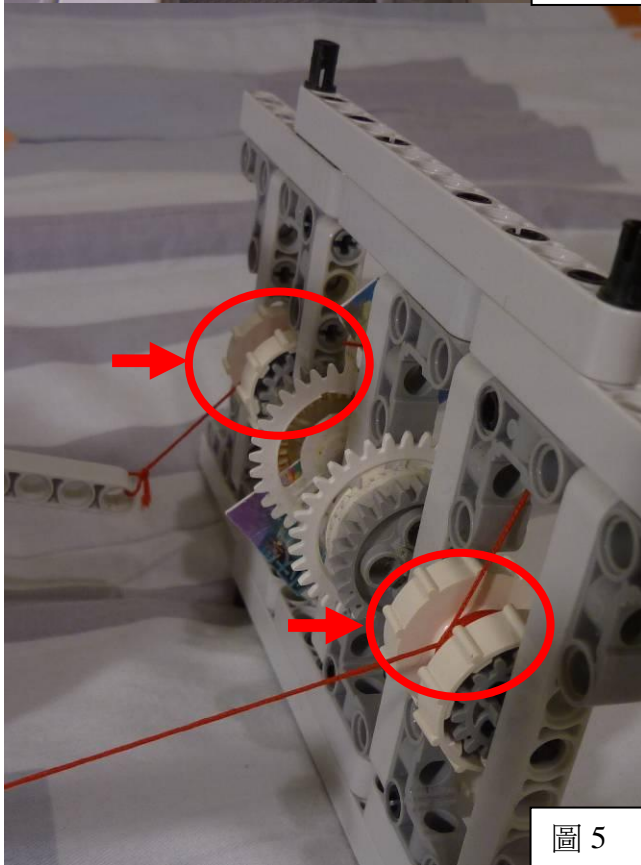


圖 5

圖 1：變速裝置，上箭頭為輸出力臂，下箭頭為輸入力臂。

圖 2：傳動系統，收線裝置。

圖 3：傳動系統，單向轉齒輪。

圖 4：模型完整圖(第一代)。

圖 5：傳動裝置，收線裝置。



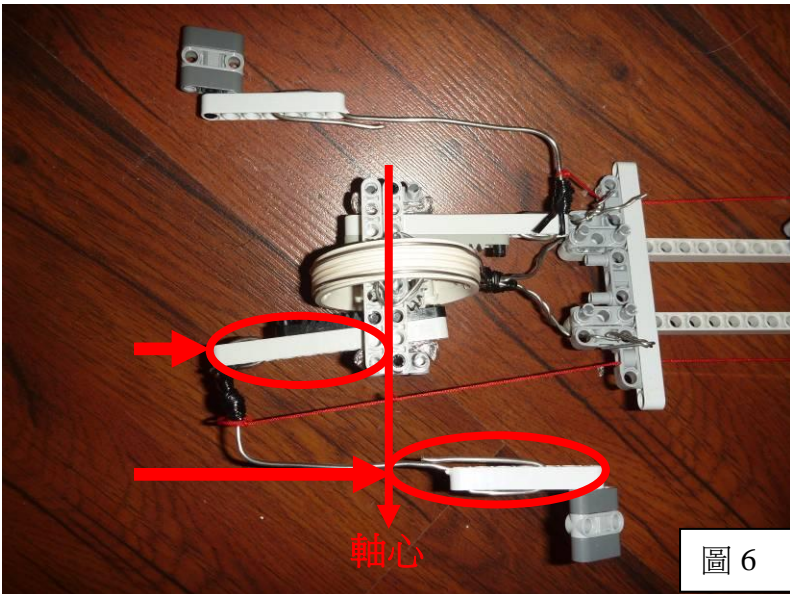


圖 6

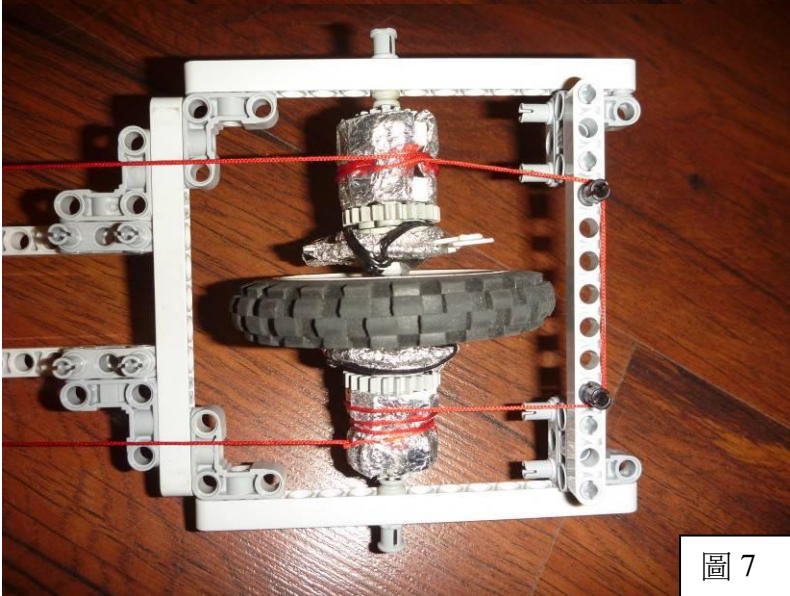


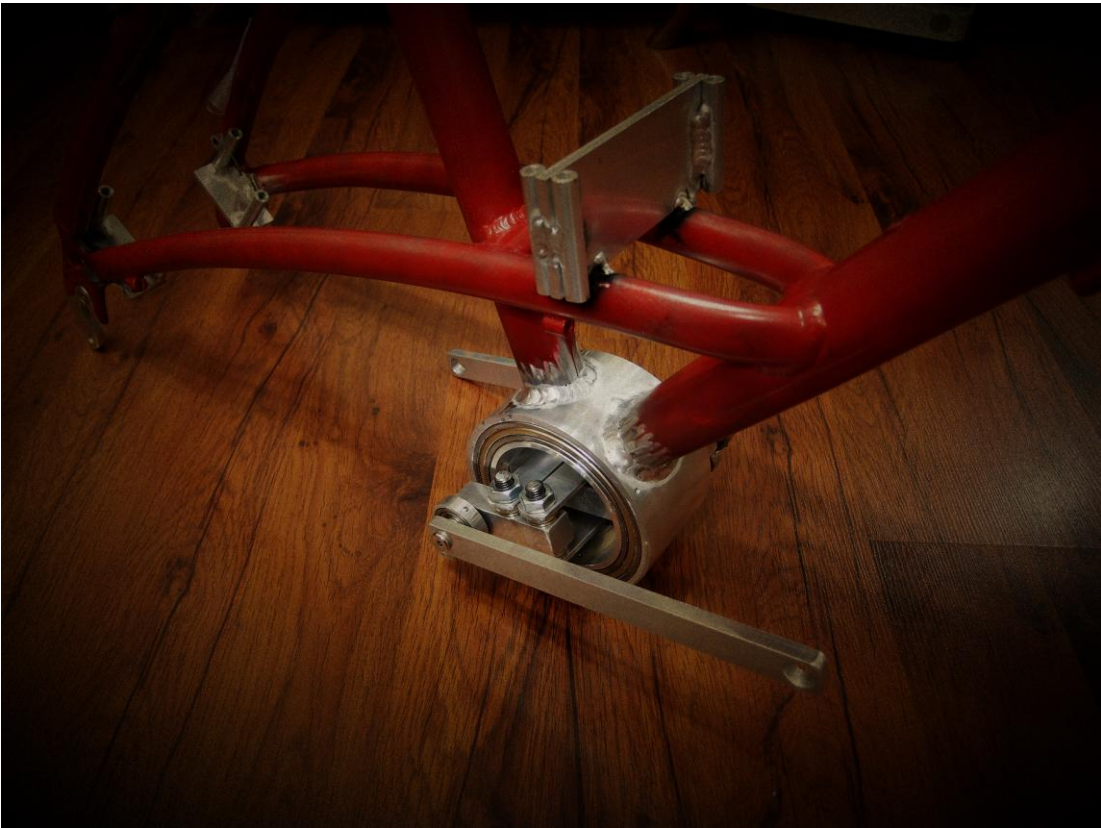
圖 7



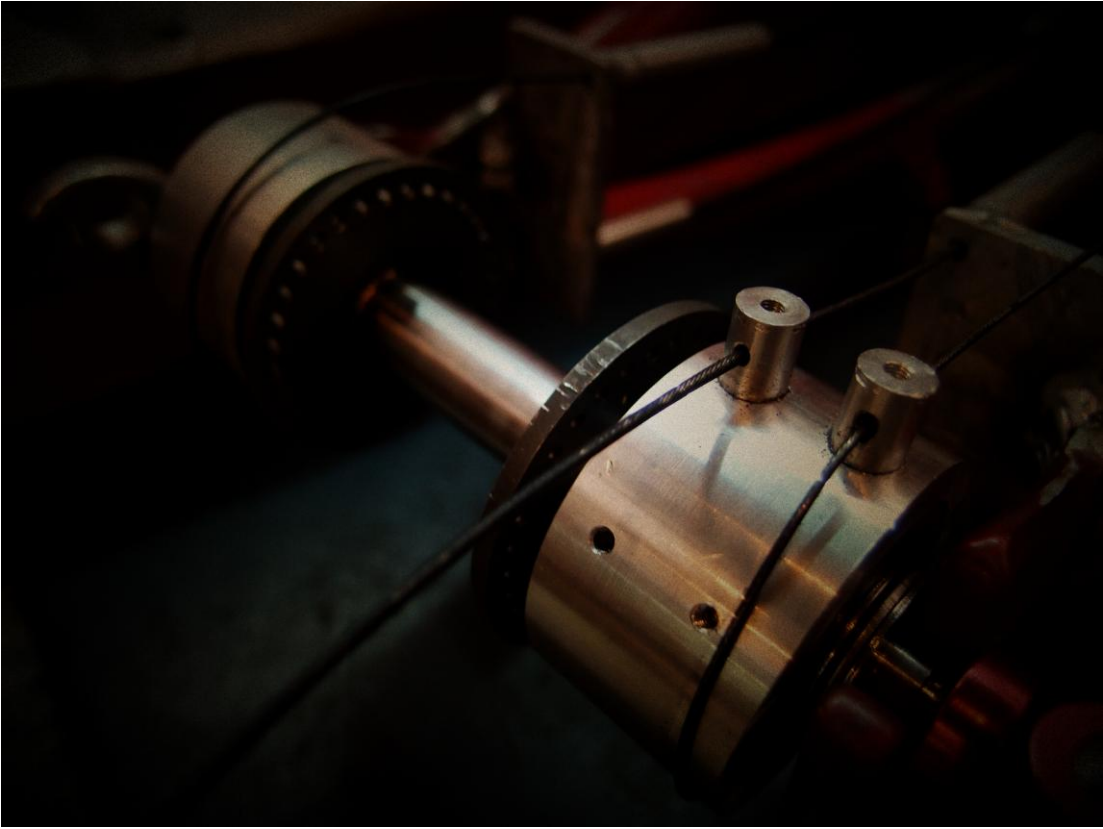
圖 8

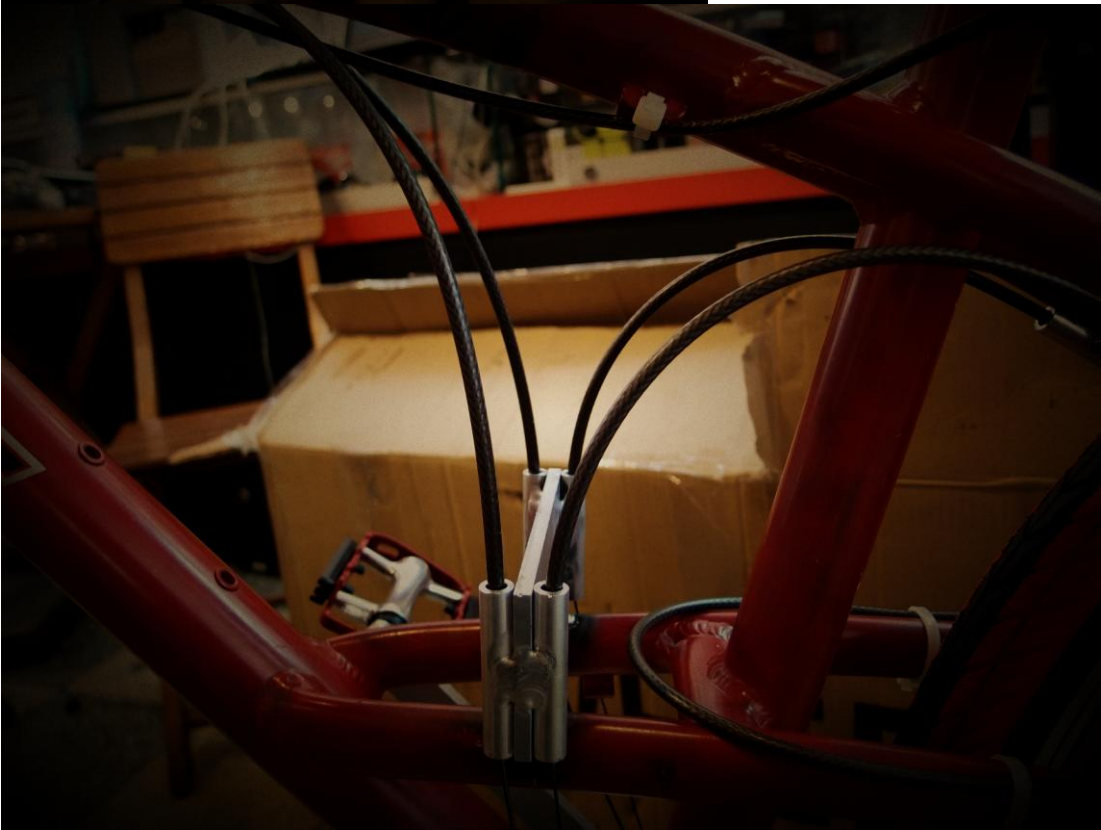
圖 6：變速裝置，上箭頭為輸出力臂，下箭頭為輸入力臂。  
圖 7：傳動系統。  
圖 8：模型完整圖(第二代)。

五、製作實體



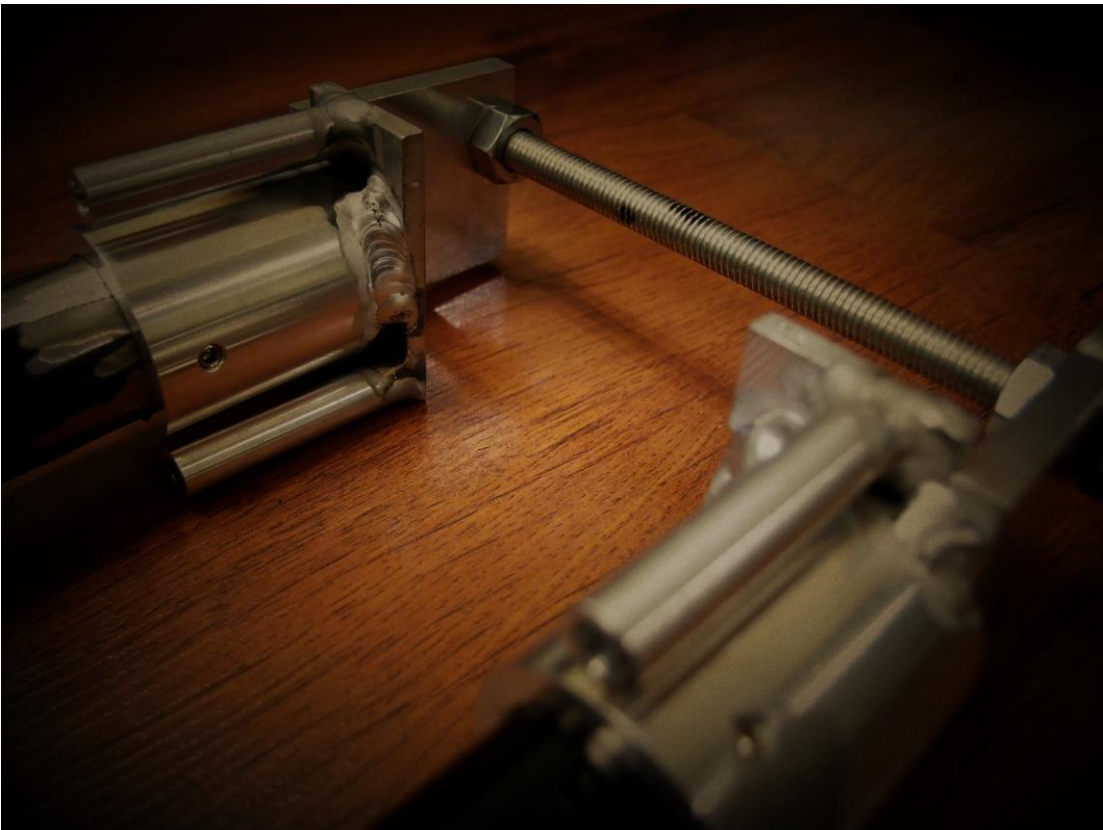




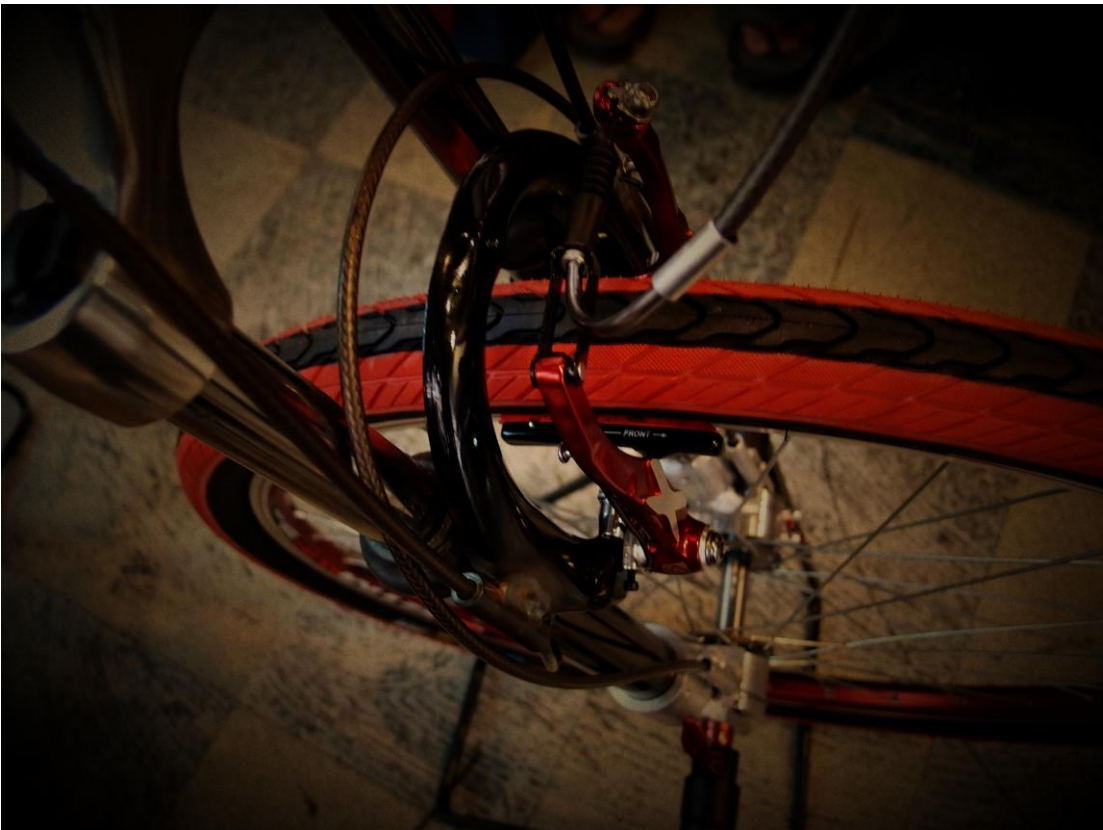
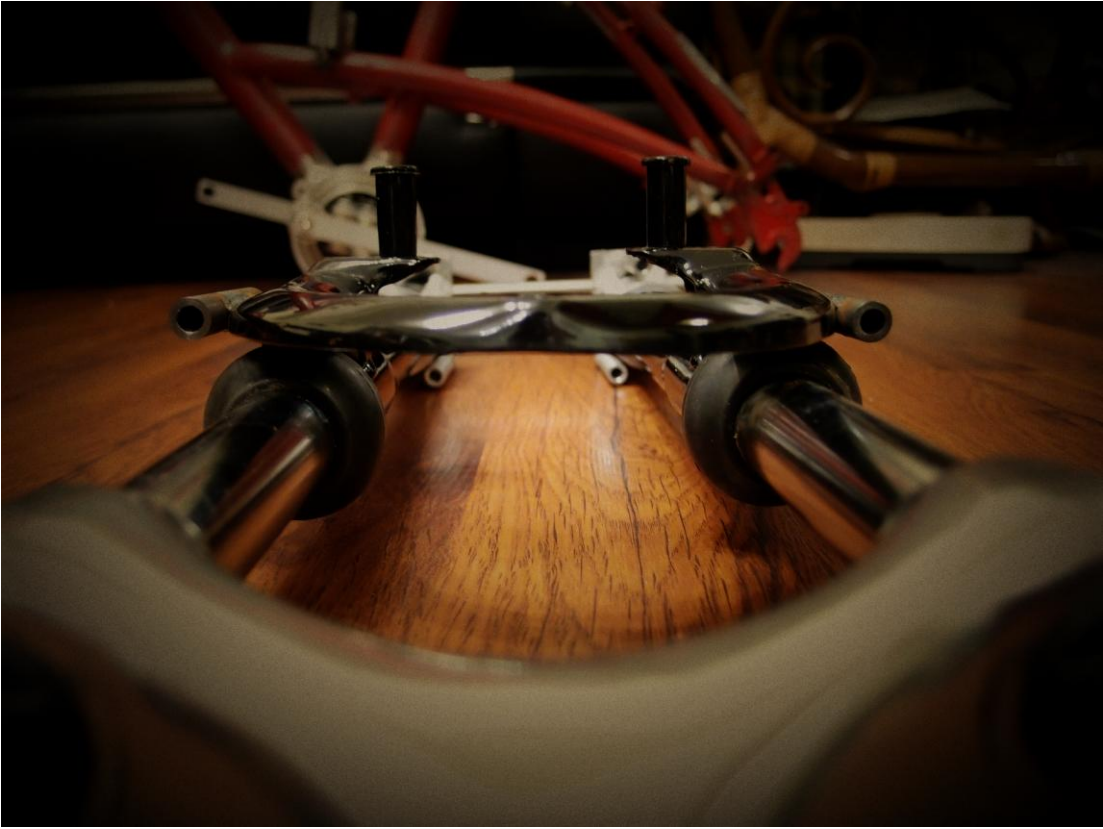




















## 肆、討論

- 一、研究限制：作為傳動的驅動線材，韌性需要足夠。
- 二、踩踏施力方式與傳統踏板不同。
- 三、傳動系統在運作時，繩子的收放有些許誤差，可用彈簧緩衝。
- 四、車體結構強度須能抵抗踏板所產生的扭力。

## 伍、結論

- 一、腳踏板無論是向前或向後踩踏均會向前行駛。
- 二、輪子無法逆轉向後倒車。
- 三、研究以改變踏板至軸心的距離來改變力與力臂之間的關係以達到省力或省時的目的，也就是變速。
- 四、研究以線取代鍊條與齒輪是為了減輕重量。
- 五、研究以線拉式傳動設計成前後驅動腳踏車。
- 六、此研究已成功用軟體模擬運作，也製做出簡易模型，已製成實品。

## 陸、參考資料及其他

### 一、參考資料

李勉民(1983).自動變速箱控制系統・汽車全書：96-97

林瑋倫（民 96 年 6 月 13 日）。機動學論壇。民 98 年 3 月 31 日，取自：  
[http://bime-talks.blogspot.com/2007\\_06\\_13\\_archive.html](http://bime-talks.blogspot.com/2007_06_13_archive.html)

張鈞崑（民 96 年 6 月 13 日）。機動學論壇。民 98 年 3 月 31 日，取自：  
[http://bime-talks.blogspot.com/2007\\_06\\_13\\_archive.html](http://bime-talks.blogspot.com/2007_06_13_archive.html)

### 二、感謝的人與事

- 1.感謝爸爸、媽媽在工作之餘，花時間查看我的設計稿，還有許多許多的支持與幫助
- 2.感謝升志交通工業股份有限公司的大家庭支持
- 3.感謝升志交通工業股份有限公司的經營管理人——鄭氏父子給我許多建議、鼓勵與支持
4. 感謝升志交通工業股份有限公司的開發課——莊課長花費許多時間與心力在幫我製作腳踏車零組件，還有許多貼心嚴謹在許多製作小細微處
- 5.感謝內湖捷安特——世明車行的支持、建議與許多幫助
- 6.感謝內湖區單車家族的店內成員大家庭的支持、關懷與協助
- 7.感謝內湖區單車家族的張老闆費心費力幫我許多大忙，給我許多支持與建議
- 8.感謝麗山高中許多老師的支持與鼓勵
- 9.感謝麗山高中物理科張良肇老師的支持、鼓勵與指導
- 10.感謝麗山高中物理科吳明德老師的支持、鼓勵與指導
- 11.感謝麗山高中生活科技科孫欽祥老師的支持、鼓勵與指導
- 12.感謝麗山高中物理科徐志成老師的支持、鼓勵與指導
- 13.感謝麗山高中物理科陳正君老師的支持、鼓勵與指導
- 14.感謝麗山高中化學科藍偉瑩老師的支持、鼓勵與指導
- 15.感謝麗山高中數學科趙承斌老師的支持、鼓勵與指導
- 16.感謝朋友陳昱廷、李萌、鍾孟庭、陳宇輝、蘇智彥的支持、鼓勵與關心
- 17.感謝麗山高中第八屆 304、第十屆 308 許許多多的同學
- 18.感謝陳恩的心靈陪伴
- 19.感謝許多默默關心我的人
- 20.感謝曾幫助我，但我沒提到名字的人，因為有你們我才能完成作品，謝謝。

### 三、報告書未完成，先趕交報告書…比賽當天後補上