

中華民國第 52 屆中小學科學展覽會

作品說明書

高職組 機械科

第三名

090908

自行車重心轉換裝置

學校名稱：國立大甲高級工業職業學校

作者： 職二 羅敬堯 職二 蔡帛霖 職二 劉郁鑫	指導老師： 張士田 王金柱
---	-----------------------------

關鍵詞：重心調整、最小煞車安全距離、線控氣壓棒

摘要

本研究主要目的在設計出一種機構裝置，讓自行車騎士於騎行下坡路段時，能以線控方式迅速調整座墊向後下方平移以降低同時後移人車重心，藉以減低自行車因緊急煞車所造成之翻車危險。主要裝置係為兩組四連桿機構之組合機構 -- 平行等曲柄機構及擺動滑塊曲柄機構，透過線控作動氣壓棒開關，以臀部坐下施力於座墊或輕微上提離開座墊，來完成重心轉換。本研究同時透過理論公式的推導及實驗驗證，加裝本裝置之自行車操作降低重心後，能大幅縮短了最小煞車安全距離，達到增加自行車行車安全的目的。

壹、研究動機

近年來由於環保意識的抬頭與能源成本升高，利用自行車做為代步工具的人逐年上升，隨著自行車工藝的改良，也越來越多人成為自行車健身與休閒娛樂的愛好者。從平鋪道路到山區陡坡，處處可見單車族的足跡。然而一般大眾對於自行車的騎乘安全，多半一知半解，因此單車意外就頻頻發生。曾經在假日就目睹過在自行車休閒道裡發生的意外，路旁有險降坡的標誌，有幾個小孩卻快速的往下溜，果然，其中一台翻車，造成追撞，有個孩子臉部嚴重擦傷，令人怵目驚心。年前學校的物理老師更是因為在下坡路段摔車，造成手臂骨折，牙齒斷裂，還因此請了一段長假。

想起這些事後，請教過校內對自行車有研究的老師，他告訴我們：「下坡路段本來就是容易車禍的地方，若因車速過快、路面不平或是突然有人闖進車道，緊張之下緊急煞車或煞車不當，都有可能造成自行車翻車意外。」很多有在騎車登山的人都知道，在下坡時要將身體之重心往後移，也就是臀部移向坐墊之後方，坡越陡則重心越往後，雙臂伸得越直，如此才不至因坡太陡又煞前煞而整個人往前翻去，簡單來說就是降低重心。只是這些動作屬於技術性的熟練動作，一般民眾不可能做得好，難道不會這些動作，就無法更安全的通過下坡路段嗎？

自行車產業發達，生產技術日新月異，車身講求輕巧、結構穩固、優異的變速系統，而為了追求最好的踩踏效率更有以下公式（座墊高度 $H=0.885 \times \text{胯長}$ ），雙腿必須接近伸直，如此能讓自行車輕鬆擁有 30km/hr 以上的速度，但是如此卻造成人車重心過高，緊急剎車或下坡過彎時翻車的危險提升，騎乘的安全更是令人憂慮。

我們知道正確的煞車順序可以減低翻車的意外，其實市面上已有成熟的煞車系統，不管煞左邊或是右邊，都能優先煞後輪再煞前輪，甚至於有前輪防煞車鎖死的功能，但是改善上下坡重心轉移問題卻沒有很好的解決裝置，於是在老師的指導下與小組夥伴熱烈討論過後，我們決定從能調整自行車重心的方向，著手探討，以不影響自行車結構安全，同時考慮騎車的舒適度及踩踏效率下，設計出一種能輕鬆達成行車時能自如變換重心的裝置，增加行車的安全，做為此次科展的研究主題。

經過老師的指導與分析我們的主題，我們知道所需要運用所學的有機械力學中的靜力平衡、摩擦力及運動學分析、材料力學的應用分析、機件原理的連桿傳動、機械材料中鋁金屬的機械性質以及實習中電腦繪圖與加工、組裝的技巧等…對此我們充滿了信心與期待。

貳、研究目的

- 一、能分析自行車煞車原理、重心位置及最小安全煞車距離之相關力學問題。
- 二、能研究設計出能幾種能迅速調整人車重心的機構，再選出其中可行性較高，易成功之裝置製作。
- 三、能利用電腦繪圖軟體模擬機構組合及運動干涉，並作靜力分析，設定材料尺寸等。
- 四、能完成機構的零件圖及組合圖草稿，並加工製造、調整裝配及實驗測試結果。
- 五、能依實驗數據印證理論推導公式，探討異同原因並歸納結論與建議。

參、研究設備器材

一、採用之原型自行車及裝備
小徑折疊車及其安全裝備

二、CAD 及編輯軟體
3D 軟體電腦繪圖及文書編輯軟體

三、加工機器設備、刀、工具及精密量具
學校工場之工具機 (車、銑、磨、鑽床等)、刀具(車、銑及手工刀具等)及游標卡尺及分厘卡等精密量具

四、使用材料
鋁及低碳鋼等金屬加工材料

五、應用之零組件
現有規格之氣壓棒、自行車線控器及金屬線材、裝配螺絲及扣環等

六、檢測實驗數據用具
自行車測速器、數位相機、攝影機、碼表及皮尺等

肆. 研究過程與方法

一、研究流程圖

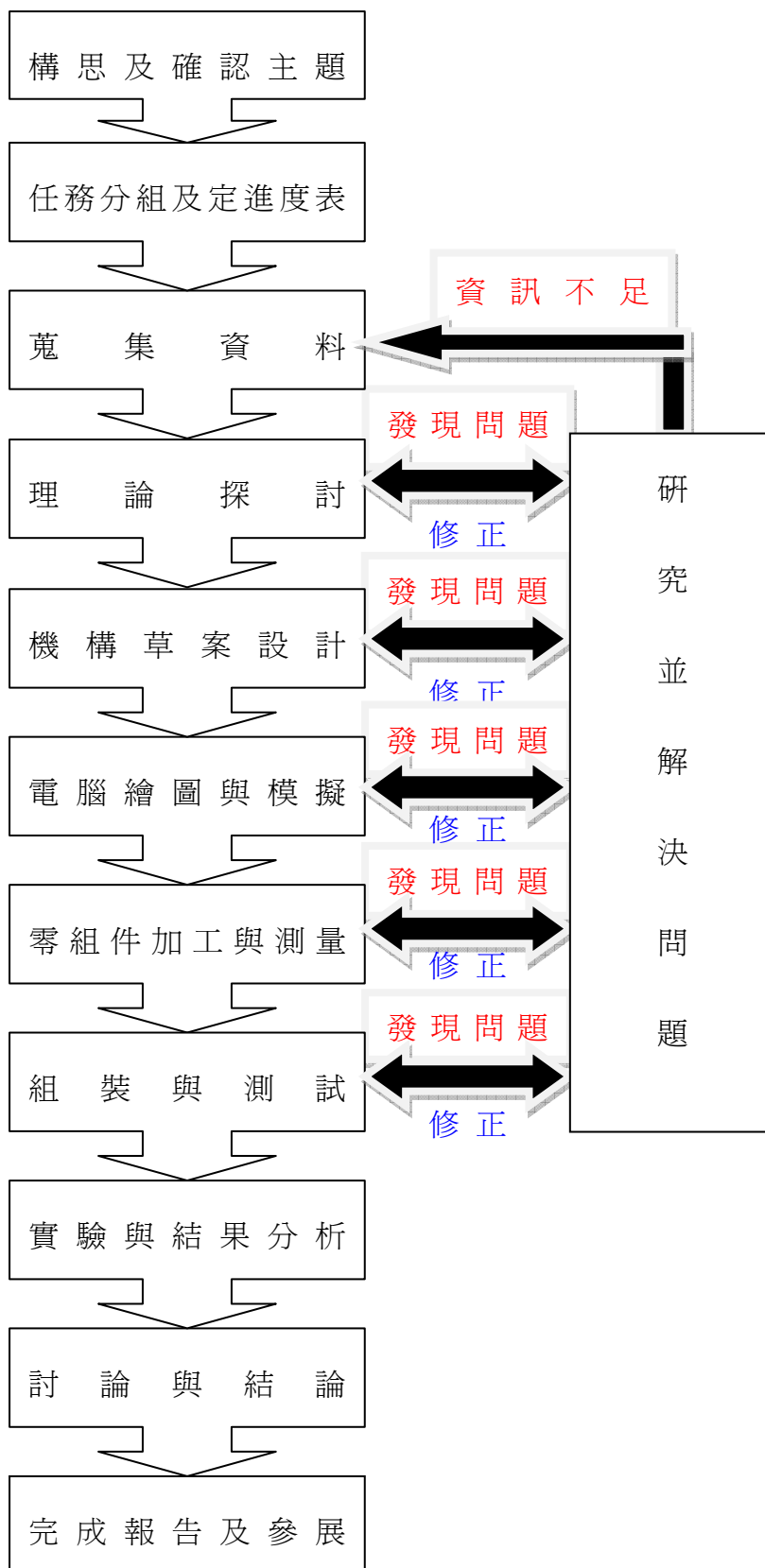


圖 4-1 研究流程圖

二、工作分配

職稱	學號	科別	研究工作及主要工作內容	貢獻度
組長	A	機械	主導機構設計、統整所有資料、主要加工者、裝置測試及發表事宜	34%
組員	B	機械	機構設計及測試、繪製設計圖、統整報告	33%
組員	C	機械	材料選用、協助加工、紀錄實驗紀錄並繪製表格	33%

表 4-1 工作分配表

三、工作進度表

週次 工作項目	週次															負責成員
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1. 確定研究主題	■	■														ABC
2. 擬定研究大綱	■	■														ABC
3. 蒐集資料	■	■	■													ABC
4. 資料整理與理論探討	■	■	■	■												ABC
5. 機構設計		■	■	■	■	■	■									AB
6. 3D 零件與組合繪圖			■	■	■	■	■	■								BC
7. 機構製造				■	■	■	■	■	■							AC
8. 機構組裝					■	■	■	■	■	■						BC
9. 機構測試與修正						■	■	■	■	■	■					ABC
10. 機構討論分析							■	■	■	■	■	■				ABC
11. 撰寫專題報告								■	■	■	■	■	■			ABC
12. 製作簡報									■	■	■	■	■	■		ABC
13. 參加科展比賽										■	■	■	■	■	■	ABC
預定進度	5	15	25	35	45	50	55	65	70	75	80	85	90	95	100	累積百分比

表 4-2 工作進度表

四、資料蒐集

(一) 過去類似的研究資料蒐集

我們從過去的科展作品中找到部分自行車重心高度的理論探討，即 2009 年第 49 屆全國中小學科學展覽高職組機械科得獎作品-自行車前輪防鎖死、安全煞車裝置(附件一)，曾推導重心高度與煞車距離之關係，重心越高相對煞車時間就要越長，否則就會導致翻車。另外在中部某科大的專利發明作品-腳踏車重心自動調整裝置(附件二)，它是利用電位計自動感測錄地勢崎嶇變化，藉由擺垂帶動角度變化而改變電阻並輸出電壓，控制電路以驅動坐墊馬達使座墊調整裝置動作呈現角度變化，而達到前傾或後仰之動作。其目的在幫助因長時間騎乘之壓力造成臀部不適，藉由座墊傾斜改變重心的位置，以提高騎乘的舒適度。

另一項是與我們研究作品類似，仿間研發製造的商品-油氣壓高低可調座管(附件三)。即騎乘者於上下坡時，可藉由油、氣分離設計之座管調整座椅高度，以改變重心高度。

(二) 自行車正確的下坡騎乘方式

爲了證實重心改變能增加自行車騎乘安全，我們蒐集到正確的下坡騎乘方式，即騎乘自行車在下坡路段時，正確的動作如下圖，下坡時要將身體之重心往後移，也就是臀部移向坐墊之後方，坡越陡則重心越往後，如此將重心下降，即可減少翻車的力矩，達到安全下坡的效果。



圖 4-2 正確的下坡騎法

(三) 氣壓棒的原理與應用

氣壓棒的作用原理係利用可控制連通與否及空間消長之兩個氣室，以及高壓氮氣，藉由兩氣室內氣體壓力隨空間變化產生之壓差，作為升降伸縮之動力，同時亦利用高壓氣體近似液體之耐壓縮性提供支撐力，內部構造圖如下。以辦公旋轉椅為例子，將椅子的調整閥搬動後，讓氣壓棒內的控制閥門打開，氮氣壓力循環由活塞下端進入上端，而椅子就會上升，當氣壓管內控制閥門關閉後，活塞位置停留在設定的位置，停留在當前的高度，而椅子的升高及下降，僅需調整閥打開壓力閥門調整即可。



圖 4-3 氣壓棒示意圖

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
控制銷	控制閥	內氣室	外油管	塑膠襯套	活塞	外氣室	內油管	培林	油封	活塞桿	鋼珠座	中管

表 4-3 氣壓棒各部名稱

氣壓棒的作動能持續自動升降伸縮而不需消耗電源，非常符合環保的議題。氣壓棒的使用甚廣，大至飛機艙門，或是自行車的避震器……等，都是氣壓棒的應用。且從未因為高溫或是碰撞導致氣壓棒破裂爆炸的例子(填充惰性氣體)。若有故障情形，頂多是控制閥門損壞，造成氣壓外洩失去應有的壓力。因此非常適合我們的機構動力使用。

搜尋市場上買得到的氣壓棒產品多為氣壓椅或汽車尾門桿之現品，尺寸上大都不適用，在與指導老師請教後，我們決定由製造廠找起，很幸運的，我們找到一家在台南的熱心的高科技廠商，聽到我們的訴求後，覺得他們的生產的某項客製產品(附件四)可能適用，願意免費提高兩支給我們測試，為此我們非常的感激，並將該產品運用於本項設計中。

五、理論探討

經過與指導老師的充分討論後，我們知道所需要的理論應用有機械力學中的靜力平衡、摩擦力及運動學分析、材料力學的應用分析、機件原理的連桿傳動等…。於是我們就以上相關理論的應用進行探討。

(一) 機械力學相關理論

首先我們必須先了解自行車剎車時，重心對前後輪剎車力的影響，自行車前行時，即使騎乘者停踩踏板，車體與車手仍會因慣性而持續前進。而自行車在急煞車時，若將前輪煞死，車身常會以前輪接地點為支點，因車體有向前的慣性，再加上人車的質心位於支點側邊的上方處，會產生前傾方向的力矩，造成前輪的負重增加，後輪的負重減輕，當後輪的負重為零時，就會開始往前撲倒，即為所謂的「翻車」了！若僅煞後輪，因人車慣性前進，後輪負重減輕，前進力大於輪胎與地面之摩擦力，則容易產生「打滑」。根據研究資料顯示最好的煞車方式，並非是前後輪煞車力各50%，而是「前7後3」即前輪煞車力道佔70% 後輪佔30%，騎乘者視情況調整重心以增加後輪煞車力道，若只煞前輪或後輪，都是十分的危險。

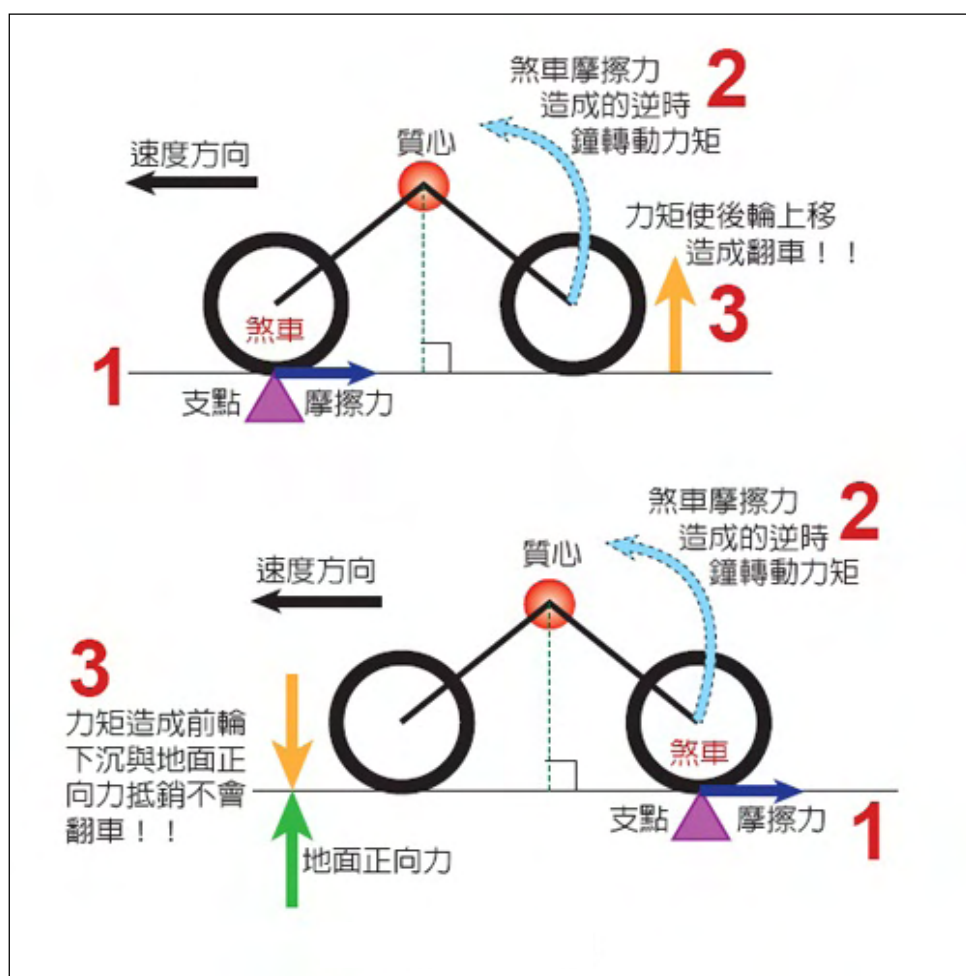


圖 4-4 前後輪煞車示意圖

從以上敘述我們仍然很難了解，重心偏移的重要性，因此我們做了以下公式的推導，先假設

- S_{\min} : 最小煞車安全距離
- V_0 : 煞車前之車速
- l : 重心 G 與煞車點的垂直距離
- d : 重心 G 與前輪煞車點之水平距離
- N_A, N_B : 分別為地面作用於前後輪輪胎之反力
- f_A, f_B : 分別為地面與前後輪輪胎之摩擦力

1. 騎行平鋪路面之煞車分析：

靜止或等速行駛時，因人車重量 Mg 平均分配於前後兩輪

故 $\sum F_y = 0$ $Mg = N_A + N_B$ 此時 $N_A = N_B$

緊急煞前輪時，當後輪前翻瞬間，即 $N_B = 0$

$$\sum F_y = 0 \quad Mg = N_A$$

$$\sum M_G = 0 \quad f_A \times l = N_A \times d$$

$$f_A = \frac{d}{l} \times N_A = \frac{d}{l} \times Mg = Ma \quad \text{故煞車之減速度 } a = \frac{d}{l} \times g$$

由上式可得到最小安全煞車距離為

$$S_{\min} = \frac{V_0^2}{2a} = \frac{V_0^2}{2(\frac{d}{l})g} = \frac{V_0^2 l}{2dg} = \frac{V_0^2}{2g} \left(\frac{l}{d}\right) \quad (4-1)$$

由(4-1)式中，我們知道當重心高度越高或兩輪輪距越小時，需要越長的安全煞車距離才不至於翻車。爲了要更清楚 (4-1) 式所代表的意義，我們實際量測實驗採用之小徑車尺寸，得到 $l = 88cm, d = 42cm, \frac{d}{l} = 0.477$ ，而根據實際資料顯示，輪胎與瀝清地

面的摩擦係數 μ 約爲 0.8g，故由最大摩擦力 $f_{\max} = 0.8N_A$ 得到其減速度最大應爲

$0.8g > 0.477g$ (由公式算出之最小安全刹車之減速度)，也就是說減速度都未超過 0.8g，即在煞車過程中並不會產生滑動。

比較本設計機構--自行車重心轉換裝置之重心偏移結果，當作動後座墊偏移至後下方最低點時，量得 $l' = 78.3cm, d' = 53.8cm, \frac{d'}{l'} = 0.687$ ，同樣減速度都未超過 0.8g，亦即在煞車過程中並不會產生滑動，符合上述推導公式。

爲求得更精確的數據，我們分別以車速 $V_0 = 10, 20, 30, 40 \text{ km/hr}$ ，比較自行車重心調整前後之最小煞車安全距離變化，得到(圖表4-5)

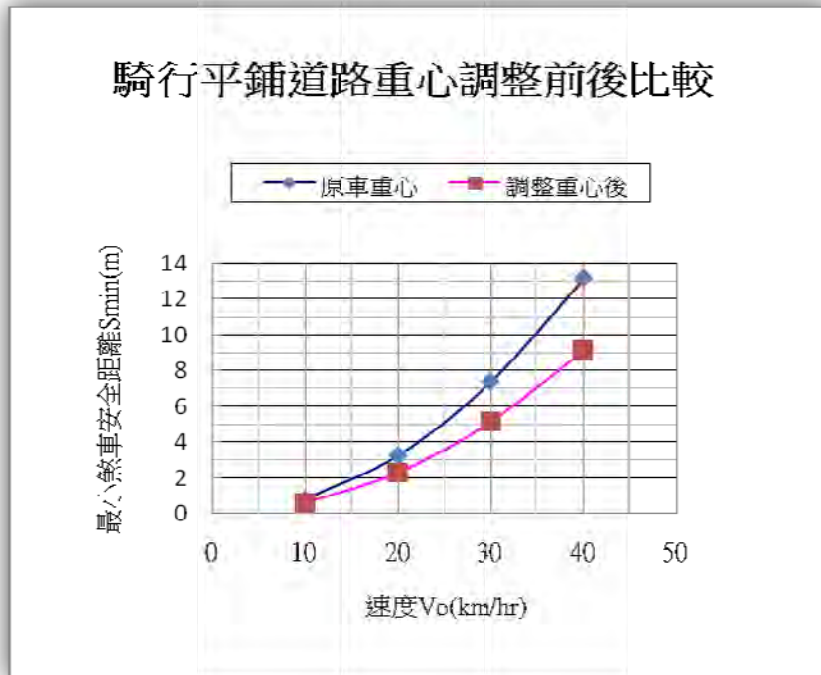


圖 4-5 騎行平鋪道路重心調整前後比較

由上表中，當行車速度 20km/hr 時，重心未變化時，所需最小煞車安全距離為 3.292m，重心變化後，則所需最小煞車安全距離降為 2.286m。即調降後的最小煞車安全距離為原來的 **0.694 倍**(車速改變時亦同)。由此得知，重心調降後也同時減少了翻車的可能。

2. 騎行下坡路面煞車分析：

靜止或等速行駛於下坡路面，設路面傾斜角為 θ

$$\text{故 } \sum F_y = 0 \quad Mg \cos \theta = N_A + N_B$$

$$\sum M_G = 0 \quad N_A \times 2d = Mg \cos \theta \times d + Mg \sin \theta \times l$$

$$\text{得到 } N_A = \frac{Mg \cos \theta}{2} + \frac{Mg \sin \theta \times l}{2d}$$

$$\text{又同理 } N_B \times 2d + Mg \sin \theta \times l = Mg \cos \theta \times d$$

$$N_B = \frac{Mg \cos \theta}{2} - \frac{Mg \sin \theta \times l}{2d}$$

由上式得到 $N_A > N_B$ 即行駛於斜坡路面，下坡時前輪反力 > 後輪反力
緊急煞前輪時，當後輪前翻瞬間，即 $N_B = 0$

$$\sum M_G = 0 \quad f_A \times l = N_A \times d = Mg \cos \theta \times d$$

$$f_A = Mg \cos \theta \times \frac{d}{l}$$

$$\text{阻止下坡前行力 } F = Ma = f_A - Mg \sin \theta = M \times (\cos \theta \frac{d}{l} - \sin \theta)g$$

$$\text{故得煞車之減速度 } a = (\cos \theta \frac{d}{l} - \sin \theta) \times g$$

由上式可得到最小安全煞車距離為

$$S_{\min} = \frac{V_0^2}{2g} \times \frac{1}{(\frac{d}{l} \cos \theta - \sin \theta)} \quad (4-2)$$

我們同樣採用本實驗之小徑車尺寸 $l = 88\text{cm}$, $d = 42\text{cm}$, $\frac{d}{l} = 0.477$ ，代入公式(4-2)，

以車速 $V_0 = 20\text{ km/hr}$ ，比較當斜坡角度 θ 越大時，最小煞車安全距離的變化，得到(圖表 4-6)

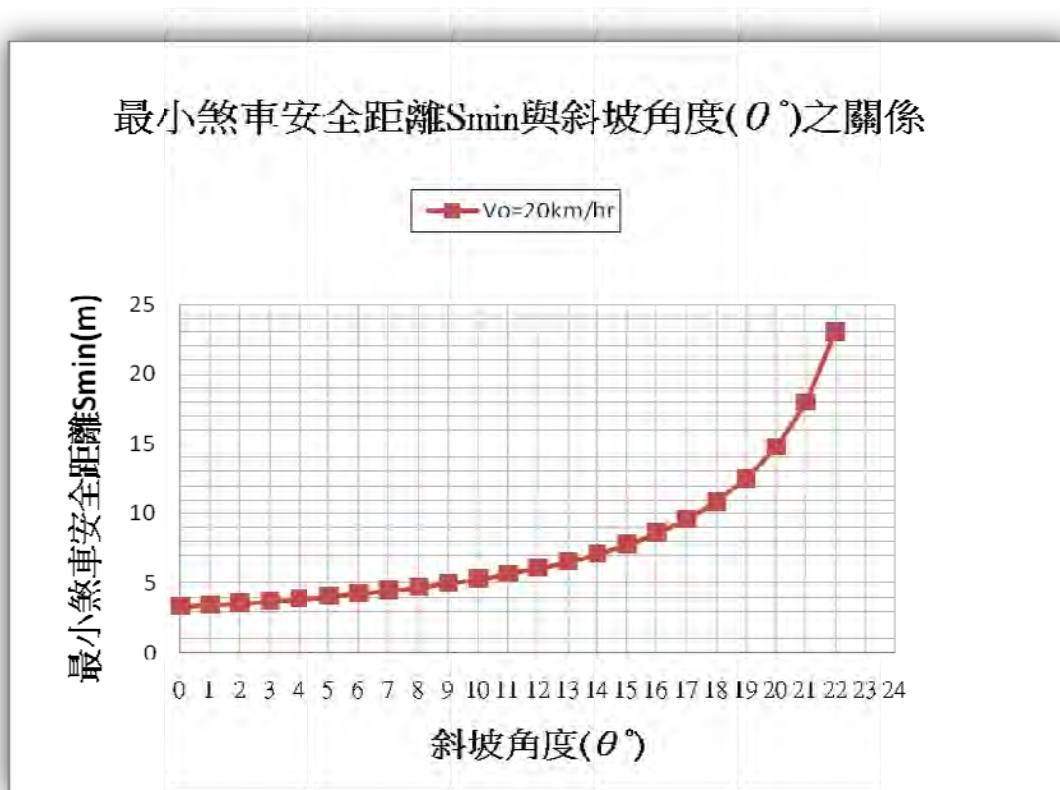


圖 4-6 最小煞車安全距離 S_{\min} 與斜坡角度 θ 之關係

由上圖表得知，隨著斜坡角度遞增，最小煞車安全距離亦隨之增加，且角度越大其值增加之倍率越大。例如：當 $\theta = 0^\circ$ 時 $S_{\min} = 3.292\text{m}$ ，當 $\theta = 6^\circ$ 時 $S_{\min} = 4.245\text{m}$ ，當 $\theta = 12^\circ$ 時 $S_{\min} = 6.067\text{m}$ ，當 $\theta = 18^\circ$ 時 $S_{\min} = 10.833\text{m}$ 。由此可見，自行車行駛於下坡路段的危險性高出平鋪道路非常多。

同樣的我們比較本設計機構--自行車重心轉換裝置之重心偏移作動至後下方最低點時

$l' = 78.3\text{cm}, d' = 53.8\text{cm}, \frac{d'}{l'} = 0.687$ 代入公式(4-2)，我們分別以車速 $V_0 = 10, 20, 30, 40 \text{ km/hr}$ 在斜坡角度 $\theta = 6^\circ, 12^\circ, 18^\circ$ 時，比較自行車重心調整前後之最小煞車安全距離變化，得到(圖表 4-7)到(圖表 4-9)

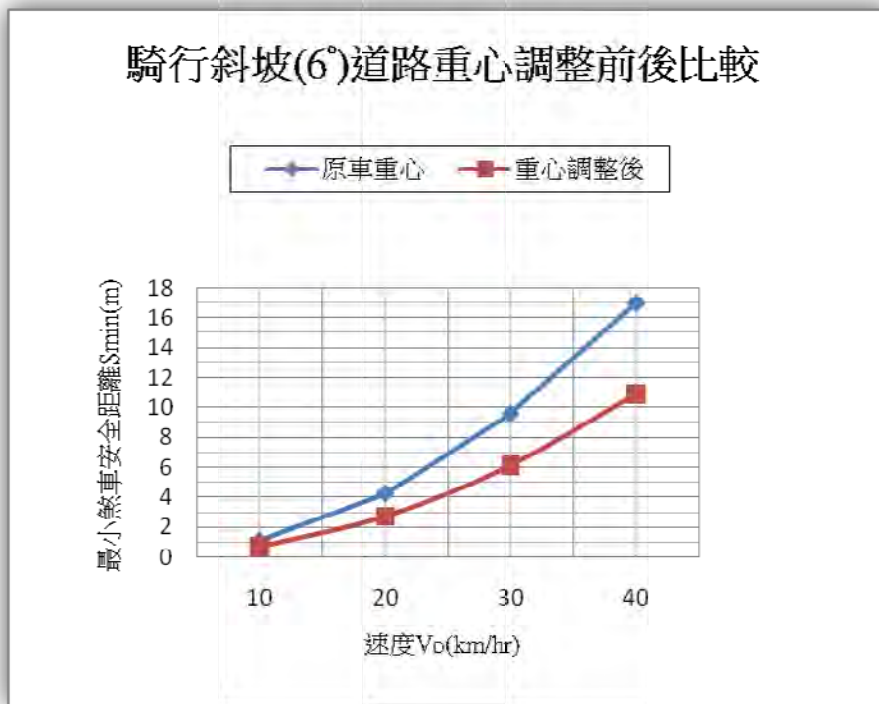


圖 4-7 騎行斜坡(6°)道路重新調整前後比較

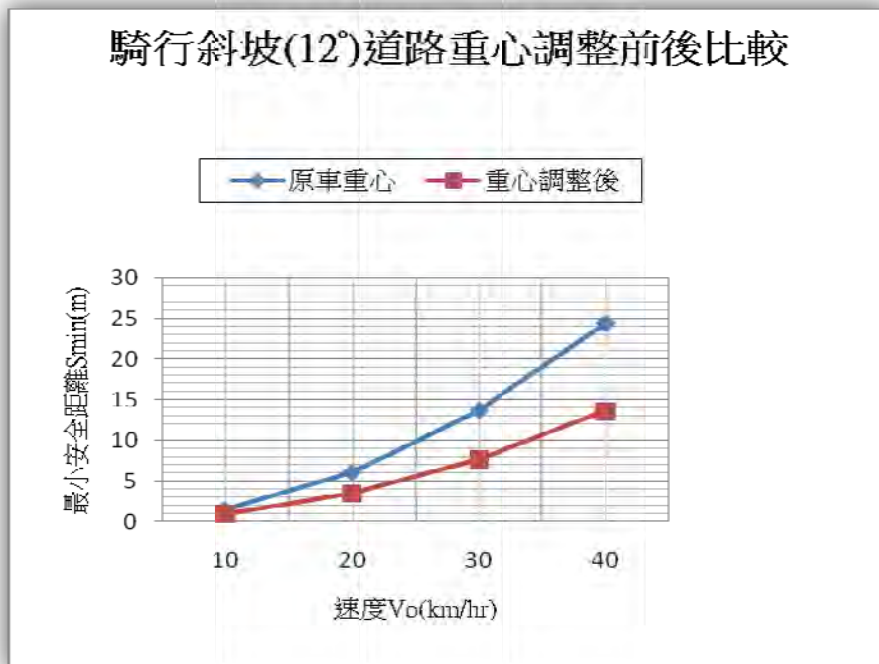


圖 4-8 騎行斜坡(12°)道路重新調整前後比較

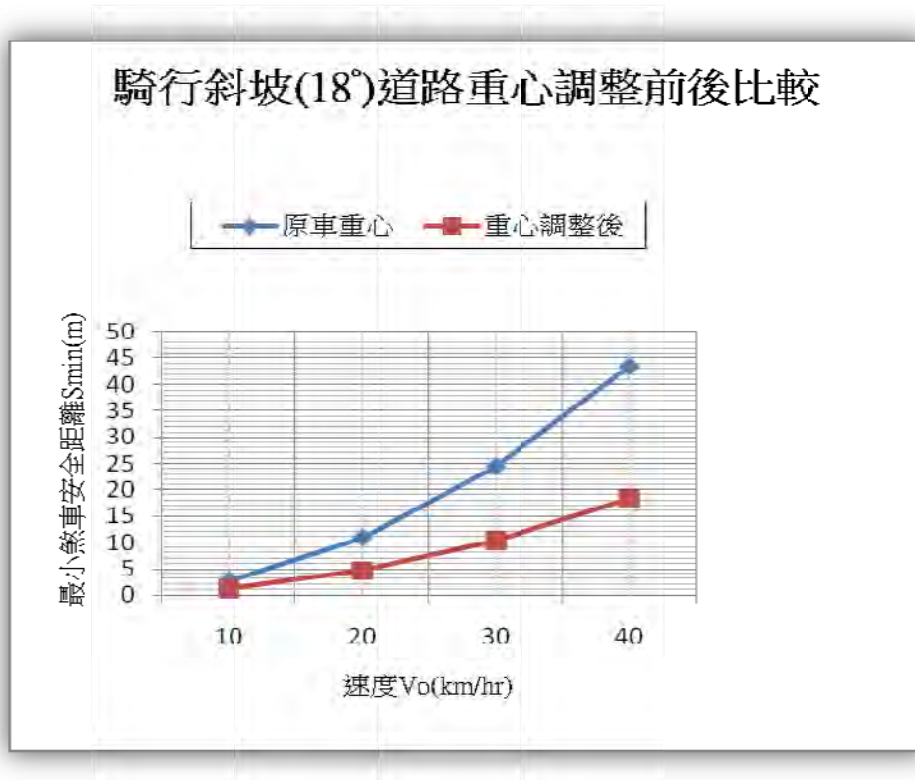


圖 4-9 騎行斜坡(18°)道路重新調整前後比較

由上面三個圖表中，我們可以歸納出，當行車速度 20km/hr 時，重心未變化時，斜坡角度 $\theta = 6^\circ, 12^\circ, 18^\circ$ 時，所需要最小煞車安全距離分別為 4.245m, 6.067m 及 10.833m，重心變化後，則所需最小煞車安全距離分別降為 2.714m, 3.384m 及 4.558m。即調降後的最小煞車安全距離縮短為原來的 **0.639 倍, 0.558 倍及 0.421 倍**(車速改變時亦同)。由此得知，下坡路段隨著坡度越大越需要將重心調降，以避免造成翻車危險。

(二) 材料力學相關理論

本裝置設計，因採用之四連桿機構均為銷接，故所有桿件皆為二力桿件，即受拉力及壓力，故僅就機構桿件之抗壓強度及機械銷之抗剪強度計算所能承受之最大負荷。

1. 桿件強度的計算

所有的桿件中，除氣壓棒外其餘皆採用鋁金屬材料，以未經過熱處理 99.996% 高純度的鋁而言，其降伏應力約為 12.7Mpa 。取最小桿件之斷面積 $A=256\text{mm}^2$ 計算：

其應力公式為 $\sigma = \frac{P}{A}$ $P = 12.7 \times 256 = 3251.2\text{N} \approx \text{約 } 332\text{kgw}$ ，以自行車一般載重低於 100kgw 而言，安全係數達 3.3 倍以上。

2. 機械銷強度計算

本裝置於車床加工的機械銷，材料採用 S20C 未經過熱處理之低碳鋼，其抗剪強度

約為 250Mpa ，取最小直徑 $\phi 8\text{mm}$ 機械銷計算，斷面積 A 為 $16\pi\text{mm}^2$

其應力公式為 $\tau = \frac{P}{2A}$ $P = 250 \times 32\pi = 25120\text{N} \approx$ 約 2563kgw ，以自行車一般載重低

於 100kgw 而言，安全係數達 25 倍以上。

(三) 機械原理相關理論

本機構設計運用到兩組連桿機構的組合傳動，其原理應用如下

1. 平行等曲柄運動機構

當四連桿機構鐘左右兩曲柄等長，而且浮桿與固定桿平行，如此則形成行等曲柄運動機構(parallel equal crank mechanism)，因為四連桿形成一平行四邊形，。當曲柄迴轉的時候，兩邊曲柄 AC、BD 旋轉之角速率相等，浮桿 CD 則產生平行運動，維持與固定桿的平行，如下圖所示之平行尺應用。本裝置設計係運用平行機構原理，於自行車座墊調動時，座墊始終保持水平，可使得騎乘者之坐姿變動最小。

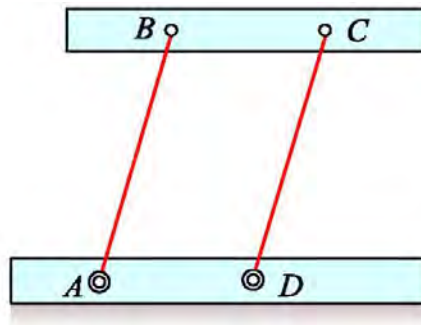


圖 4-10 平行尺

2. 擺動滑塊曲柄機構

四連桿機構中，將固定桿兩側之連桿中任一桿改成滑塊，而且滑塊中心固定不移動(滑塊自身可旋轉)，如此可形成擺動滑塊曲柄機構或擺動滑塊搖桿機構，如下圖所示之擺動引擎應用。本裝置設計同時採用此一機構原理，視一端固定之氣壓棒外筒桿為搖擺滑塊，以氣壓棒伸縮桿為主動，推動中座桿作搖擺運動。

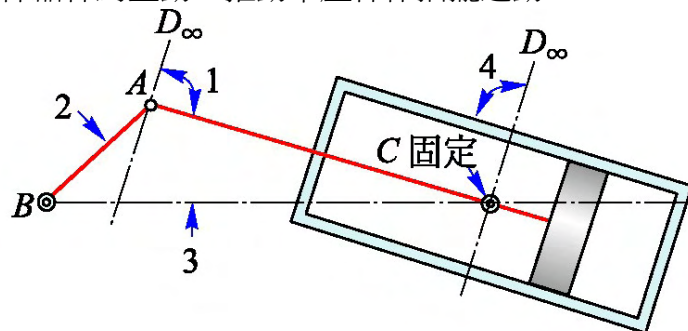


圖 4-11 擺動引擎

六、研究並解決問題

(一) 初步的構想

1. 原型自行車的選用考量：

若以兩輪中心連線為底，從底線通過中點垂直向上與坐墊同高處為上頂點，三點連線可得到一等腰三角形，比較目前道路上常見的登山車、公路車、小徑車三種車種其形成之等腰三角形高除以底所得之比值，登山車 < 公路車 < 小徑車，換言之，三角形的高越長、底越短即比值越大就越需要較長煞車距離，所以此實驗將以小徑車為原型作為改良設計之車輛。

2. 動力來源的選用考量：

為求符合機構設計，達到座墊向後下方偏移以達到改變重心的目的，經過我們小組的集思廣益後，大致提出幾個構想。一開始，我們想在車上裝置電動馬達，配合機構讓座墊運動，但是這種作法增加許多額外的設備如線路、電池及防雨遮罩等，且須經常提供電力補充，並不理想。而後，組員突發奇想，提出我們平常坐的氣壓椅，是否可以運用在自行車上作為機構的動力來源，因此請教指導老師後，更進一步的搜集氣壓棒的資料，經過審慎評估及多次討論後，決定以氣壓棒做為致動器。與裝置馬達的構想相比，氣壓棒無須太多的配件，且不需耗費能源就能持續作動，非常符合環保議題。

(二) 設計的演進

1. 第一代設計

- (1) 考慮對自行車原有車體之結構最小變動，來改變之人車重心，且相對於自行車重量而言，騎者的體重占多數比例，故決定以座墊平移向後下方之運動方式著手。
- (2) 為使座墊平移過程，仍能保持水平，讓騎者於重心變換過程中，無不適感，我們運用平行四連桿機構於座墊讓固定中心旋轉時，椅面保持水平。
- (3) 以辦公室椅上升下降原理，將氣壓棒取代座管，作動座墊移動。

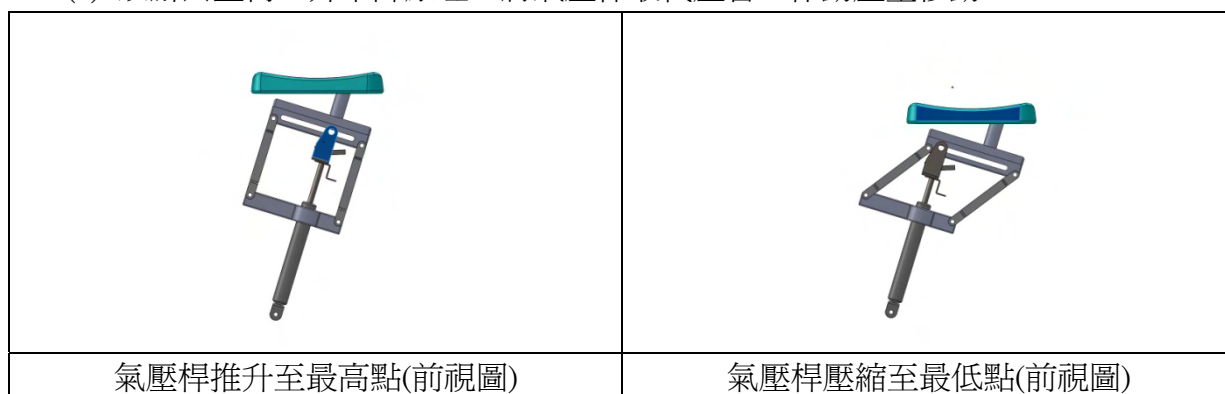


圖 4-12 3D 軟體繪製第一代設計彩現圖

本代設計方式遭遇到幾項困難

- (1) 是氣壓棒的尺寸不適用於現行車架，須修改車體。
- (2) 氣壓棒伸長量不足，重心變換行程過短。
- (3) 氣壓棒受力不良，座墊無法下壓，且產生彎曲力矩。
- (4) 桿件運動空間設計不易，且亦造成干涉。

2. 第二代改良設計

我們保留上一代平行機構的優點，設計一根中座管為主要受力支撐，並開設滑槽，將氣壓棒平行固定於座管後方，藉由氣壓桿上升及下降，以帶動中座桿作搖桿運動，作動如下圖所示。

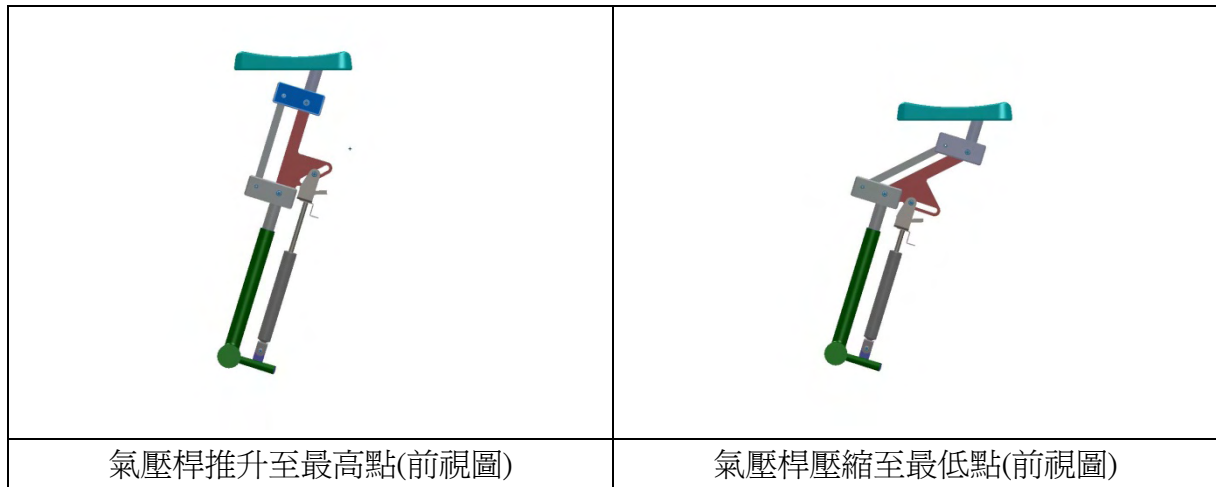


圖 4-13 3D 軟體繪製第二代改良彩現圖

本代設計雖於繪圖模擬作動沒有問題，但經實務測試後發現，當裝置啓動後，氣壓桿因無法承受彎曲力矩，而呈現彎曲變形，故無法順利完成作動。為此，我們請教機械原理老師才知道，原來氣壓棒配合此一機構的作動就是我們所學得固定滑塊搖擺機構，故我們繼續修正設計。

3. 第三代改良設計

經過上代的修正後，我們組合兩種四連桿機構 - 平行等曲柄機構與固定滑塊搖擺機構，氣壓棒下方為固定中心銷接於車架上，氣壓棒外桿即為固定搖擺滑塊，內桿為主動，藉由內部壓力氮氣的釋放循環推動內桿上下運動，帶動中座管作旋轉運動。作動方式如下圖：

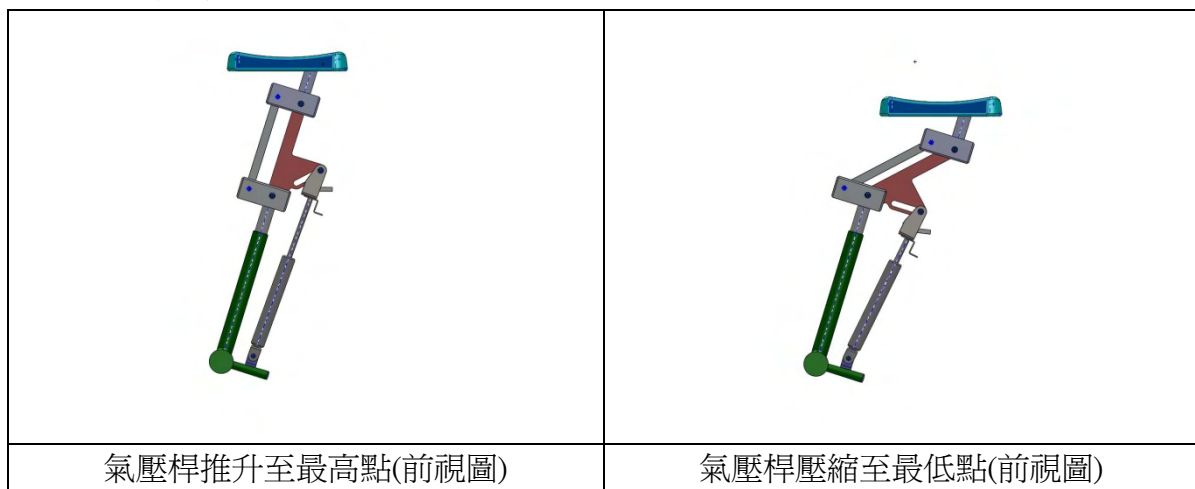


圖 4-14 3D 軟體繪製第三代改良彩現圖

本代改良修正後，所有桿件皆為二力桿，可行性提高，故採用此設計。

(三) 電腦輔助設計-繪圖與作動模擬

1. 利用 3D 軟體軟體繪製零組件

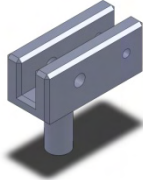

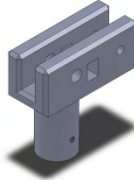


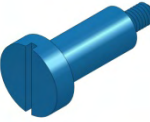
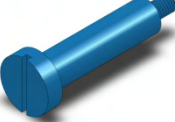
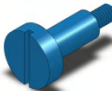

		
上座管	中座管	下座管
		
平行桿	氣壓桿上頂板	ϕ 12mm 氣壓棒推桿銷
		
ϕ 12mm 座管銷	ϕ 10mm 氣壓棒固定銷	ϕ 8mm 平行桿銷

圖 4-15 3D 軟體繪製各部零件立體彩現圖

2. 利用 3D 軟體軟體繪製組合圖及模擬動作

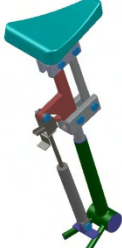

	
氣壓桿推升至最高點(立體圖)	氣壓桿壓縮至最低點(立體圖)

圖 4-16 3D 軟體繪製組合圖及模擬動作

(四) 製造與裝配

		
銑床加工	車床加工	鉗工修整
		
組裝前	下座管套入原車座管	組合中座管與下座管
		
組合中座管與氣壓棒頂桿	組合平行桿與下座管	組合座墊與上座管
		
組合上、中座管與平行桿	滑動面上油	組裝完成

圖 4-17 製造與裝配

(五)作品完成



作品大部名稱圖



作品細部名稱圖



控制器操作零件名稱圖

圖 4-18 完成作品圖

(六)動作演示與測試

<p>行經下坡路段， 使用本裝置變換重 心時…</p>		
	<p>1：押按線控器開啓桿</p>	<p>2：壓桿開關同步下壓</p>
		
<p>3：座墊由體重作用緩降</p>	<p>4：押按線控器釋放桿</p>	<p>5：壓桿開關同步回復</p>
<p>離開下坡路段， 使用本裝置變換重 心時…</p>		<p>裝置回復正常行駛</p>
<p>6：重複步驟 1 及 2</p>	<p>7：臀部輕提座墊自動上升</p>	<p>8：重複步驟 4 及 5</p>

圖 4-19 動作演示

伍、研究結果

本小組歷經構想提出、規劃研究方法、理論推導、數據分析、製作與組裝、實地測試與問題討論後歸納出以下幾項研究結果：

- 一、 依據騎行自行車理論，本裝置完全符合正確的騎行下坡方法，即騎者移動臀部向後，上半身因與車把手距離拉遠，身體自然前傾降低重心。
- 二、 從理論推導公式中我們計算出，行駛於平鋪道路，使用本裝置可以縮小約30%的最小安全煞車距離，能降低翻車危險。而行駛於下坡路段時，隨著坡度的增加，使用本裝置的效果更為顯著，即縮小最小安全煞車距離之比例隨之增加。
- 三、 騎行於下坡路段時，前輪與地面接觸點之反力大於後輪，且隨著坡度的增加，前後輪之反力差越大，所需之最小安全煞車距離越長，即若車速過快所造成之緊急剎車安全距離不夠長時，將會導致嚴重的翻車危險，故下坡路段為自行車騎士之危險路段，行駛時不可不慎！
- 四、 實驗結果證明，行駛於平鋪道路時如需全力煞車時，配合本裝置作動降低重心，約可縮短煞車距離0.7~0.8倍，使用本裝置行駛於斜坡路面時，因後輪受力增大，增加摩擦力，煞車時較不易打滑。

	
<p>平鋪路面全力煞車煞停測試：</p> <p>10km/hr: 原重心約 1.2m 調整重心後約 0.9m</p> <p>20km/hr: 原重心約 4.0m 調整重心後約 3.1m</p>	<p>斜坡路面騎行因重心降低且偏後，煞車時後輪較不易打滑，穩定度較高。</p>

圖 4-20 道路實驗

- 五、 本裝置作動前後，腿部踩踏長度僅縮短約4公分左右，對原有之踩踏效率及騎乘者騎姿影響甚微。
- 六、 本裝置操作簡單，變換動作迅速，且採用線控方式操作，線控器裝設於把手上，騎乘者完全可以於行駛中進行轉換，無安全之虞。

陸、討論

- 一、不同自行車車種因車體結構不同，安裝本裝置須先選用適合尺寸之氣壓棒，進行部分車體改裝，如欲快速拆裝，可將所有裝置設計於座管上，即為一項獨立產品-可調整重心座管。
- 二、本裝置設計採較輕之鋁金屬，強度依照力學計算取3倍左右之安全係數，如能於成品完工時施以熱處理，將有助於強度及硬度提升，可縮小尺寸及提高耐磨性及降低摩擦阻力。
- 三、本裝置採用之氣壓棒係由業界贈用，故設計時受限於其原規格如尺寸、伸長量、壓縮力及恢復力，如能配合本設計客製(詢問後需訂製500支以上始可)，將有助於本裝置完善。
- 四、本裝置使用時，可藉由操作壓桿開關讓氣壓棒調整至行程內任何高度，即座墊之運動可視為無段，但因未設計確實定位裝置，故本項功能僅供參考使用。

柒、結論

本組所作之研究結論有下述幾項：

- 一、本設計裝置適用於自行車行駛於下坡路段，騎者使用本裝置仍需配合減速行駛，如遇緊急剎車時，能有效減低翻車危險。
- 二、本設計裝置不適用於自行車行駛於上坡路段，騎者於上坡時需先確實恢復為椅墊正常狀態，即裝置未作動狀態，以避免重心偏後造成前輪翹起。
- 三、行駛於平鋪道路如需全力煞車時，配合本裝置作動降低重心，亦有助於減低翻車危險。
- 四、本裝置作動前後，座墊至踏板之直線距離，變化不大，即騎者腿部仍保有原車之踩踏效率，不會造成腿部因彎曲而不好施力。
- 五、本研究裝置之相關零件製造成本不高，想要在舊車上改裝不難，如能訂製專用氣壓棒尺寸，可進一步將整體設計於座管上，即為獨立套件，則任何自行車種不需改裝皆能廣泛採用。
- 六、不同自行車車種，可以透過本研究所引用的推導公式量測重心高度及重心至前輪與地面接觸點距離之比值，計算出最小煞車安全距離，值得做為自行車騎士騎行道路之參考。

捌、參考資料及其他

一、書籍

作者	出版年	書名	單元	頁數	出版社
黃達明、 何孟軒	97 年	機械力學(I)	平面力系	54~65	台科大圖書
			摩擦	112~121	
			直線運動	132~139	
			動力學基本 定律與應用	181~185	
黃達明、 何孟軒	97 年	機械力學(II)	張力與壓力	2~16	台科大圖書
			剪力	40~56	
葉倫祝	96 年	機件原理(II)	連桿機構	126~134	全華圖書
李玉龍	95 年	機械大意	螺紋與銷	7~9	大中國圖書
楊玉清	97 年	機械材料II	鋁與鋁合金	2~9	全華圖書
藤井德明	98 年	第一本自行車的科學 解析	安全停止的 秘訣	68~72	三悅文化

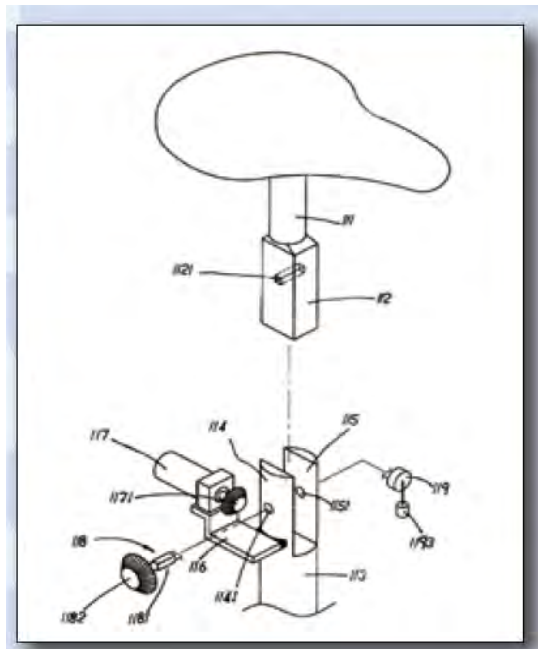
二、網路參考資料

標題	網址
正確的騎車姿勢	http://tw.myblog.yahoo.com/kcgp00/article?mid=1354&prev=1506&next=1353
如何騎自行車	http://tw.myblog.yahoo.com/jw!x040NgiGER42y5apMB7og2V9/article?mid=17
小輪徑，對於騎行 與性能產生了怎樣 的影響？[轉載]	http://bikepapago.blogspot.com/2008/05/blog-post_8630.html
讓你動身又動腦— 騎單車，學物理	http://www.topmaster.com.tw/tw_magazine_01_view.asp?npid=20090622003&i=1
單車的車架設計	http://bime-talks.blogspot.com/2007/06/b946110031.html
Calculate Minimum Stopping Distance of a Bicyclist	http://www.exploratorium.edu/cycling/brakes2.html
緊急全力煞車技 巧[轉載]	http://gogobike.blogspot.com/2007/02/blog-post_4688.html

附件一：2009 年第 49 屆全國中小學科學展覽高職組機械科得獎作品 - 自行車前輪防鎖死、安全煞車裝置



附件二：腳踏車重心自動調整裝置 - (經濟部發明專利第 I 271346 號)

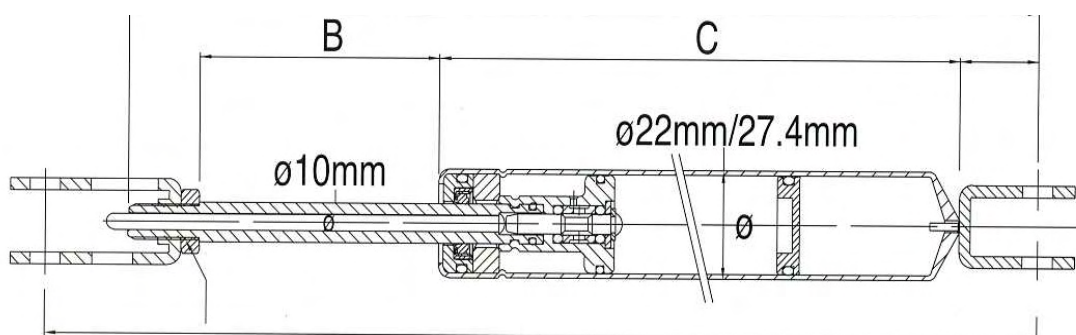


(座墊調整裝置立體分解圖)

附件三：油氣壓高低可調座管



附件四：福隆尖端科技公司提供本作品之現品氣壓棒圖



【評語】 090908

本作品設計一個可線控調整腳踏車座墊前後移動的機構，使騎乘者在下坡路面能夠將重心後移，降低剎車翻覆的風險，並可縮短剎車的最小安全距離。作品的構想具實用價值，作品的完整度也很高，騎乘者確實可在行進中以簡易的方式調整座墊位置。此裝置理論上有助於下坡剎車的安全，但尚未有實驗佐證，此為美中不足之處。