

第十一屆旺宏科學獎

成果報告書

參賽編號：SA11-415

作品名稱：脫離夢魘的食夢獸－機車安全手把

姓名：郭重佑

關鍵字：機車、安全、手把

目錄

壹、	研究動機.....	4
貳、	研究目的.....	8
參、	研究設備及器材.....	9
肆、	研究過程及方法.....	12
伍、	研究結果與討論.....	17
陸、	結論.....	23
柒、	參考資料.....	27

脫離夢魘的食夢獸－機車安全手把

摘要

本設計以單一零件便能簡易替換並防止誤轉油門造成機車暴衝，進而達到騎乘機車載小朋友時的安全裝置。當騎乘機車時，因短暫停留而未熄火譬如帶孩童去上課時，常在幼稚園看到機車暴衝，偶爾安全落幕，但往往掛彩，造成小孩心靈受創、父母愧疚。我小時候就是這樣而受重傷，造成我半夜哭鬧做惡夢，我不想讓噩夢再給其他小孩，我把我受傷所產生的傷痕記憶只留給我自己，我設計出當小孩下車時，無意誤觸油門，或者家長把小孩留在機車上忘了熄火，機車不會加速暴衝而造成傷害的結構。我設計以溝槽和卡榫做配合，必須以從動軸帶動主動軸，才能開啓油門，當雙手放掉時，以彈簧回位來作為安全裝置，提高騎車的安全性，讓孩童免於恐懼、受傷，讓幼稚園機車暴衝、撞牆、撞人影片消失無形，讓孩童不再做惡夢，這就是我的題目－脫離夢魘的食夢獸－安全機車手把。

壹、 研究動機

小時候媽媽騎乘摩托車載我至幼稚園上學時，因為媽媽趕著上班，機車沒熄火，我下車時，因為沒有地方可以扶著，所以我就順手的抓住機車手把，不小心轉動了手把，機車因此不受控制的衝撞出去，造成我手部與臉部的擦傷。自從這起事件發生後，我心裡的傷害一直無法平復，而往後我對於乘坐機車感到極大的害怕與恐懼，而我慶幸的是，現在醫學美容的發達，讓我留下的疤痕較不明顯，但對於心中恐懼仍然沒有消失，因此常常做惡夢、半夜哭鬧驚醒，造成媽媽、奶奶常帶我去收驚，雖然沒甚麼效果，但還好收驚有餅乾可以吃，稍微有作用，因為餅乾。

這三年來，新聞中常看見許多因為不小心而造成的意外，有些新聞有報導，更多的事有報導的。

新聞報告一

母騎車堵垃圾車 機車爆衝小孩摔

 東森新聞 - 2012 年 1 月 14 日 上午 11:53

母騎車堵垃圾車 機車爆衝小孩摔

又是追垃圾車追出意外，高雄一位媽媽騎機車帶著小孩，去追垃圾車，看到垃圾車等紅燈，就趁機想把垃圾丟到垃圾車裡，沒想到放在油門上的手一滑，催了下去，當下機車重心不穩，導致機車往前衝，車上的孩子也跟著摔了出去。

垃圾車停在路口等紅燈，這時候畫面左邊一名騎著機車的媽媽，她機車停了下來，要把手中的垃圾交給清潔隊員，這位媽媽下了車急著要丟垃圾，但說時遲那時快，綠燈亮了，垃圾車跟著動，女騎士疑似手滑，也不小心催了機車油門，導致機車整台往前衝，重心不穩之下，車上的孩子也就跟著摔了出來，嚇到在場的所有人，趕緊把機車移開，抱起孩子，幸好沒有什麼皮肉傷。

清潔隊長研判，當時因為機車沒熄火，車上的孩子頑皮，催了一下油門，但從畫面中看又比較像是媽媽粗心大意惹禍，不過無論如何，這位媽媽不到倒垃圾的定點等候垃圾車，卻趁著垃圾車停等紅燈倒垃圾，這種貪圖方便的行為，真的很危險，實在不可取。



<http://tw.news.yahoo.com/%E6%AF%8D%E9%A8%8E%E8%BB%8A%E5%A0%B5%E5%9E%83%E5%9C%BE%E8%BB%8A-%E6%A9%9F%E8%BB%8A%E7%88%86%E8%A1%9D%E5%B0%8F%E5%AD%A9%E6%91%94-035342183.html>

新聞事件二

5 歲童玩油門 機車爆衝米粉攤

〔記者楊培華／新北報導〕一輛停得好好的機車，發動後忽然衝進瑞芳美食街米粉攤內，攤子不但被撞得東倒西歪，老闆娘還被機車壓個正著；有攤商看到鄭姓機車車主的 5 歲兒子在機車熄火後轉動機車把手油門把玩，可能油門故障「卡住」，車子才會一發動就暴衝。

警方調查，46 歲鄭姓男子前晚騎機車載著 5 歲兒子，到瑞芳區美食街前買宵夜，鄭某把機車停在賣番薯粿的攤位前熄火，拔下鑰匙，留下兒子在機車上等待，鄭某買好臭豆腐後跨上機車發動引擎，整輛機車忽然衝了出去，撞向一旁擺攤賣米粉湯及滷肉飯的店家。

當時機車上除了鄭某外，前方還坐著兒子，巨大的撞擊力將店家的冰櫃整個撞歪，攤內的桌椅更是東倒西歪，瓦斯桶也倒在地上，滷蛋及肉汁灑了滿地。37 歲的老闆娘翁惠美當時正在攤內收拾物品準備打烊，鄭某的機車就倒在米粉攤內，他跟兒子兩人都沒事，但倒楣的老闆娘卻被機車壓個正著。

老闆娘脊椎受傷

旁邊的店家說，機車衝進米粉攤時，只聽到「砰」的一聲，大家轉頭就看到機車倒地，有店家說，「幸好攤位並沒有客人在吃東西，否則後果不堪設想」，老闆娘因為被機車壓到，背部脊椎受傷，痛得哇哇叫，一旁在收拾物品的老闆見狀，趕忙將老婆扶起送醫，幸好沒有大礙。

肇事的鄭某也很意外，直說「不知道為何機車會突然暴衝」，但隨即有店家目擊後指出，鄭某買臭豆腐時，5 歲兒子坐在機車上不停轉動機車右側把手，恰巧機車油門發生故障，把手轉動後無法「歸位」，等鄭某發動機車，整輛車瞬間就暴衝出去釀禍。

交通警察到場處理，丈量車禍現場外並仔細勘查鄭某機車，也認為原因可能是油門故障。



<http://www.libertytimes.com.tw/2011/new/jun/21/today-so14.htm>

這兩則新聞，讓我的腦海不時想起小時候的意外景像，如歷上目還活生生上演，心中的恐懼也不斷浮現。對於新聞中的意外事件心裡很有感觸，因此而思考該如何才能避免這類意外的發生，怎樣的裝置才能避免機車在短暫停留並未熄火時，孩童誤觸而造成受傷事件的發生。在上了高中之後，學會了機械設計與製圖與製造實習和專題設計，老師告訴我去找題目、去找想要改良或改善的設備或結構，所以我就想到將對機車的恐懼運用在此，因而設計出了「脫離夢魘的食夢獸—安全機車手把」。

貳、研究目的

以安全的角度來看，機車在未熄火時，油門保持開啓的狀態，只要碰觸到機車手把，即會造成機車加速爆衝，因此手把在機車未熄火時，小朋友在前面會有碰到加油手把的可能。

所以我研究出的機車安全手把是能在機車短暫停留未熄火的狀態下，達到一個安全的裝置。在設計方面我以簡易的構造即能達到安全為主，不管在任何情況下，只要雙手離開把手，安全裝置則會立即啓動，來提升騎乘機車的安全性。不過此裝置並不僅能提升行車的安全，如果家中有較小孩童時，可在所騎機車上加裝此裝置，當孩童長大不需要此安全裝置時，即可拆卸，因此本工具是可視情況裝卸而達到安全的一種裝置。不管在等待紅綠燈，或著載乘孩童上下學，只要加裝本裝置，使機車在未熄火時碰觸到把手，機車亦不會不受控制的加速前進，進而提升騎乘機車的安全性，以下爲此設計的重點：

1. 簡單的卡榫結構，即達到安全之目的。
2. 方便組裝和拆卸。
3. 所有的機車均可使用。
4. 材料成本極低、構造簡易，方便生產。
5. 雙手放開，安全裝置必能自動啓動。
6. 可重複裝卸，省下不必要的開銷。
7. 利用學校所教授之機械原理、製圖、力學、製造實習和專題，來實踐自己的創作以達學以致用。

參、 研究設備及器材

一、 設備與器材

表 1 研究設備及器材

設備及器材	數量	設備及器材	數量
車刀	四支	橡膠錘	一支
鑽頭	三支	Word	一套
游標卡尺	一支	Auto CAD2005	一套
銑床	一台	Inventor 2008	一套
絞刀	二支	小畫家	一套
車床	一台	鉗工台	一台
鑽床	一台	電鍍	
虎鉗	一個	陽極反應	
螺絲模	一只		

表 2 使用材料

設備及器材	數量	設備及器材	數量
M4 沉頭螺絲	一支		
鋁合金	三支		
壓縮彈簧	一支		
廢機車龍頭	一個		
煞車線	一組		
木板	一塊		
木螺釘	兩支		
機車手把的套膜	一個		

二、 製造過程



圖一：車削外徑尺寸



圖二：研磨彈簧



圖三：銑銷圓端面



圖四：鑽銷孔

三：製造程序

- 1、準備材料買鋁棒、彈簧、螺釘、煞車線、木螺釘、木板、煞車線。
- 2、找廢棄的機車拆下機車龍頭當零件。
- 3、買 M4 沉頭螺絲、木螺釘兩支。
- 4、開始車削鋁棒外徑、長度、端面。
- 5、磨削彈簧讓長度變小。
- 6、鑽直徑 25mm 的內孔
- 7、利用銑床銑削端面，讓端面變得更光滑。
- 8、攻 M4 螺紋，讓沉頭螺絲鎖入，做 L 型結構的最主要構件。
- 9、攻 M6 螺紋在圓柱底部，爲了做安全裝置的緩衝空間。
- 10、電鍍和陽極處理。
- 11、把車機把手的零件組裝。
- 12、把機車手把的零件裝置機車手把的套膜上，再裝置機車龍頭的手把。
- 13、安裝煞車線即可完成整個機車安全手把使用的過程。

伍、研究過程及方法

研究過程：

1. 設計動機。
2. 討論結構。
3. 設計裝置。
4. 找尋設計結構的缺點。
5. 針對其缺點討論解決之道。
6. 試做模型。
7. 改良模型不恰當之處。
8. 完全作品。
9. 測試

一、設計之演化歷程：

爲了設計機車把手，我把附近報廢的機車拆了兩部，來研究內部的結構，我發現機車把手是有兩層結構，一層爲機車的金屬本體，上面附上一層塑膠，此塑膠的端點與油門相連進而轉動此塑膠來帶動機車，在塑膠帶動油門的上層，還有一層塑膠把手握把，我把塑膠把手握把拆掉換掉我們的結構，如此一來可以避開別人的油門專利，而且可以將事情簡化、構造簡單、成本低，不用再專注於其他的結構和油門的問題的設計，所以我只是設計一個簡單再簡單不過的配件來解決我所遇到的問題，達到我設計的目的。

(一) 圓柱銷結構

外型爲圓柱體，左邊（較短的圓柱）爲接合機車的油門，利用彈簧自動回位而達到一個安全的裝置。行車者必須將右邊（長端的圓柱）向左邊施力，利用銷孔配合，由從動軸帶動主動軸，才能將油門啓動前進。其優點爲必須先有一個前置動作才能使銷孔配合，並帶動主動軸使其油門開啓，讓機車向前運行。而其體積大小和一般機車手把類似，組裝簡易、外型可有更多延伸性、製造容

易、方便拆裝更換；其缺點是因啓動油門，行車者必須先向內施力才能啓用油門前進，也因須持續向內施力會導致騎乘機車的騎士感覺行車的不方便。(圖 2、3)。

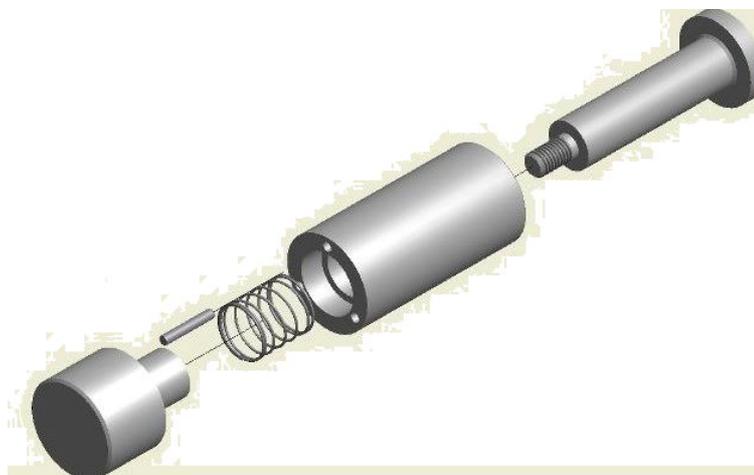


圖 2 圓柱銷結構組合圖

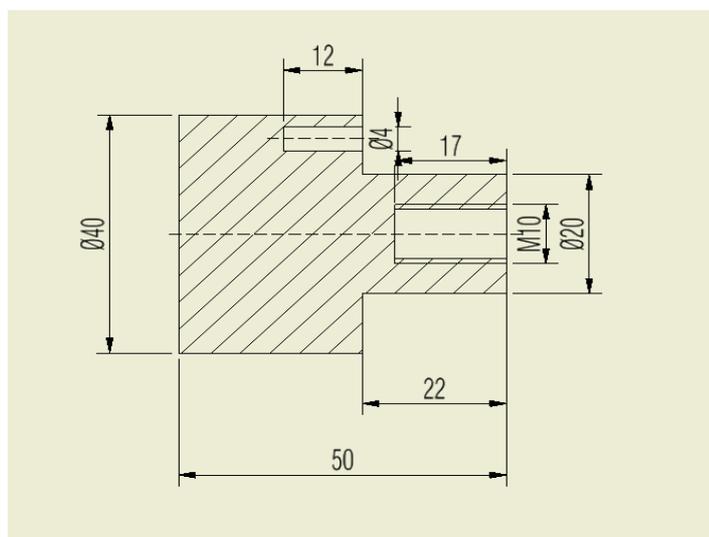
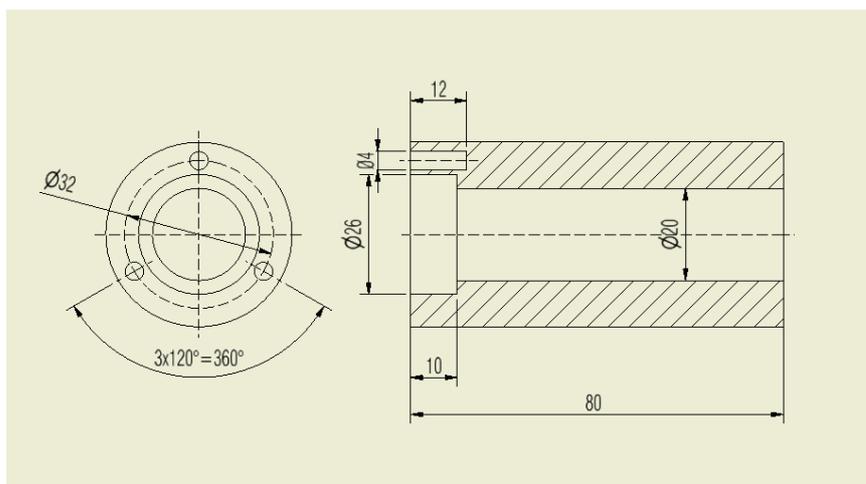


圖 3 圓柱銷結構構造圖

優點：

可以利用此結構。增加騎乘者的安全度。

可降低意外的發生率，不怕再發生誤轉把手而突然衝撞事件。

缺點：

如需啓動油門，手須向內施力，時間過長會導致騎士的不便。

此結構由於雙手放開即可啓動安全裝置，因此如騎士未向內施力，可能造成突然無法加速，使其後方的行車無法保持安全距離，以造成危險。

（二） 摩擦力結構

其裝置原理與圓柱銷結構相同，摩擦力結構不同之處於利用銷孔配合和小圓柱的摩擦力，由從動軸帶動主動軸，才能將油門啓動前進。其優點為必須先有一個前置動作才能使銷孔配合以及小圓柱和向內施力(長端的圓柱)的摩擦力卡住，並帶動主動軸使其油門開啓，讓機車向前運行。而其體積大小和一般機車手把類似，組裝簡易、外型可有更多延伸性、製造容易、方便拆裝更換；更換此種方法，讓機車騎士不用一直向內施力而感到手痠不舒服；其缺點是小圓柱和長端圓柱的端面不能完全貼平，小圓柱和長端圓柱的摩擦力會因一次又一次的實驗而變得不穩定。(圖 4、5)。

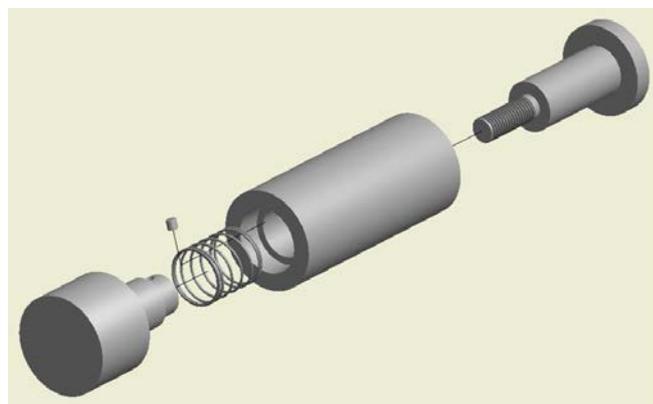


圖 4 摩擦力結構組合圖

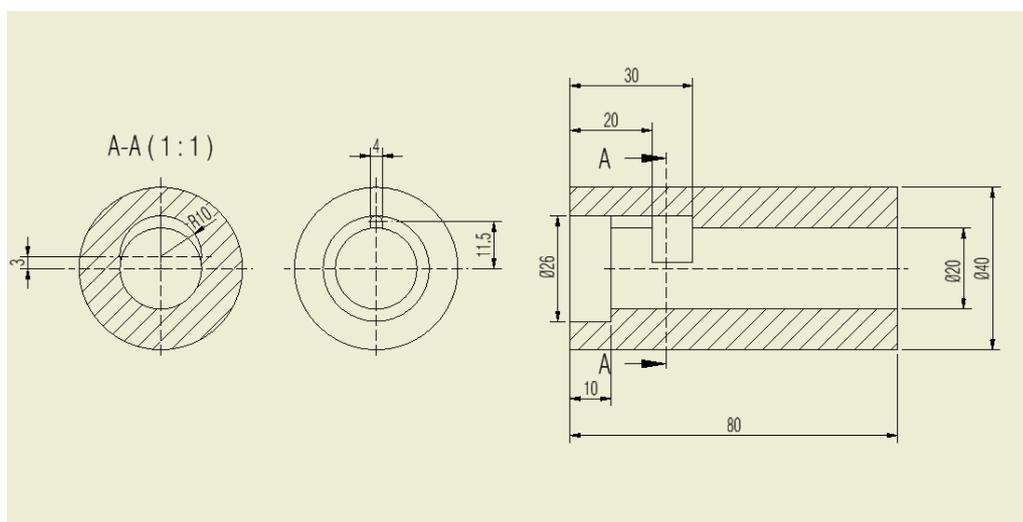
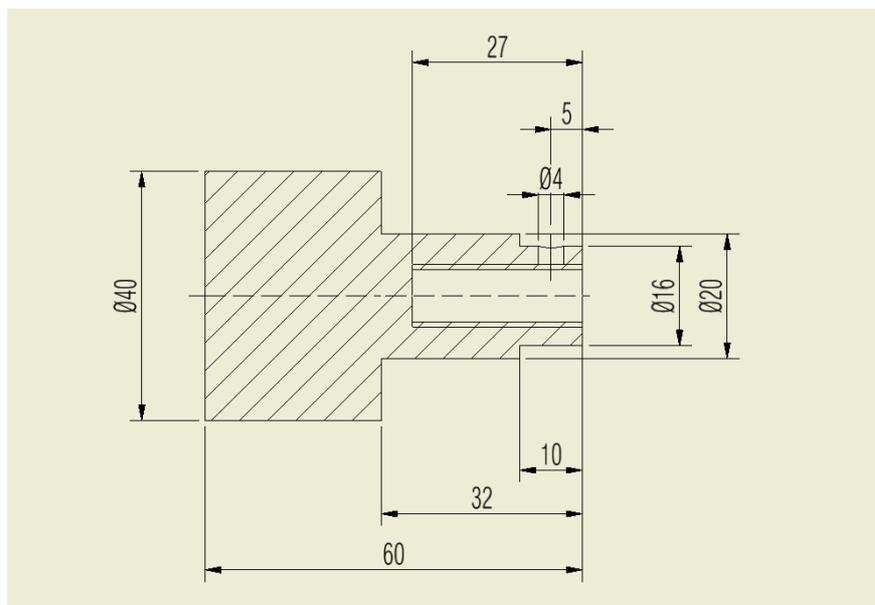


圖 5 摩擦力結構構造圖

優點：

可以利用此結構。增加騎乘者的安全度。

可降低意外的發生率，不怕再發生誤轉把手而爆衝事件。

有此裝置，人較安全。

此裝置不需一直向內施力而造成機車騎士的手痠以及不舒服。

缺點：

構造複雜，製造困難

如卡榫未貼平，可能造成安全裝置突然啟動的困擾。

(三) 原子筆結構

其裝置原理與圓柱銷結構相同，摩擦力結構不同之處在於利用銷孔和卡鑷配合，由從動軸帶動主動軸，才能將油門啓動並加速前進。其優點為必須先有一個前置動作才能使銷孔配合以及小圓柱和向內施力並將卡樺向內卡住，並帶動主動軸使其油門開啓，讓機車向前運行。而其體積大小和一般機車手把類似，組裝簡易、外型可有更多延伸性、製造簡單、方便拆裝更換。更換此種方法，讓機車騎士不用一直向內施力而感到手痠不舒服，不用擔心因為摩擦力不足以抵抗彈簧的彈力而隨機彈回。其缺點是需啓動安全裝置時，必須有一個前置動作讓卡樺離開長端圓軸，雖然比起摩擦力型的卡樺更為方便，但當要啓動安全裝置時，還需要增加一個前置作業，相對的也增加且造成行車者的困擾。

優點：

可以利用此結構。增加騎乘者的安全度。

可降低意外的發生率，不怕再發生誤轉把手而突然衝撞事件。

行車者可以不用持續向內施力，可在需要時刻較方便。

缺點：

啓動安全裝置需先有一個前置動作才能啓動。

如忘記啓動安全裝置的前置動作，會造成行車的危險性增高。

結構較複雜，製作較困難。

(四) L 型構造

為本設計決定採用的結構，其研究結果為下頁所敘述。

陸、研究結果與討論

一、 研究結果：L 型結構

(一) 分兩個區塊：

將原先機車手把的整個區塊分成兩部分，以作為主動軸與從動軸。

(二) L 型卡榫與溝槽：

兩個區塊的交接口分別加入 L 型卡榫與 L 型溝槽，來增使銷孔配合的設計。

(三) 加裝彈簧：

因雙手放開時，彈簧利用自身彈力，即達到自動回位的安全裝置。

(四) 組合式：

單一零件式的組合，使拆卸與修理簡易。亦使生產方便。

二、 結構討論

以零件式互相配合，才能使油門啟動來作為安全裝置，將機車手把區分為以下零件：

(一) 防止從動軸跑位之零件：

使從動軸不會因彈簧自動回位關係，而導致彈力過大而移出把手之外。且因用螺旋紋去組裝彼此零件，對往後維修較方便。

(二) 從動軸之零件：

以中空圓柱為設計，在邊緣接合 L 型卡榫，使能配合主動軸的溝槽帶動油門啟動。

(三) 安全裝置之零件：

利用彈簧本身的彈力，使從動軸向主動軸施力放鬆時，能將從動軸與主動軸分離，使安全裝置啟動。

(四) 主動軸之零件：

主動軸本身牽引油門，在端處製作 L 型溝槽，使向內施力的從動軸能配合，以牽動主動軸並帶動油門。

三、 L 型結構

此結構以單一零件式去做組合，利用 L 型結構將兩種零件做配合，才能開啓油門。當鬆手時，則能以中間加裝的彈簧利用本身有的彈力將從動軸與主動軸的配合分開，以達到安全的裝置，讓騎乘機車更爲安全（圖 6、7）。

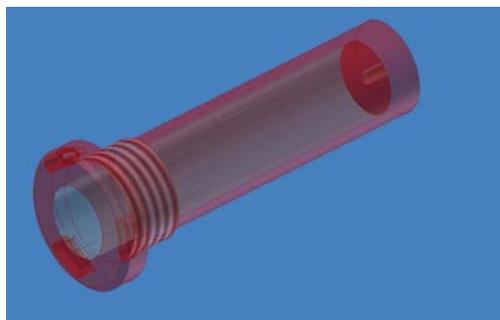


圖 6 零件 A 套在油門管上

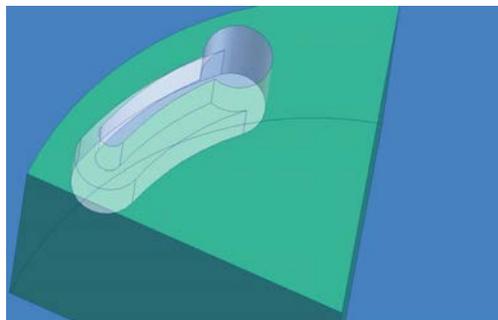


圖 7 零件 A 勾槽的放大透視圖

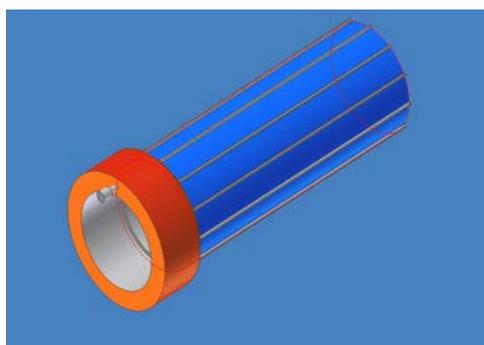


圖 8 零件 B 套裝在零件 A 上面

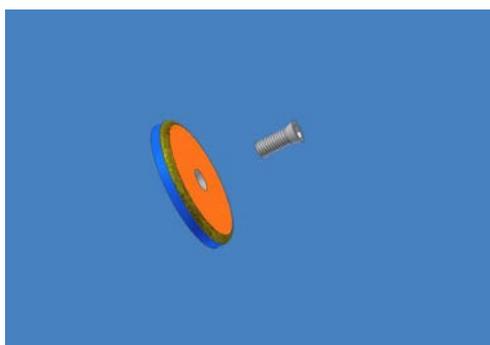


圖 9 零件 C 把零件 A 和 B 和油門管連接起來。

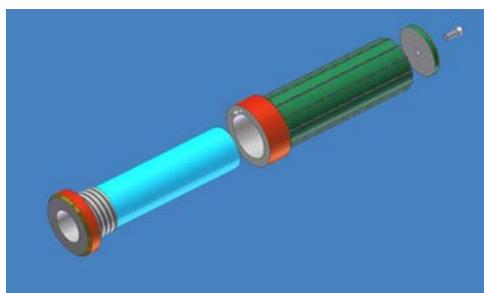


圖 10 組合圖

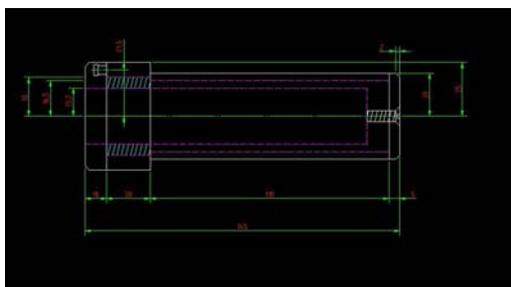


圖 11 CAD 組合圖

結構強度之計算與設計之探討：

一般鋼材容許拉應力 200Mpa 與剪應力 100MP 來設計。

1. M4 之螺紋所受之剪應力

則
$$\tau = \frac{P}{A} = \frac{P}{\frac{\pi}{4} (4^2)} = 100 \quad P=1256N \text{ 約 } 125.6kg$$

而只要圓柱帶動不需太大之受力，所以設計合乎要求。

2. M4 之螺紋所受之拉應力

$$\sigma = \frac{P}{A} = \frac{P}{\frac{\pi}{4} (4^2)} = 200 \quad \text{則 } P=2512N \text{ 約 } 251.2kg$$

而只要拉開不需太大之受力，所以設計合乎要求。

3. 彈簧的受力與變形符合虎克定律，即受力與形變量需成正比

經過計算 $K=3.3N/mm$

原長 16mm 變為 13mm $X=3mm$

$$F=KX$$

$$F=3.3 \times 3 = 9.9N$$

則 $9.9N=1kg$ ，所以只要施 1kg 的力即可壓入，當然可以採用 k 值較小之彈簧使得壓入之力量變小。

4 彈簧指數等於平均直徑除以線徑，外徑 32mm，內徑 30mm

$$\text{平均直徑} = \frac{D_{\text{外}} + D_{\text{內}}}{2}$$

$$= 31mm$$

$$D_m = C \times d$$

$$31 = C \times 2.5$$

$$\text{彈簧指數 } C = 12.4$$

市場調查：

我依照現在在市面上各大廠牌的機車加油管，去做測量尺寸的動作，發現各大廠牌，例如：YAMAHA、SYM、KYMCO……等等的油門管的尺寸很接近，只會誤差 1mm 左右。這是以下圖例：



YAMAHA 廠牌的機車，我所測量出來的尺寸是 2.625 公分 (26.25mm)



KYMCO 廠牌的機車，我所測量出來的尺寸是 2.622 公分 (26.22mm)



SYM 廠牌的機車，我所測量出來的尺寸是 2.619 公分 (26.19mm)

所以利用我所設計之內徑去設計 26.4mm 之孔利用 0.2mm 之裕量，可用止滑帶去纏住塑膠套，以便所有機車均可使用，只要拆掉外套筒，套上本結構是非常簡便之事，當不使用本結構時，可拆下後，換回原來之手把。

道路實拍：



我站在新竹市某國小校門口拍攝照片，發現國小一、二年級小學生幾乎都站在前面，均違反交通規則，我問老師，老師說他也違反交通規定，因為小孩坐後面睡覺沒抓緊，當掉下去時，受傷更嚴重，所以我的老師均認為前面是最好得選擇。



這是嘉義市某國小附設幼稚園小班的班級統計上學方式，全班 28 人，20 人騎機車，占了 71.4%，大多數的家長還是用機車接送小孩，而且幾乎所有的家長都讓小朋友站在機車踏板上面，因為這樣才顧得到小朋友的安全，而且有時候小朋友上學累了，還會不小心睡著，所以讓小朋友在機車前踏板，反而比較安全，但下車就有問題了。

結論

新聞常可見家長因疏忽而導致孩童誤觸油門而發生衝撞事件，輕則受點驚嚇，重則可能導致傷亡。常見許多安全裝置是需兩種以上的零件互相配合才能促使下一個程序完成，所以本設計乃依此觀念設計而得到，則其特點為：

一、 分兩個區塊：

將原先機車把手，視為兩個區塊，一邊為主動軸牽引油門線，另一邊則為從動軸，利用銷與溝槽的配合設計，來以從動軸帶動主動軸。

二、 L型結構：

將銷設計為L型構造，讓銷能向內施力並與L型溝槽配合。

三、 自動回位：

在結構中加裝彈簧，能使未施力時，利用彈簧自身彈力，在放開機車手把後，自動回位已啟動安全裝置。

四、 裝卸容易：

構造簡單，裝卸便易。

五、 標準化：

能以機車標準手把格式與尺寸去做些微調整，使其不用替換整台機車，便能加裝安全裝置而且所有的機車均可使用。

六、 組合式：

以單一零件式的設計，使組裝和修理簡易。

七、 體積小：

因與機車手把外型相同，其設計的體積大小並不占用空間，收納較簡單、方便，可當成機車把手之標準零件來使用。

八、 安全性：

此設計能確保騎乘者行車的安全，並保障防止載乘孩童時因為疏忽而造成的機車衝撞意外，是能有效提升行車安全性的一項設備。

經過我將此設計裝上機車，讓老師載著小朋友去上下學，發現不會有暴衝

的現象，因為老師的小朋友是自閉症的患者，固執的行爲、恐懼的行爲，讓老師常常在講，他的孩子也常常握把手，讓機車暴衝，所以我就想到讓老師來試試我的研究結果，結果老師讚不絕口，機車把手被小孩子抓到後，油門空轉，機車還是不會跑，不用再那麼的恐懼，下車之危險和警告了。

所以我的設計已經達到真正的實用性，我把我的受傷、噩夢、記起的教訓，讓其他的孩子免於和我一樣的遭遇，那麼我的受傷、噩夢是最後一次，由我來終結吧，讓其他的孩子能快快樂樂的上課、玩樂、無憂無慮的平安過著快樂的生活，這就是我的設計——脫離夢魘的食夢獸。

感謝學校讓我學會 AutoCAD、機械原理、機械製造與實習，讓我有能力理論和實際的應用，才能創造出此設計來造福人群，所以學校所學的真的很有用。

九、 本設計之優點：

1. 以簡單的 L 型卡榫、溝槽作為設計。
2. 利用彈簧自動回位而達到安全的裝置。
3. 為單一零件，裝卸簡易。
4. 加裝後可防止意外的發生。
5. 可視需求，裝卸於機車上。
6. 市面上的機車皆可使用。
7. 重量、外型與原本機車手把相似。
8. 提升騎乘機車的安全性。
9. 可重複再使用，不用時可更換為原來把手。

由於騎乘機車在孩童的人越來越多，因此當家長一不留神時，孩童極有可能碰觸油門，導致衝撞受傷。若每台機車皆有加裝此配件，即可使因誤觸油門而造成意外發生的事件有效地減少，不需要任何時刻都緊盯孩童的動作，深怕一個不小心，機車就因此誤觸油門而加速前進發生意外。若機車不需要此安全裝置，亦能輕易拆卸，並且因體積小容易存放於家中，使其在需要的情況下，把油門塑膠把手拆掉，裝上我設計的把手再組裝於機車上。對於家中有孩童的

家長，不需要再提心掉膽的一直注意孩童在前座的活動狀況，以減少疏忽而造成意外後的遺憾與愧疚，是能提升便利性與安全性的一種裝置。

十、 組裝過程：

<p>1、開始組裝(以老師的機車做測試)</p> 	<p>2、裝入我設計的機車手把</p> 
<p>3、組裝完成</p> 	<p>4、拆卸 (容易、快速、方便)</p> 

好拆好裝的安全機車手把，便利性增加，且爲了安全又多添加了一份安全，零件式機車安全手把，當需要使用時裝上，當不需要使用時也可以隨時拆下，簡單的拆裝，讓生活多一份保障。

十一、 實際操作：



十二、 實體呈現：



柒、參考資料

- 一、 康鳳梅、許榮添、詹世良（2005）。Auto CAD 2005。全華出版社。
- 二、 粘桂端、大塚資訊科技公司（2008）。Autodesk Inventor。全華科技。
- 三、 鄭光臣、洪安、鄭壬駿。機械製圖。龍騰文化。
- 四、 吳思達（2008）。機械設計大意。全華出版社。
- 五、 王聰榮（2006）。圖學。東大圖書股份有限公司。
- 六、 葉輪（2011）。機械原理（第四章節－第六章節）。全華出版社。