

第十二屆旺宏科學獎

成果報告書

參賽編號：SA12-296

作品名稱：汽車左側安全開門裝置設計與製作

姓名：陳立明

關鍵字：車禍、左側開車門、安全性

研究題目：汽車左側安全開門裝置設計與製作

摘要

左側開車門容易因為**疏忽後方來車而導致車禍**，我們針對這個問題，設計安全裝置，由於目前道路行駛的車輛大部分是國民車，並沒有如高級車輛安裝有各項智慧型安全系統，因此我們希望以**國民車**為架構，設計可以安全開門及提醒駕駛人或乘客下車時，要注意後方來車的裝置。設計的機構可以固定在目前不同車輛的門把上，開門時需要以左手拉開安全滑塊，右手才能開啓左側車門，透過這樣的設計可以讓車輛駕駛開門下車時，頭部會有往左後方擺動的趨勢，提醒駕駛**注意後方來車**，同時也可以讓車門的**開啓幅度**，不會瞬間太大，以避免危險發生。滑塊動作連接有**聲音提示裝置**，開門同時提醒駕駛注意後方來車，開門時亦設計有**警示閃爍燈號**，可以警示後方來車注意本車正在開門狀態。同時為考量緊急狀況時，一般人開啓車門的動作反應，我們設計有**安全擋塊**的設計，只要開門力量超過一定大小時，也可以開啓車門，避免乘員自身的危險。針對不同車系車門把手可以有**相對應的固定裝置**，再裝上同樣的主機構設計，就可以提醒車輛乘員下車開門時注意後方來車，避免危及他人的安全。本研究具有安裝容易、不破壞汽車內裝、適用於不同車型、機構簡單、成本低等特點，且可以有效增進汽車開門的安全性。

壹、研究動機

在新聞報導中常看見因車輛開啓車門造成的車禍，如最近的一個車禍事件即造成 1 死 1 傷的慘劇，如下報導：*華視 - 2013 年 7 月 19 日 上午 5:00*

『下車開車門，卻害死一條人命，這場死亡車禍發生在基隆市區安一路，騎著機車的母女，才剛過紅綠燈，旁邊停好的轎車突然開門，車門擦撞機車，母女被撞飛到雙黃線上，送醫後騎車的女兒手骨折，而被載的媽媽不幸身亡，肇事車主被依過失致死移送法辦。』[1]。

由於車輛乘員開啓車門的疏忽，造成車禍導致無可挽回的傷害，因此我們想針對這個題目，研究安全的開門方式，目前關於車門開啓安全設計，多以警示燈號提醒後方來車或開車門的人，可是當機車以高速行駛時，警示的時間過短，機車騎士無法在瞬間煞車，仍然會造成意外事件發生。如何有效防止這類事故發生，最重要就是讓要下車的乘員**主動注意後方有無來車**，我們構想設計一組機構，可以有效提醒車輛乘員下車時轉頭觀察後方是否有來車，避免因疏忽後方來車造成的危險。

貳、研究目的

- 一、研究安全開啓車門的動作及方式
- 二、設計並製作一組汽車安全開門裝置，能達到安全開門的要求
- 三、測試機構的安全性，及修正使用上的問題

參、研究設備及器材

表一 相關實驗製作設備及材料

使用設備儀器		使用材料	
編號	項目	編號	項目
1	左側汽車車門一組	1	鋁塊
2	銑床	2	銅塊
3	車床	3	壓克力條
4	雷射加工機	4	不同車輛左側內門把
5	鑽床	5	蜂鳴器
6	拉壓力計	6	全彩 LED 燈
7	數位相機	7	極限開關
8	個人電腦	8	電池

肆、研究過程或方法

一、研究流程圖

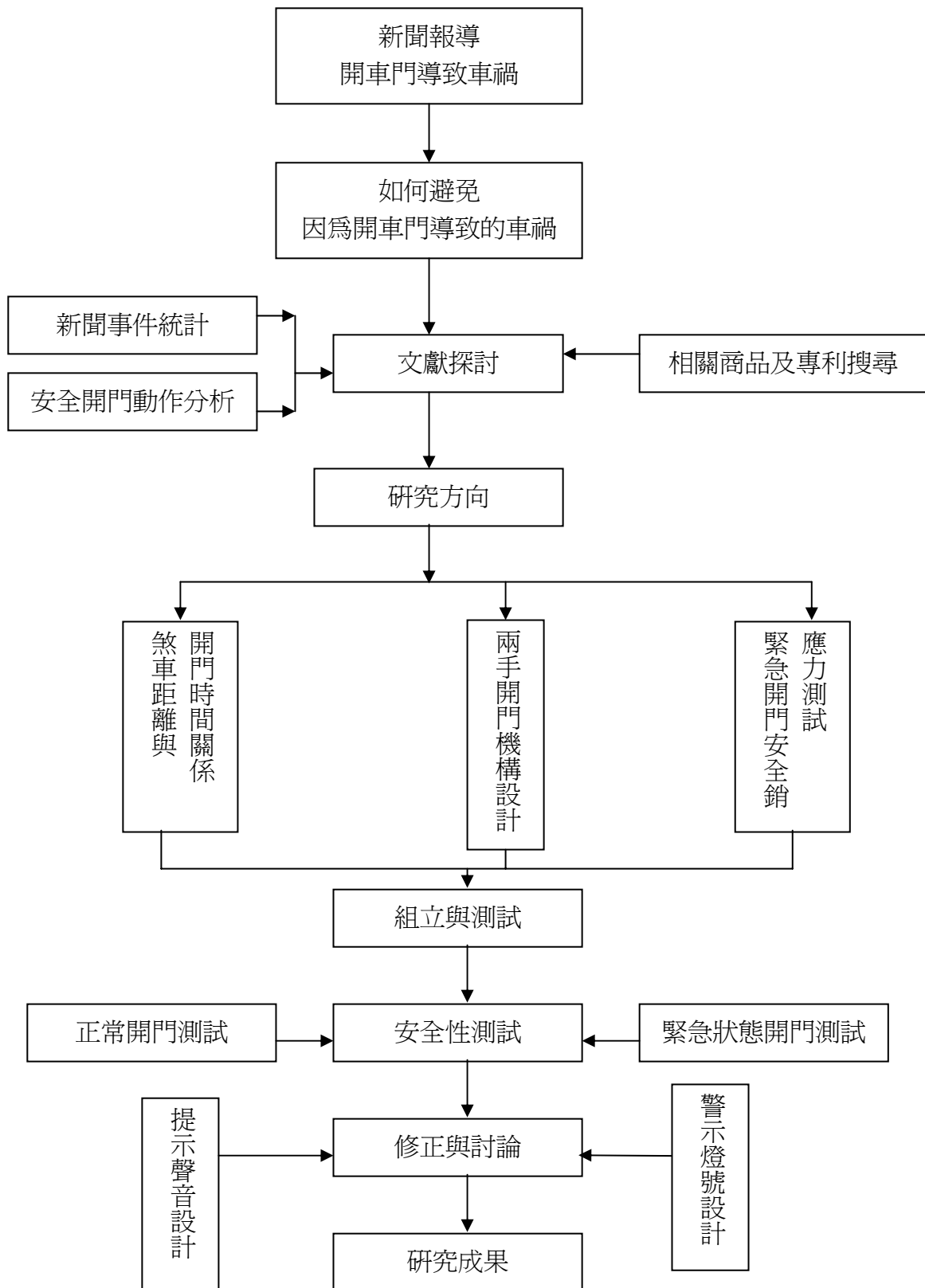


圖 1 研究流程圖

二、文獻探討

(一)、新聞報導事故發生案例統計及法律責任

注意！突開車門 年奪 5 命重創 3 千人

開車門是一個很簡單的小動作，但如果一不注意，會要人命，警政署統計，近 3 年來因為開車門不當導致的車禍，已造成 15 人死亡，另外全國每年因開車門不慎造成輕、重傷人數，高達 3 千多人[2]。

很多人開車門，沒注意旁邊有沒有東西，一不小心就可能發生意外，開門敲到路人都還算好解決，如果停在路邊，開左側車門沒看後面，害後面的機車騎士撞上，或是車門撞上車邊機車騎士，摔倒後還被後面行經的貨車輾斃，這樣的新聞事件層出不窮。

開車門不當釀禍，觸犯刑法過失傷害罪及過失致死罪，輕者處 6 月以下徒刑，若致死最高可處 2 年徒刑；若是計程車司機等職業駕駛，未緊靠路邊停下讓乘客下車而肇事，觸犯刑責較重的業務過失傷害或業務過失致死罪，輕者可處 1 年以下徒刑，致死時，最高可處 5 年徒刑[3][4]。

(二)、與安全開門有關的商品

我們搜尋相關安全開門的設計，如車測中心開發的盲點偵測與開門警示系統(BDS)，如圖 2 所示[5]。另外也有人建議車門應該設計成相反方向開啓，因為由後方撞擊車門的力學分析，右圖撞擊者傷害較輕，可是這樣的設計也會有危險性，尤其是對車內下車人員會造成傷害。如圖 4 就是實際設計向前開啓車門的商品。另外向上開啓也是不錯的方式如圖 5，只是目前這類車輛的價格都較為昂貴。另外較新的車門開啓設計如圖 6 所示[6]，車門是整個往車底縮進去，幾乎沒有開車門的幅度產生，下車人員不需有開啓車門的動作，但若是在路邊下車時還是要注意後方來車，尤其在台灣機車數量龐大，加上車速過快，也可能造成車禍。



圖 2 車測中心發展汽車電子安全解決方案

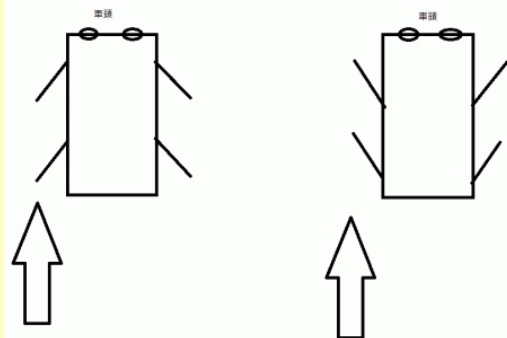


圖 3 不同開啓車門方向示意圖



圖 4 車門向前開啓



圖 5 車門向上開啓

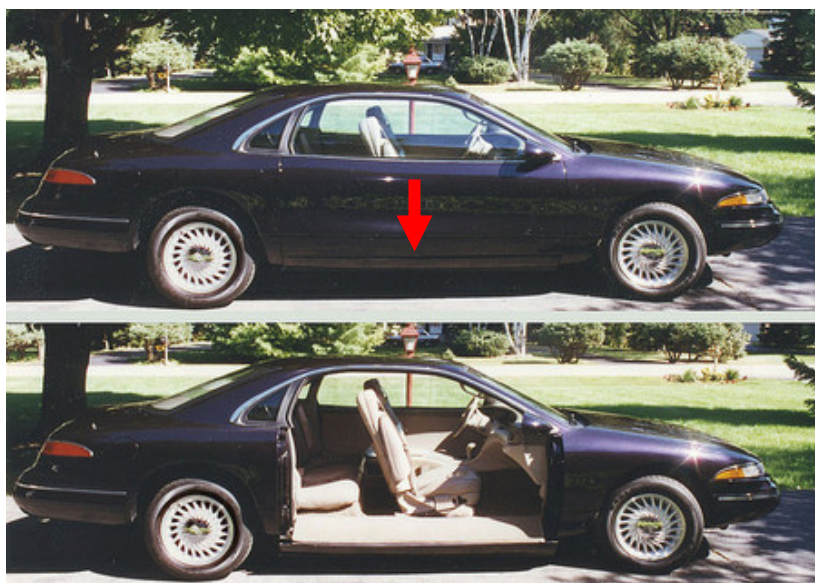


圖 6 車門向下開啓

(三)、相關專利設計討論

在相關專利搜尋上[7]，我們發現有相當多的專利設計是可以避免事故發生，例如專利證號 M421263 的『供後排座位乘客使用的後視鏡』，如圖 7 就是安裝在後車門上的反射鏡，可以讓後座乘客下車時可以觀察後方有無車輛，以提高安全性。

另外專利 M419704 的『下車開門防撞警示器』，可以透過裝置於後照鏡的偵測器檢測後方是否有來車如圖 8，同時當後方偵測有來車，下車人員手觸及把手時，就會提示下車人員，同時也會發出警示燈號，藉以警告後方來車注意安全。

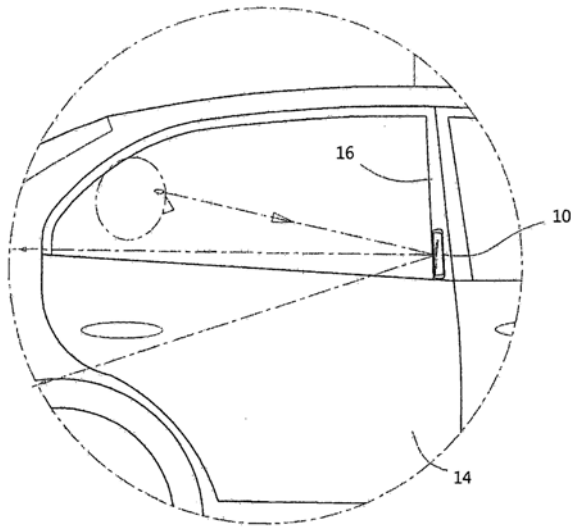


圖 7 後座車門反射鏡

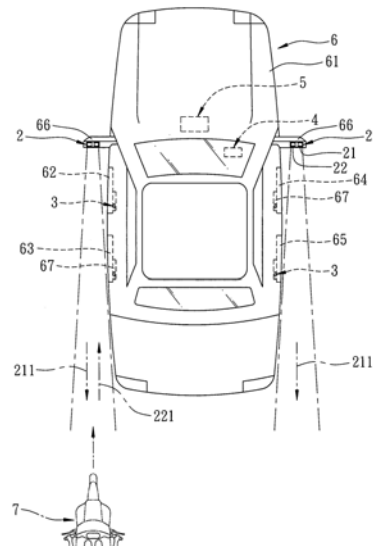


圖 8 下車開門防撞警示器

專利 M408519 的『車門開啓安全裝置』則是感測有來車時，直接將車門鎖住，如感應後方有車輛接近至所設定之安全距離，則控制模組即送出訊號讓車輛之中央控制門鎖啓動暫時閉鎖車門如圖 9，此一專利即可避免乘客開啓車門時發生危險。

專利 M384785『汽車車門開啓安全裝置』的設計是將門的開啓過程設計兩段以上如圖 10，可以讓開啓車門時有較慢的運作時間，可以增加後方車輛的反應煞車時間。

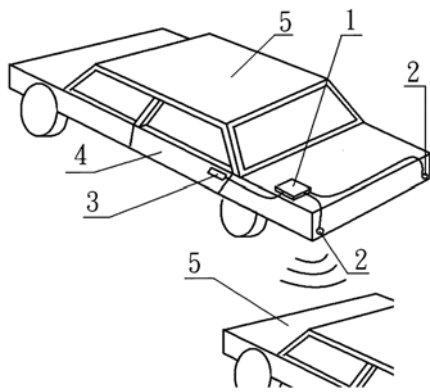


圖 9 偵測有車無法開門設計

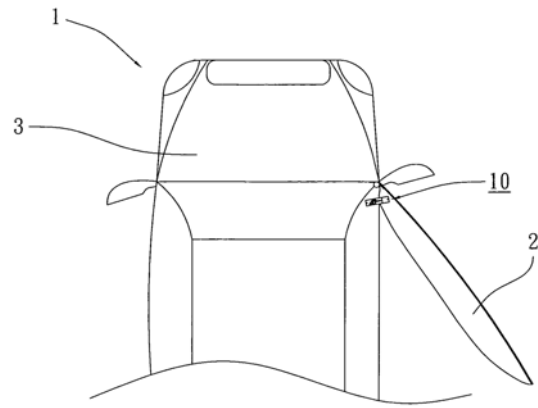


圖 10 兩段式開門設計

專利 M343603『車門開啓快速警示裝置改良』，裝設一個開關於車門手把上如圖 11，當開啓時就會出現警示聲音及警示燈藉以提醒下車人員及後方車輛注意安全。

專利 I288088『車用開門危險預警裝置』，這發明是一種車門開啓時的危險預警裝置，藉由一微處理器收集車內多項裝置之訊號，判斷車內駕駛人或乘客是否有開車門之意圖後，若有則驅動一影像辨識單元動作，辨識後方是否有人、車欲經過，或驅動後視鏡進行大範圍轉動，供駕駛人直接藉由觀看動作中的後視鏡，進一步確認後方是否有人、車欲經過如圖 12。

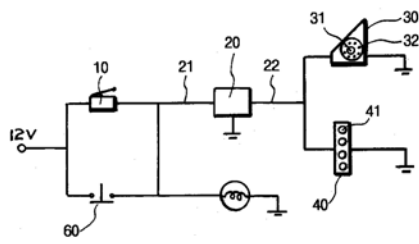


圖 2

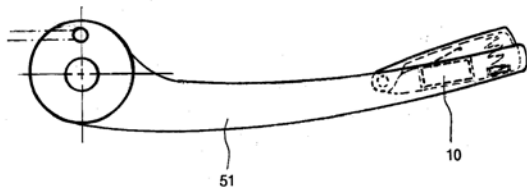


圖 3

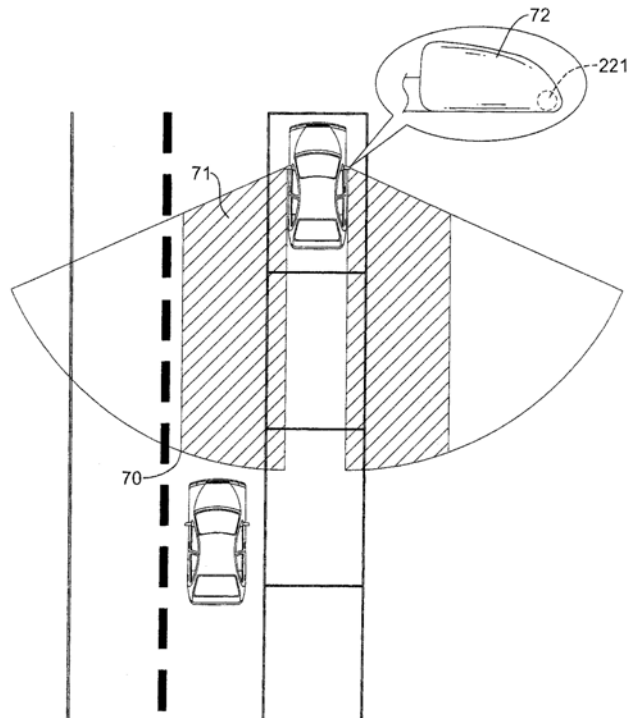


圖 12 車用開門危險預警裝置

圖 11 車門開啓快速警示裝置改良

三、安全開門動作

最新的汽車考照規定，要求駕駛人開車門時，必須使用右手開車門，自然而然，頭就會往側邊後視鏡觀察後方有無來車，當車門微開時可以直接觀察後方車輛，所以**反手開車門的方法**，就能降低肇事率，可是在平常駕駛中就沒有強制性。如圖 13 為模擬駕駛人用右手打開左側門，的確可強迫轉頭查看後方來車，減少意外發生。桃園縣交通隊就建議駕駛人或乘客可用離車門較遠的手來開門[8]，例如要打開左邊車門，可側身用右手；要打開右側車門，就用左手，因為這個動作可強迫自己轉動肩膀和頭部，透過車窗直接查看後方來車，方便判斷對方行進速度和方向，而且還要慢慢開門，才能避免意外。



圖 13 使用離車門較遠的手開門

安全開車門有方法：

- 汽車駕駛人打開車門前一定要先看照後鏡，並轉頭確認後方有無來車。
- 不論是汽車駕駛人或乘客，用遠離門把的那隻手開車門，即門在左邊，用右手；門在右邊，用左手，這樣會自然轉身看到後面的狀況。
- 駕駛人應提醒車上乘客，下車開車門時轉頭注意後方來車。
- 汽車後座乘客應從右側車門上、下車。
- 兒童安全鎖應鎖上，避免兒童不當開啓車門。
- 停車緊靠路緣，避免機車騎士勉強穿越，造成危險。
- 行進中的車輛，不論汽、機車，發現前方有人路邊停車時，都應減速慢行，並保持安全間隔

四、開門與機車速度相對關係實驗

汽車開門速度與來車騎士的反應時間有很大的關係，我們希望透過實驗了解一般開啓車門的時間長短。物理老師上課有介紹一套免費軟體 **Tracker**[9]，Tracker 軟體是一個建立於 Open Source Physics (OSP) Java 架構下的免費影像分析與建模工具，因此我們使用 Tracker 來分析汽車開門時間，測試時同時錄影及使用碼錶測試開門時間。

使用碼表測量開啓車門的時間最短約為 0.7 秒，由於可能有誤差關係，因此我們使用 Tracker 軟體來測量開門時間，測試如圖 14~15 所示。從微微開門到全部打開的時間約為 0.8 秒，這表示後方機車騎士看到車輛開門時，需要至少 0.8 秒的時間來閃避。

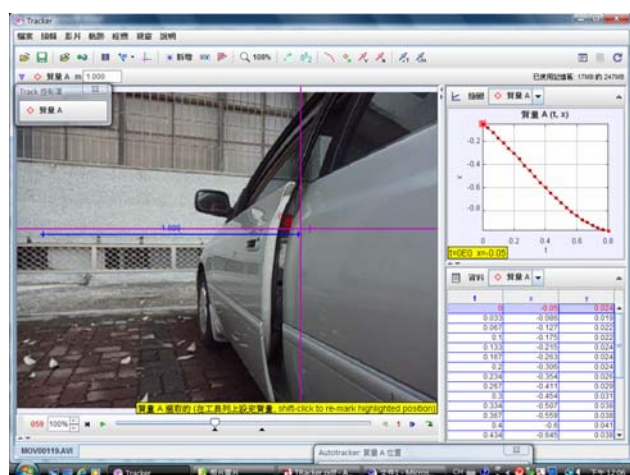


圖 14 使用 Tracker 測量開門時間

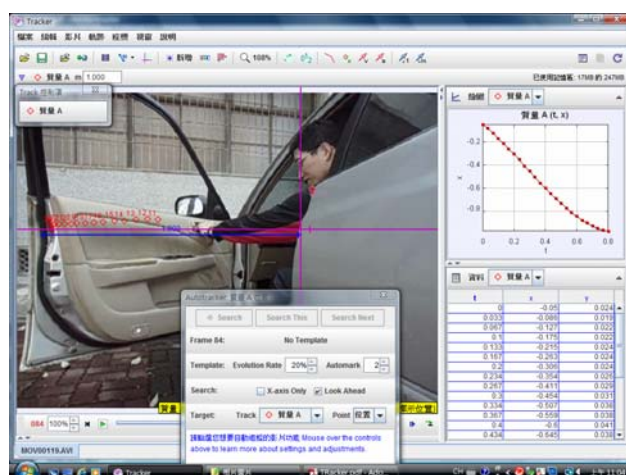


圖 15 開門軌跡圖

超速駕車對駕駛本人以及其他的道路使用者（行人或別的駕駛）應變下列因素的時間都減少，駕駛反應危險動作如下說明：

1. 覺察危險，意識到危險的存在（眼睛看到危險）
2. 決定煞車避險動作，煞車或轉彎（大腦神經傳導發出命令）
3. 完成煞車避險應變動作（手眼腳協調踩剎車）

依據交通部六十六年頒佈的「一般公路汽車煞車距離、行車速度對照表」說明駕駛之平均危機反應時間，為四分之三秒，意即：眼睛看到危險→大腦發出命令→手眼腳協調踩剎車的歷程，四分之三秒的時間。〈然而根據 WHO 研究，反應力因人而異平均反應時間為 1.5 秒至 4 秒，台灣頒佈的標準恐怕已過時。

世界衛生組織(WHO)引用澳洲運輸安全局資料，宣導若車速為五十公里，煞停反應距離高達 28 公尺，換言之，若車速五十公里，駕駛必須在 28 公尺之前覺察危險的存在並反應，否則絕對無法避免行人的傷亡！由於台灣市區道路已經車速放寬至 60 公里，其煞停反應距離則高達 36 公尺以上！經過換算需要煞停時間為 4.32 秒。

圖 16 為澳洲政府實驗的煞車反應距離，車速愈快，駕駛與行人危機應變的時間相對愈少！澳洲政府以如此精確的數據教育澳洲駕駛減速慢行，深具說服力[10][11]。

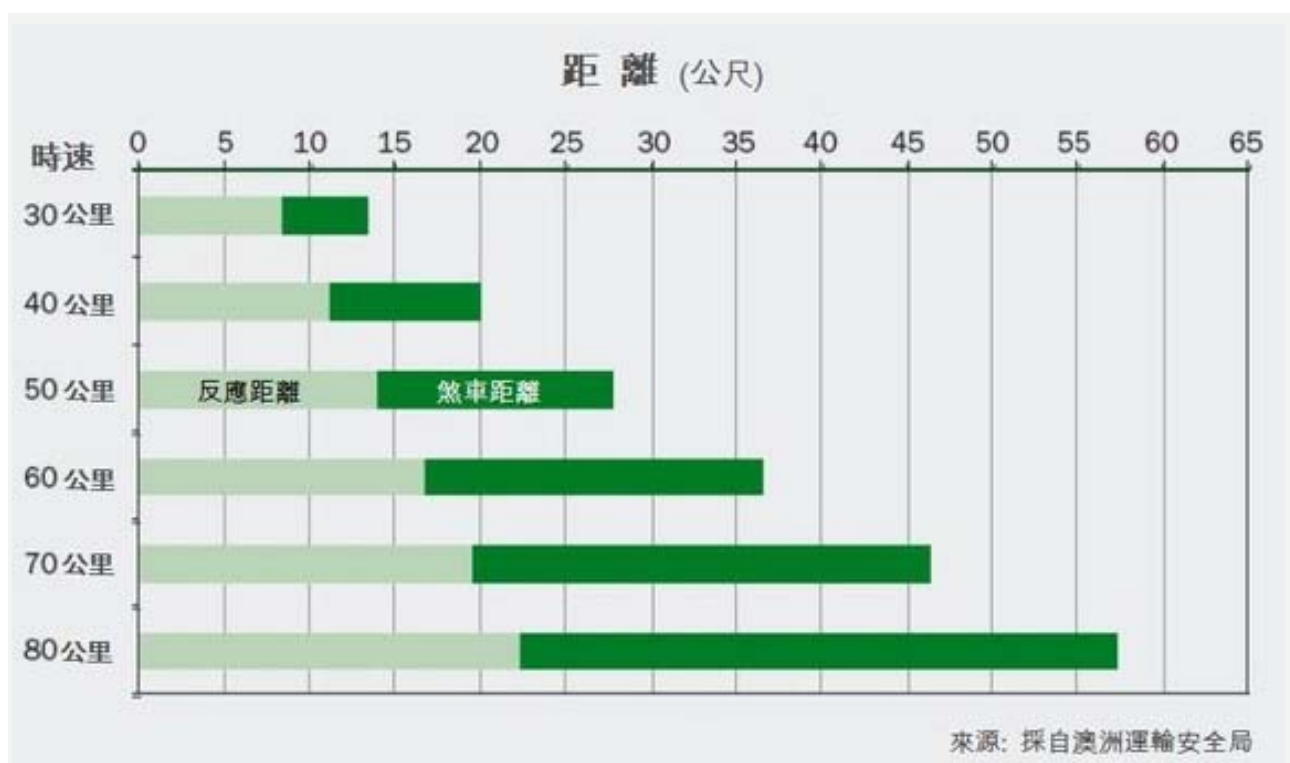


圖 16 緊急煞車距離圖示

原文發表於民國 92 年，民國 99 年 6 月 12 日引用世界衛生組織(Why focus on speed?) 手冊之煞停反應距離與反應時間修正定稿。

我們將上列圖 16 以動力學計算時間得到如表一。

表一 車速與煞車時間距離關係

車速(km/hr)	30	40	50	60	70	80
煞車距離(公尺)	13	20	27.5	36.5	47	57
煞停時間(秒)	3.36	3.6	3.88	4.32	4.73	5.13

從表中可以發現車速越快，需要煞車距離越遠，當車速為 60 公里時，發現前方車輛瞬間開車門，如果距離夠遠的話，你還煞得住，如果距離太近，就只有撞下去或是轉彎閃開，如果不幸旁邊又有車輛的話那就很危險，所以這類事故能避免的就是**騎車騎慢一點(機車駕駛)**，不然就是**車輛開門時注意後方有無車輛後再開門(車輛駕駛或乘客)**。

五、機構設計

我們以回收車門作測試，車門門把的設計方式有很多種，如圖 17 為各種車門把手設計樣式，大致上都有一個轉動的樞軸，及一個造型把手。我們購買一個回收的車門做為測試使用，其門把設計如圖 18，由於造型為曲線，為了量測相關尺寸，我們使用相機拍照，並且使用游標卡尺作為基準尺，最後使用 AutoCAD 來繪製外型尺寸如圖 19 所示，作為後續機構設計尺寸參考[12]。



圖 17 車門把手不同設計



圖 18 以回收車門測繪門把尺寸



圖 19 尺寸測繪完成繪圖

我們的設計概念是希望能應用於**國民車**，設計的構造如圖 20，一般人開啓左側車門會使用左手，因為之前資料中安全開門動作顯示，若能使用右手開門時，可以增加安全性，因此我們設計需要以兩手開門的設計，分為兩個零件，固定塊可以將本設計連接固定於車門門把上，外滑塊利用一支螺絲限制於固定塊上的滑槽如圖 21 所示，可以滑動，另外一支螺絲可以限制於一開放槽中，當需要開門時，需要以左手拉開外滑塊，使開放槽內的螺絲離開槽孔，這時右手才可以開啓原本的车門把手如圖 22~23 所示[13]。

由於使用兩手開門所以開車門的幅度不會太大，加上右手開門時頭會往左後方轉動，可以觀察後方是否有來車。

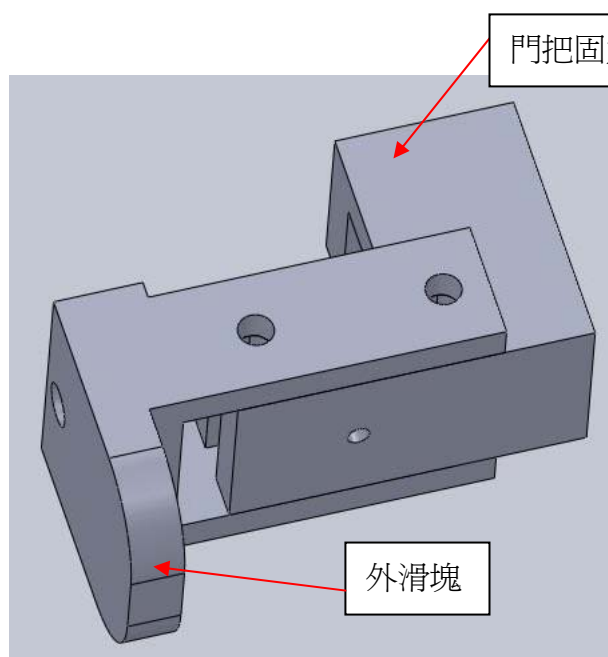


圖 20 兩手開門機構設計

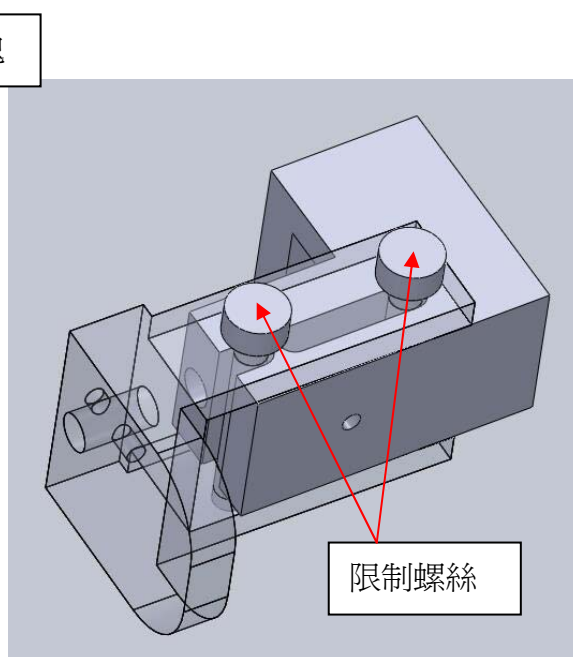


圖 21 機構內部設計圖

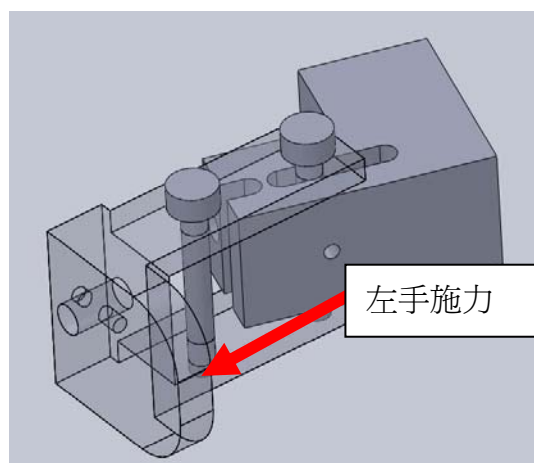


圖 22 開啓動作設計

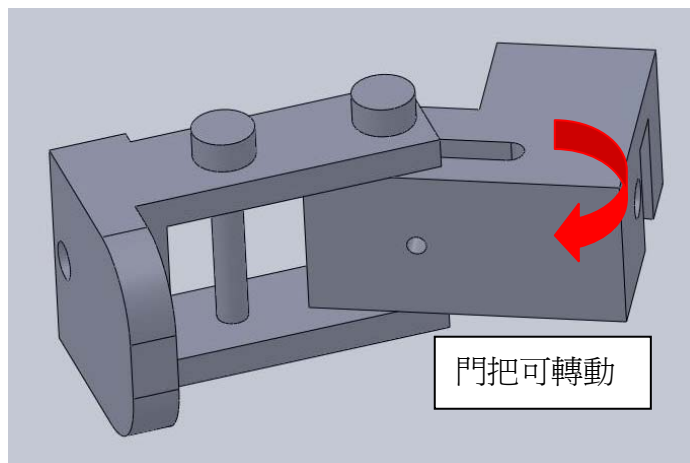


圖 23 零件組立圖

六、零件加工與組立

零件加工分為固定塊及滑動塊，固定塊使用銑床加工後，需要以鉗工加工配合車門把手形狀，完成的固定塊如圖 24 所示，滑動塊如圖 25 所示。經過組立完成如圖 26，動作測試如圖 27 可以將滑塊拉開。圖 28 是將整個機構固定在車門門把上完整圖示。

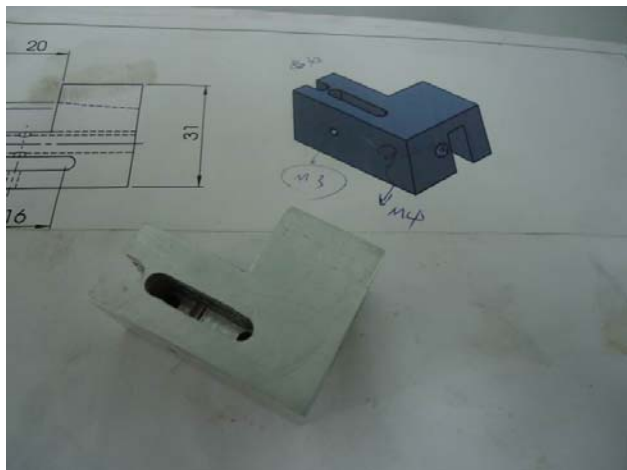


圖 24 固定塊零件加工

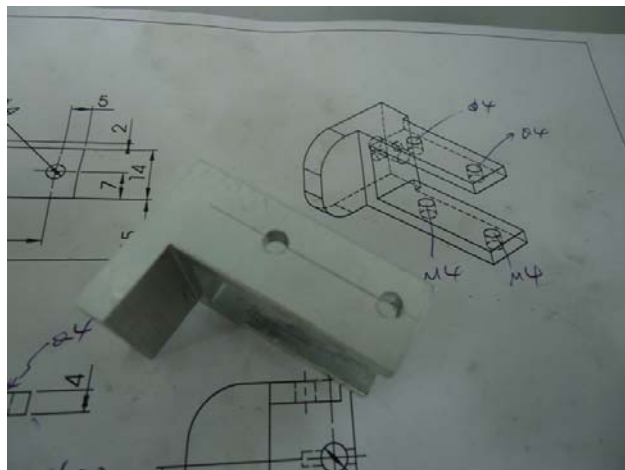


圖 25 滑動塊加工完成圖



圖 26 組立完成的開門附件



圖 27 滑動測試



圖 28 安裝於汽車門把上

七、機構固定與滑塊動作修正

安裝完成後動作測試如圖 29，需要以兩手才能開啓車門如圖 30。測試時發現我們製作的機構動作可以完成，由於是使用手推動，有些地方需要更平滑一點，對開啓車門的人員操作可以手感更好一點。車門把固定塊使用兩顆螺絲從外側固定，穩固性不佳，需要改進。



圖 29 試開啓測試



圖 30 車門開啓狀態

八、緊急狀況開門設計

由於設計需要兩手開門，當遇到緊急狀況時如車禍或火燒車時，必須能快速開門，可是在慌亂中可能會不順手，所以考量這種狀況，我們將原本設計的限制螺絲修改材質，修改為脆性材料，作為弱點如圖 31 所示。考量製作的方便性，我們直接以壓克力圓棒來加工安全銷，購置後切割的壓克力棒如圖 32 所示。

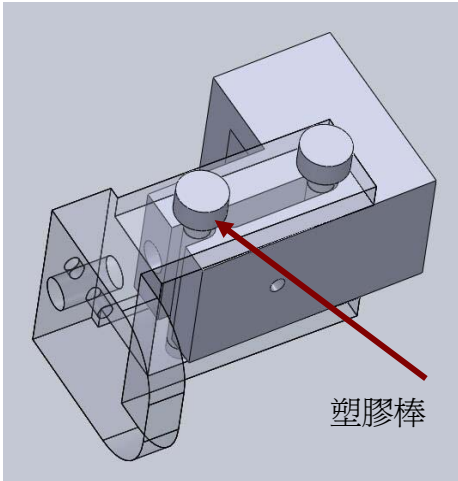


圖 31 緊急狀況的安全設計



圖 32 以壓克力材質製作安全銷

伍、研究結果

一、正常開門設計測試

本安全設計在正常開門狀況下，開啓車門可以讓乘員頭部往側邊轉動，但是要將視線往後方看，還是需要更多的轉頭及身體的動作，不過已經具有可以提醒下車的人提高注意的功能，如圖 33 中下車人員會有轉頭的動作。



圖 33 模擬下車動作測試

二、緊急開門安全銷應力測試

在機械力學課程中[14]，我們曾學過剪力，所謂剪力是指大小相同，方向相反，但沒有作用在同一直線上。當材料承受外力作用，其一部分沿另一部分發生滑動或剪斷之傾向時，即會產生剪應力，如圖 34 所示。

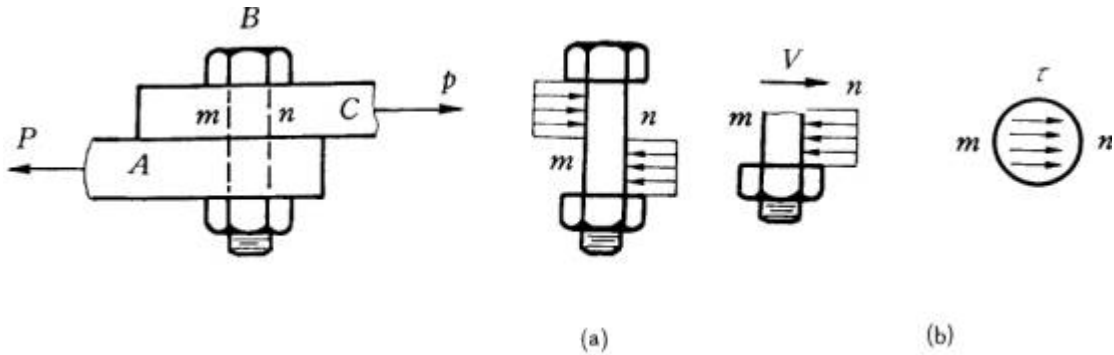


圖 34 單剪剪應力

從圖 34 中(a)所示，螺栓的 $m n$ 截面有被剪斷之傾向，而由其截面之自由體圖，如圖 34 (b) 所示，可知其剪力 V 作用於螺栓之受剪面 $A(m n$ 截面)上。設此剪力係均勻分布於受剪面，則其單位面積所受之剪力，稱為剪應力。就圓型材料而言，其剪應力如下公式。

$$\tau = \frac{V}{A_s} = \frac{P}{A_s} = \frac{P}{\frac{\pi}{4} D^2}$$

如圖 35 所示，是受雙剪的鉚釘連接件，其在 KK' 及 LL' 截面上所生之剪應力計算如下公式。

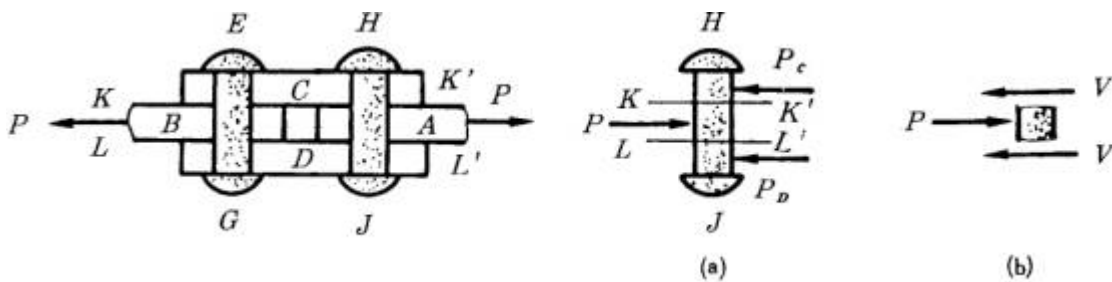


圖 35 雙剪剪應力

$$\tau = \frac{V}{A_s} = \frac{P}{2A_s} = \frac{P}{2\left(\frac{\pi}{4} D^2\right)}$$

圖 36 為我們設計機構的示意圖，其中圓棒處會承受剪力，圖 37 中表示我們製作的機構會產生雙剪的效果，因此我們必須計算出將壓克力條破壞的力量，這樣才能確保緊急狀況時，還能夠開啓車門，由於設計為機械式，因此破壞的力量必須適當，例如小孩子或是女生也可以用力破壞安全銷。

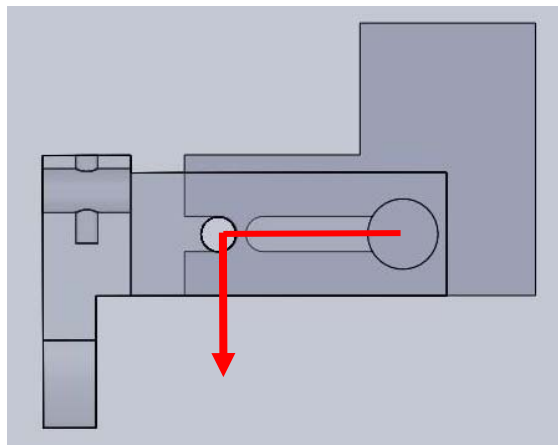


圖 36 安全銷受力分布圖

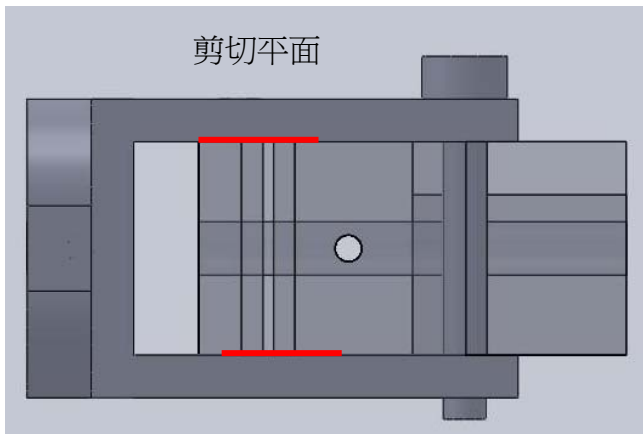


圖 37 安全銷雙剪位置圖

爲了測試開門需要力量大小，我們使用拉力計量測開門力量如圖 38 所示，經過測試後平均爲 1.8kg。同時我們也測試成年男子右手食指開門力量的大小如圖 39 所示，經過測試後最大值約爲 19kg。



圖 38 測試開門拉力約爲 1.8kg

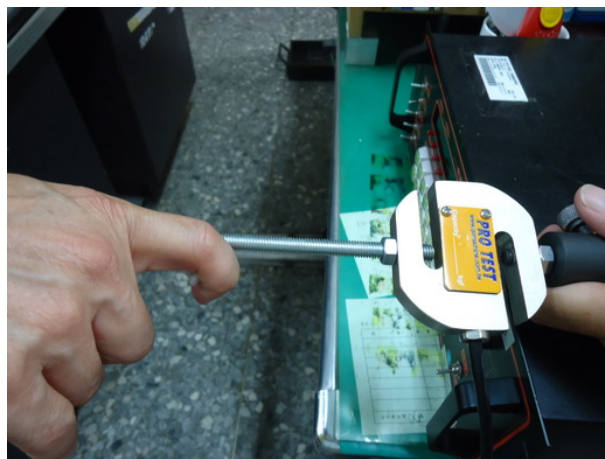


圖 39 測試食指拉力可以達到 19kg

我們設計如圖 40 的實驗架構，用來測試壓克力圓棒的剪力破壞大小。在初步測試時，發現使用直徑 4mm 完整的壓克力圓棒，其剪切破壞的力量要很大，用手指的力量去扳動，都無法破壞，因此我們將壓克力條加工如圖 41 的切槽，加工出不同尺寸的切槽，用來測試安全的切槽直徑。

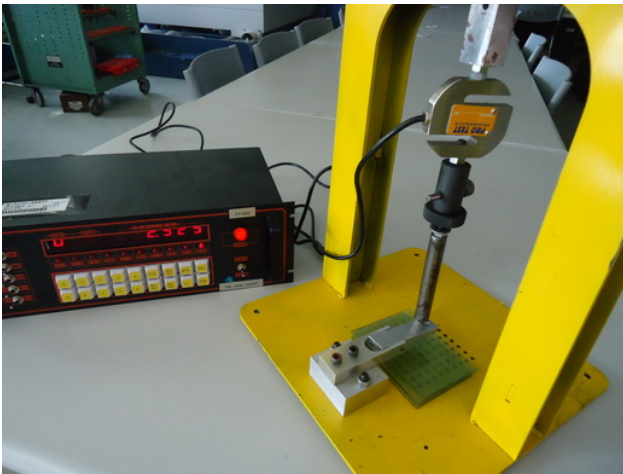


圖 40 剪應力實驗架構

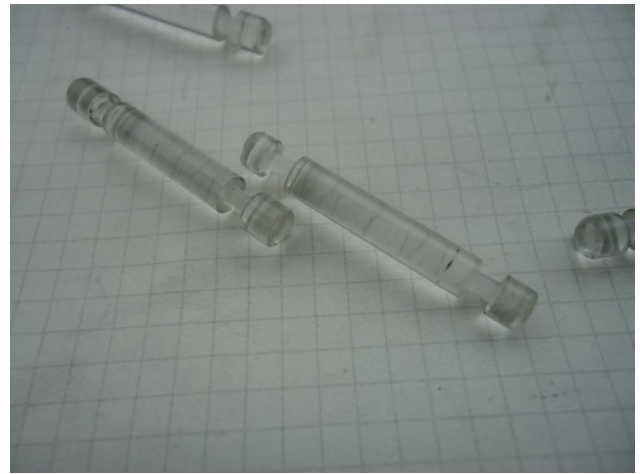


圖 41 加工過壓克力條

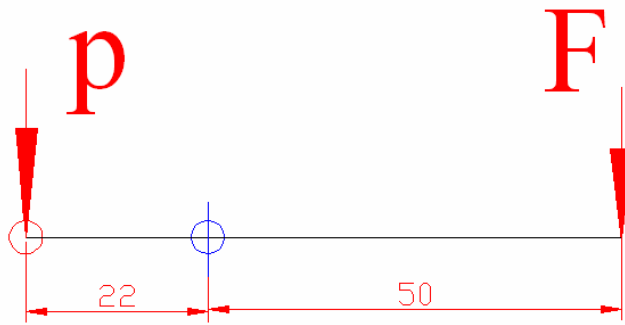


圖 42 應力分析力系圖

圖 42 中，F 為外部施力假設為 20kg，P 為對安全銷的作用力

$$\sum M_o = 0$$

$$F \times 50 = P \times 22$$

$$F = 20kg$$

$$20 \times 50 = P \times 22$$

$$P = 45.45kg$$

經過查表得知：壓克力的剪應力

$$\tau = 630kg / cm^2 = 6.3kg / mm^2$$

雙剪中剪應力

$$\tau = \frac{P}{2 \times \frac{\pi d^2}{4}}$$

$$6.3 = \frac{45.45}{2 \times \frac{\pi d^2}{4}}$$

$$d^2 = \frac{45.45 \times 2}{\pi \times 6.3} = 4.59$$

$$d = 2.14mm$$

上述理論計算發現外力 20kg 時，壓克力棒直徑為 2.14 以下時會破壞，同樣若外力為 10kg 時，則壓克力圓棒直徑為 1.52mm 就會破壞。

經過實驗後我們完成的數據如表二所示，完成的比較如圖 43 所示，我們計算的理論數值在直徑 2mm 時，需要 17.4kg 的外力才能破壞安全銷，可是實驗結果只要 4kg 就會斷裂，與理論差距甚大，約為 4 倍多，而直徑 2.5mm 的時候需要外力 27.2kg，切槽直徑 3mm 時需要 39.1kg 才能破壞，也是與實驗結果差約 4~5 倍的力量，為什麼會這樣呢？討論後發現應該是切槽後的壓克力棒在承受力量時，產生應力集中而破壞。所以使用安全銷時若有切槽的話，則會降低剪切應力，最後我們使用略有切割 V 槽的壓克力棒，可以承受外力約 15kg，當緊急時只要超過 15kg 的施力，就可以破壞安全銷。

表二 壓克力棒加工剪應力實驗結果

壓克力槽直徑 2mm											
實驗次數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
負荷 kg	3.7	4.1	3.8	4.3	4.2	3.9	4.1	4.2	3.9	4	4.02

壓克力槽直徑 2.5mm											
實驗次數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
負荷 kg	6.2	6.4	5.8	5.9	6.3	6.3	6	5.9	5.8	5.9	6.05

壓克力槽直徑 3mm											
實驗次數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
負荷 kg	7.6	8.4	8.3	7.5	8.2	7.8	8.2	8.3	7	8.9	8.02

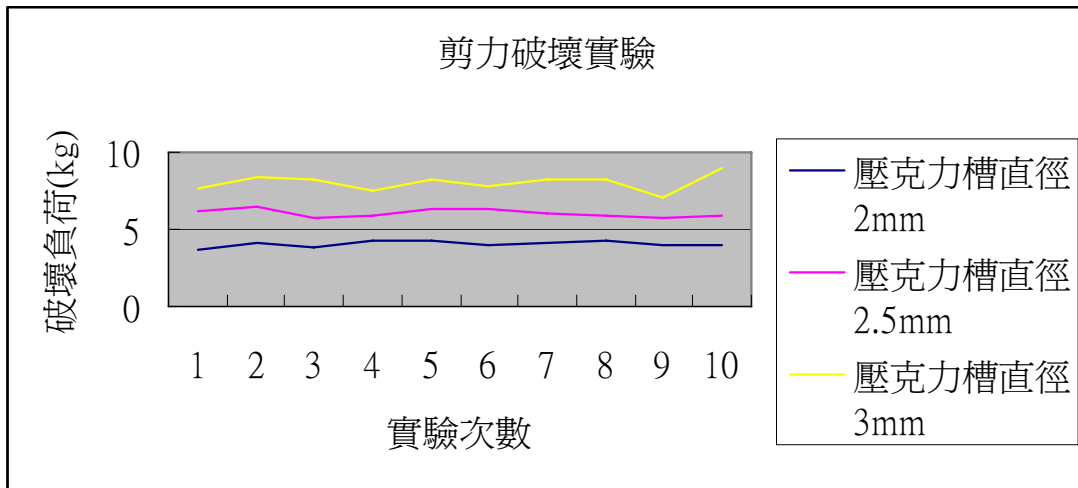


圖 43 剪力破壞實驗結果比較

三、加入提醒語音的設計

在開門時使用兩手開門已經可以有轉頭的情況，可是駕駛還是有可能忽略轉頭觀察後方來車，因此我們在原本的機構上加上極限開關如圖 44，可以在開啓車門時啓動蜂鳴器，電源為外部電源，不需要使用車輛電源，使用 1.5V 的電池，完成如圖 45 的構造。可是使用蜂鳴器會比較吵一點，如果可以使用語音提醒時，讓開車門的時候有溫馨的提醒，更能夠注意後方是否有來車及安全。



圖 44 語音提醒極限開關安裝



圖 45 加上蜂鳴器的安全開門附件

最早設計固定於門把的**固定塊挾持不穩**，因此第一次修正設計是利用分開兩塊鋁塊挾持，由於門把為曲線造型，我們使用紙黏土來取出門把造型，如圖 46 所示，切割成兩塊如圖 47，再利用雕刻工具將鋁塊加工成類似形狀，完成後夾持如圖 48 所示，這樣挾持於內門把的設計還不是很理想，這點需要再思考如何處理，為了增加穩定性，這一次的組裝就直接在門把上鑽孔固定。定位銷的位置如圖 49 所示，開門時左手拉動滑動塊，同時觸動開關使蜂鳴器發出聲音。



圖 46 門把曲線取型



圖 47 切割下來的門把造型(一半)



圖 48 安全銷與警示聲音設計



圖 49 安全銷位置

陸、討論

一、測試結果討論

經過重新製作的開車門安全裝置測試發現幾項缺點如下：

1. 若使用安全銷的設計，當安全銷斷裂後，需要跟換新的安全銷，增加成本支出。
2. 安全銷的塑膠材質會因為時間而老化，導致剪應力變化。
3. 安全銷斷裂後，不管它的話，車門一樣可以開啓，原本的設計就無用武之地。
4. 門把固定處不夠穩固，若鑽孔固定則增加安裝的不方便，同時增加成本。
5. 滑動塊拉動時，可能會對車門內裝造成磨損。

我們針對上述問題逐項處理，新的整體設計如圖 50 所示，其中增加一個擋塊，取代原本的塑膠安全銷的功能。正常使用時以左手拉開滑動塊，右手就可以開啓車門如圖 51 所示，當緊急狀況發生時，右手用力扳動門把，使固定塊推動擋塊限制位置如圖 52，當力量超過擋

塊上彈簧的力量，擋塊就會轉動，使固定塊也因此可以轉動如圖 53，產生開門效果。經過機械加工後完成的零件如 54 所示，組裝後測試發現圓弧接觸面會使固定塊轉動時減少限制力，也就是只需要一點力量就會讓固定塊的圓弧面在擋塊圓弧面上轉動，無法產生有效的限制力量，如圖 55 所示。

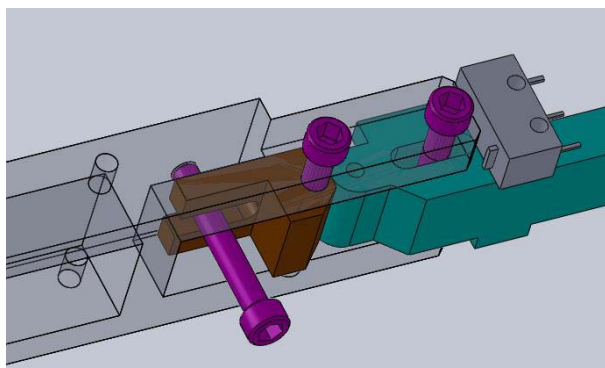


圖 50 新設計的安全開門裝置

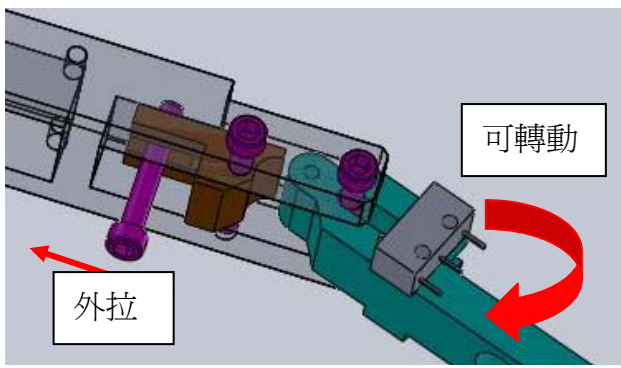


圖 51 正常開門方式，拉開滑塊可開門

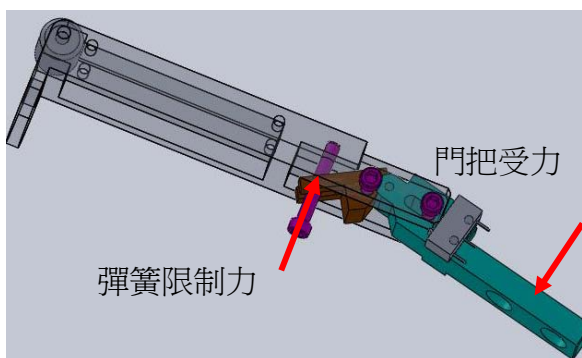


圖 52 緊急狀況用力開啓門把

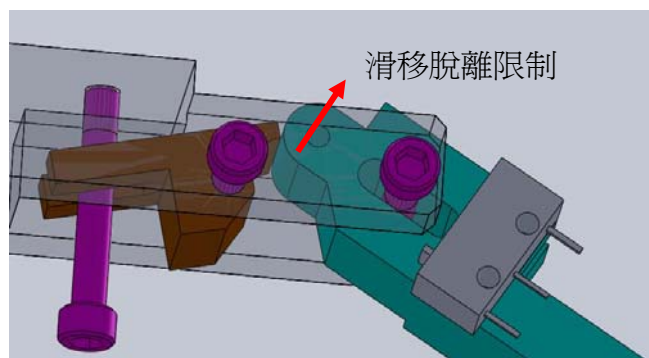


圖 53 擋塊因受力過大，使固定塊脫離限制

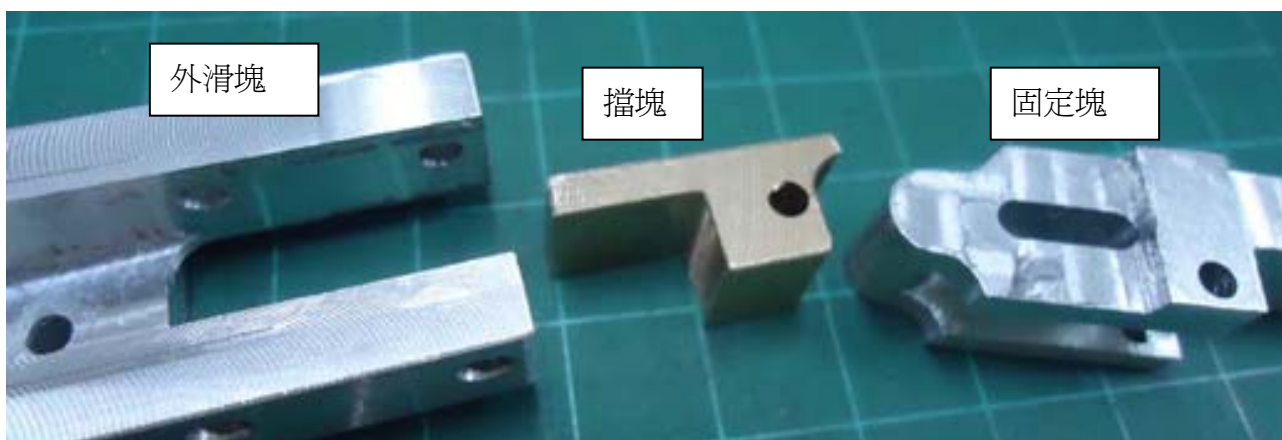


圖 54 修正設計零件加工完成

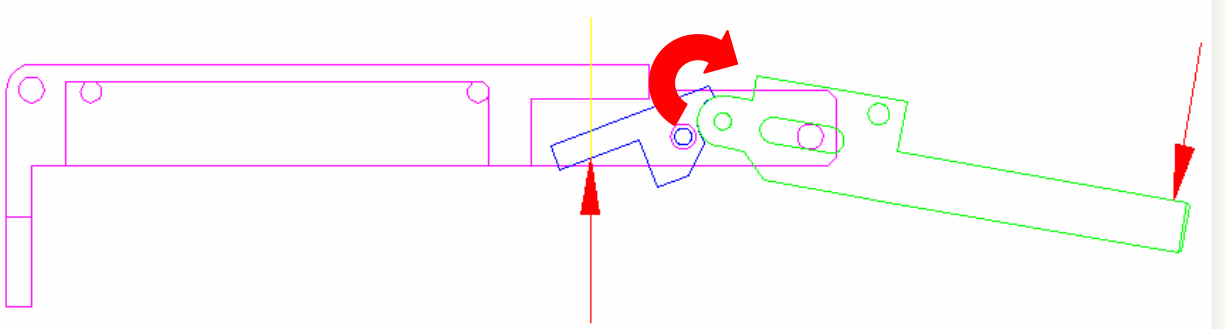


圖 55 新設計的圓弧接觸面會讓固定塊容易轉動

因此我們更改細部設計如圖 56，將原本的圓弧接觸面改為線接觸方式，讓外加力量可以直接壓在擋塊上，不會產生滑移的現象，當力量大於彈簧壓力時，才會產生滑移而使門把可以動作開啓車門[15]。力學計算示意如圖 57 所示，計算過程如下，彈簧的力量可以靠外加螺帽來調整。

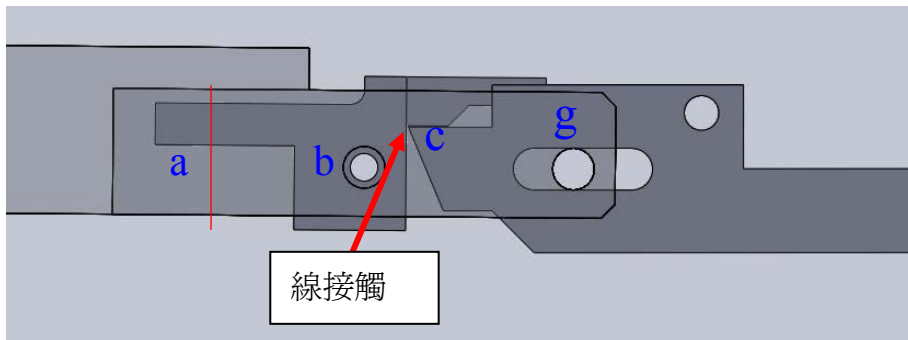


圖 56 修改成線接觸設計組立圖

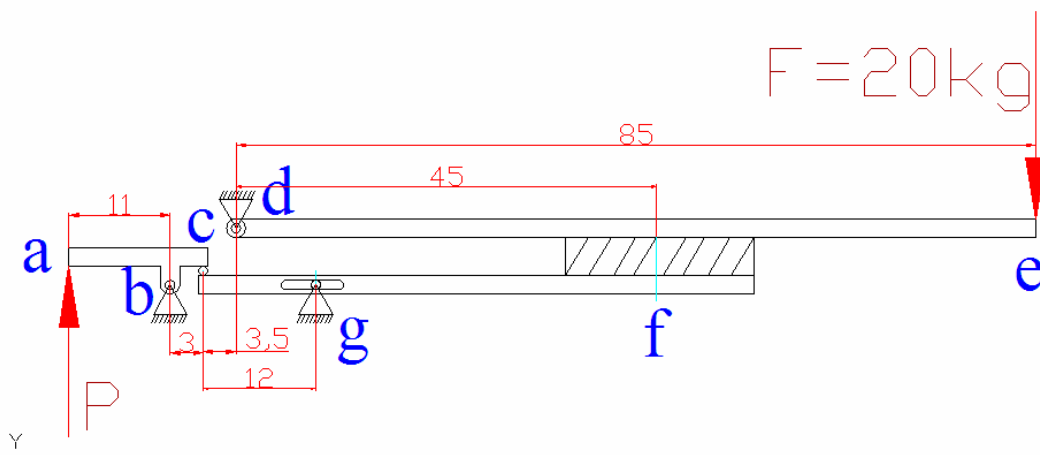


圖 57 線接觸設計力學分析圖

如圖 57 所示，我們設定緊急狀態時施加於門把的力量 F 大於 20kg 時，則彈簧力量 P 就必須讓 C 點可以產生移動，這樣就可以讓門把的限制解除，讓車門可以開啓。計算彈簧 P 力量如下過程：

de 桿件：

$$\sum M_d = 0$$

$$F \times 85 - R_f \times 45 = 0$$

$$20 \times 85 = R_f \times 45 \quad R_f = 37.78kg$$

cf 桿件：

$$\sum M_g = 0$$

$$R_f \times 36.5 - R_c \times 12 = 0 \quad \overline{gf} = 45 - 8.5 = 36.5$$

$$37.78 \times 36.5 = R_c \times 12 \quad R_c = 114.91kg$$

ac 桿件：

$$\sum M_b = 0$$

$$p \times 11 - R_c \times 3 = 0$$

$$p \times 11 = 114.91 \times 3 \quad p = 31.34kg$$

表示使用彈簧壓住擋塊的力量為 **31.34.kg** 時，要緊急開車門，需要施力超過 20kg 於門把上，才能使擋塊動作，解除限制。實際應用時擋塊的彈簧力量可以設定為約 16kg，緊急狀態時只要 10kg 的力量就可以開啓車門。

二、門把固定方式新設計

由於各種車輛的門把形狀及尺寸不同，為能讓本設計安裝於不同車輛，我們將門把固定裝置與固定塊分開，**門把固定塊**設計成口字型如圖 58 所示，可以設計不同尺寸，應用於不同的車型門把，相同的主機構再利用螺絲固定於門把固定塊上。

門把固定塊上設計三個對向的螺絲孔，利用三點定平面的方式可以較穩固的固定於門把上，如圖 59 中的對向螺絲，能調整主機構的平面平行於門板上，同時鎖緊三對的對向螺絲能將門把固定住。將主機構使用螺絲固定於門把固定塊上如圖 60，最後完成如圖 61 完整設計。

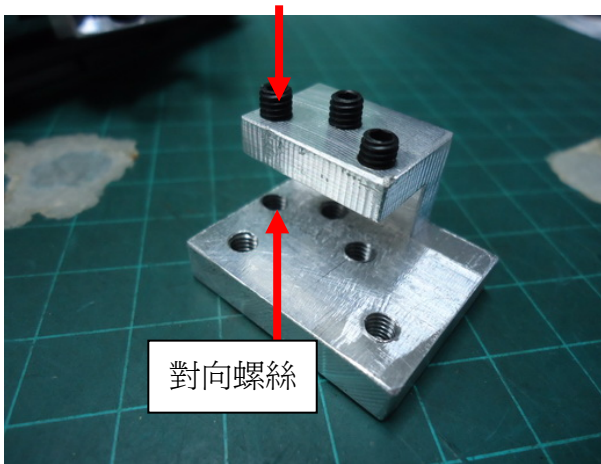


圖 58 新的門把固定設計使用對向螺絲



圖 59 安裝在門把上的狀態

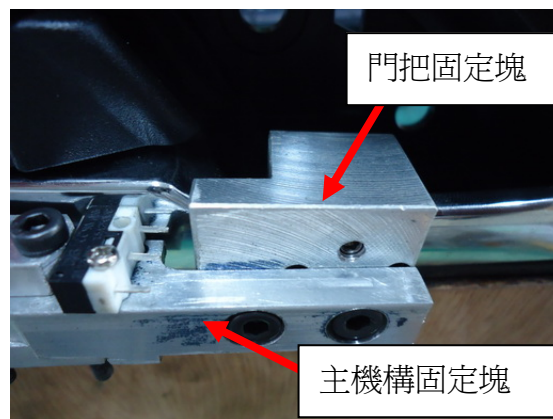


圖 60 將主機構固定在門把固定塊上



圖 61 測試安裝完成圖

三、加入閃光警示燈號

在研究過程中有人將反光片黏貼在車門內側如圖 62 所示[16]，可以增加夜間車門開啓的安全性，我們構想在滑動塊上加上一顆閃爍的 LED 燈，希望能以主動閃爍的方式，讓後方車輛可以注意前方汽車正在開車門，完成的警示燈如圖 63 所示。



圖 62 加裝警示反光鏡片的設計

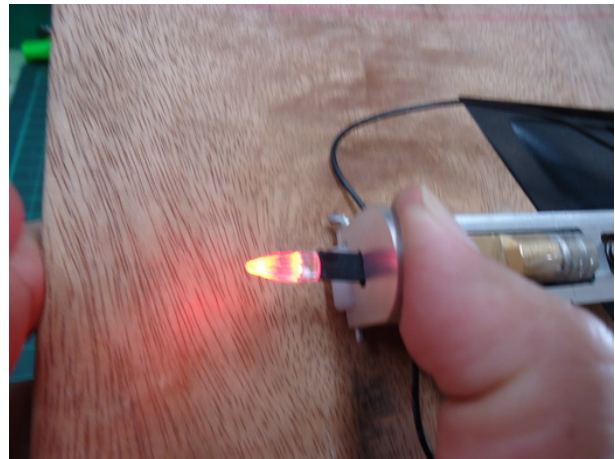


圖 63 加裝警示燈號閃爍情況

四、實際應用於車輛測試

在實際安裝於車輛前，我們考慮外滑塊可能會對汽車內裝產生磨損，所以設計一個塑膠滾輪如圖 64，當滑塊動作時可以避免對內裝產生刮痕。我們將安全裝置實際安裝於汽車車門上，如圖 65 所示，整體顯示不會佔用太多空間，安裝上也相當容易，在門把上挾持固定不會鬆脫。圖 66 為車內兩手開門動作圖，要開啓車門必須兩手動作，同時從圖 67 中可以發現開門時，下車人員頭部會往側邊轉動，可以注意後照鏡內後方是否有來車。

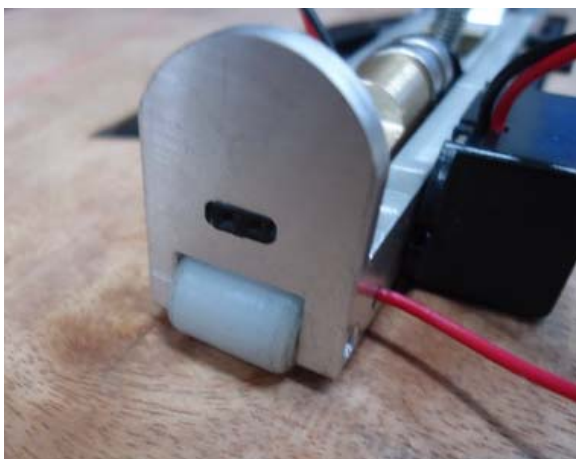


圖 64 安裝塑膠滾輪避免刮傷汽車內裝



圖 65 整體安裝於汽車車門上



圖 66 兩手開門



圖 67 兩手開門時視線會往左轉

圖 68 為從車外觀察駕駛開啓車門的動作，除了可以從側邊後視鏡觀察後方來車，當車門開啓一條縫時，駕駛也可以從縫中直接觀看後方車輛如圖 69，可以增加安全性。圖 70 為實際於夜間開啓車門時，警示燈號閃爍的情況，可以讓後方車輛注意前方車輛車門開啓中。

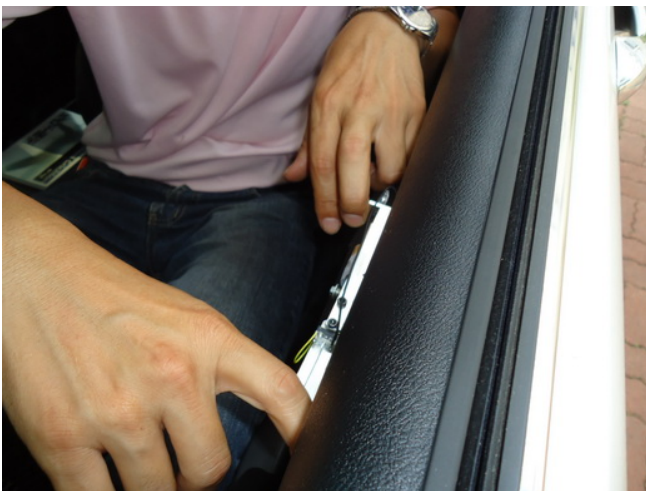


圖 68 兩手開門



圖 69 開門時可以讓下車人員注意後方



圖 70 實際裝置於汽車時警示燈閃爍情況

柒、結論

車輛的安全設計越來越多，也越符合人性的需要，可是目前在道路上的汽車大部分都沒有這些先進的設計，因此常常可以聽到汽車左側開門，因駕駛疏忽而造成的傷亡事件。汽車安全開門附件是一個很好的構想，因為透過這樣的裝置可以避免駕駛一時的疏忽，導致兩個家庭的破碎。我們設計以兩手開門的機制，同時也能提醒開門的人能注意後方的來車，經過不同的設計修正及測試，我們將整個裝置設計到更符合人性的操作，也考量意外狀況發生的處置及避免危險，同時原先門把安裝安全裝置不穩固的問題也得到妥當的處理。

我們設計的汽車安全開門裝置具有下列功能

- 一、機械式構造簡單、功能可靠不易故障、且成本低。
- 二、兩手開門，可以有效讓開車門下車的人員往側邊及後方看，注意後方來車。
- 三、可以減少車門開啓幅度瞬間太大，讓後方車輛有足夠的反應煞停時間。
- 四、可以適用於任何汽車的車門內把手上。
- 五、具有緊急解除限制設計，避免因為車禍或其他緊急事件而無法開啓車門。
- 六、緊急開啓設計可以回復，不需要另外購置配件。
- 七、提供警示聲音，提醒下車人員注意。
- 八、提供警示燈光，警告後方來車車門開啓中。

捌、參考資料及其他

1. 華視新聞。開車門撞飛母女 1 死 1 傷車主送辦。2013.7.20 摘錄自
<http://tw.news.yahoo.com/%E9%96%8B%E8%BB%8A%E9%96%80%E6%92%9E%E9%A3%9B%E6%AF%8D%E5%A5%B3-1%E6%AD%BB1%E5%82%B7%E8%BB%8A%E4%B8%BB%E9%80%81%E8%BE%A6-21000077.html>
2. 中天新聞。開車門小心，警政署統計資料。2013.04.03 摘錄自
<http://video.chinatimes.com/video-bydate-cnt.aspx?nid=94542>
3. 車禍自助部落格。2013.07.08。取自
<http://blog.nownews.com/article.php?bid=894&tid=115563>
4. 黃秋田。調解車禍案件應注意之法律問題。桃園縣政府調解委員會。
5. 車測中心。盲點偵測系統。2013.08.05 摘錄自
http://www.artc.org.tw/chinese/02_research/02_01detail.aspx?pdid=11
6. High-Tech Car Door。2013.07.05。摘錄自 <http://www.flixxy.com/high-tech-car-door.htm>
7. 中華民國專利檢索系統。2012.12.05 摘錄自 <http://twpat.tipo.gov.tw/#>
8. 避免撞飛騎士左車門右手開 <http://tw.myblog.yahoo.com/a38350237/article?mid=92081>
9. 楊仲準。Tracker 軟體安裝與使用教學。中原大學，取自
http://tw.search.yahoo.com/r/_ylt=A8tUwYBrGFxS5hUAICdr1gt;_ylu=X3oDMTBydTdmYjgyBHNIYwNzegRwb3MDMQRjb2xvA3R3MQR2dGlkAw--/SIG=12i3mfavf/EXP=1381796075/**http%3a//c002.ndhu.edu.tw/ezfiles/25/1025/img/1231/581613291.pdf
10. 人本交通安全改革 <http://mypaper.pchome.com.tw/157263j/post/1234762027>
11. 交通運輸研究所。我國汽車煞車距離與行車速度關係之測試與研究。摘錄自
<http://www.iot.gov.tw/ct.asp?xItem=5028&ctNode=622>
12. 鄭光臣、洪安、鄭王駿（2009），機械製圖與實習 I、II。新北市：龍騰文化。
13. 邱瑞敏著（2008），機件原理，台北市：台科大圖書股份有限公司。
14. 機械力學學習加油站，國立三重商工製作，摘錄自
http://content.edu.tw/vocation/mechanical/tp_st/main.htm
15. 陳崇彥編著（2009）。機械力學 I。台北市：華興文化事業有限公司。
16. 休戰的優閒，部落格文章。汽車貼反光片。2013.08.05 摘錄自
<http://tw.myblog.yahoo.com/jkcrw/article?mid=2176&prev=2208&next=2154&l=f&fid=6>