

# 第十五屆旺宏科學獎

## 成果報告書

參賽編號：SA15-568

作品名稱：德隆卡氏米—汽車車門安全系統

姓名：李政廷

關鍵字：車門突開肇事、車門安全系統、保護機車騎士

# 目 錄

表目錄	ii
圖目錄	iii
壹、研究動機	1
貳、研究目的	2
參、文獻探討	4
一、解決車門突開肇事的相關設計	4
二、衝擊的定義及計算	7
三、風壓的定義及計算	8
肆、研究方法及過程	8
一、積極式防護系統	8
二、消極式防護系統	13
三、作品測試	16
伍、研究結果	20
陸、結論	22
參考資料	22
附錄一 颱風分級表	24

## 表 目 錄

表 1	開車門不當造成車禍事件傷亡分析表 . . . . .	2
表 2	本作品與其他相似性設計之比較表 . . . . .	6
表 3	單一車門樞接裝置風壓測試結果表 . . . . .	18
表 4	撞擊測試結果表 . . . . .	20

## 圖 目 錄

圖 1	消極式防護系統——車門樞接機構專利	3
圖 2	積極式防護系統——汽車車門安全開啟裝置專利	3
圖 3	研究及製作流程圖	4
圖 4	積極式防護系統裝最佳實施例之俯視示意圖	9
圖 5	電磁閥防護系統(門飾板內)	10
圖 6	緊急開啟機構立體圖	10
圖 7	用電烙鐵焊接三條 LED 燈條	11
圖 8	用黏著劑固定三條 LED 燈條	11
圖 9	測試 LED 燈條工作狀況 (左側)	11
圖 10	測試 LED 燈條工作狀況 (右側)	11
圖 11	電磁開關模型-1	11
圖 12	電磁開關模型-2	11
圖 13	「德隆卡氏米」燈電路圖	13
圖 14	「德隆卡氏米」燈實際電路板	13
圖 15	拆下右後車門	15
圖 16	取下傳統車門樞接裝置 (一代)	15
圖 17	製作車門樞接裝置 (二代)	15
圖 18	用砂輪機鋸掉車門小部分	15
圖 19	再次量測切割距離	15
圖 20	車門樞接裝置 (二代) 依然過大	15
圖 21	車門樞接裝置 (三代) 之分解圖	16
圖 22	車門樞接裝置 (三代) 之組合圖	16
圖 23	消極式防護系統之車門樞接裝置	16
圖 24	風壓測試	18
圖 25	撞擊測試	19
圖 26	積極式防護系統模型	20
圖 27	消極式防護系統模型	20
圖 28	臺北國際發明展銀牌	21
圖 29	首爾國際發明展銀牌	21

# 德隆卡氏米---汽車車門安全系統

## 壹、研究動機

「德隆卡氏米」它並不是一種米的名稱，但它和米一樣是維持人類生命的必需品之一。米可以飽足人類，保持人類的生理機能基本運作；「德隆卡氏米」是個車門安全機構，和米一樣，可以讓機車騎士避免撞到突然開啟的車門危害生命，或讓這事件的傷害降低，保護機車騎士的生命！這就是本作品的目的~~「德隆卡氏米」Don't crash me!~~別撞我；別讓我摔傷。

在現代生活如此忙碌的社會中，常可以在新聞上看見，汽車駕駛人因講電話、趕時間、沒留意……等原因，沒有注意後方是否有機車經過，就馬上打開車門下車。幸運一點是機車騎士閃過，被罵個幾句就沒事了；但如果沒閃過直接撞上呢？很可能就會造成兩個幸福家庭(包括開車門肇事者)的破碎。

新聞就出現許多案例，例如：民國 103 年 7 月，台中一名林姓清潔隊員，為了下車買個便當貿然打開車門，造成後方一名鄭姓機車騎士，閃避不及撞上，因此下半身癱瘓，提出國賠，法院判決台中市府環保局應賠償騎士一千兩百萬元(東森新聞，民 103)；民國 103 年 9 月，台北市一名機車騎士被路邊臨停車輛開車門撞飛，又遭到後方車輛輾過，傷重送醫。開車門看似是一個小動作，但卻會造成如此嚴重的事故，讓研究者必須去重視並且去改善這個問題。

雖然現在汽車駕照路考時規定，上、下車開車門時，要分兩段式，先開十公分的縫隙，再搭配左擺頭 70 到 80 度，注意後方來車，姿勢不標準可連續扣分，違規超過兩次，就拿不到駕照(郭芳權，民 102)。但研究者認為大多數的人會只為了應付考駕照才照做，等考過了就會漸漸的忘記，並不是很有實用性。

交通部統計，全台平均一年發生六萬件車禍，其中將近一成，是未注意各方來車釀禍，尤其是路邊停車，駕駛或乘客開車門沒注意側後方，導致擦撞意外層出不窮(TVBS，民 102)。根據張文菘(民 103)研究指出，因開車門而導致擦撞意外的車禍事件受傷人數自民國 97 年受傷人數為 3,127 人到民國 101 年達到 4,096 人！所以，研究者希望能藉由創新和實用的設計，來保護更多機車騎士們的安全。

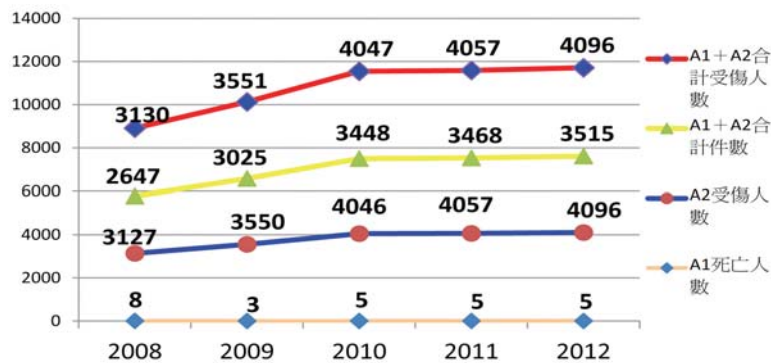


表 1 開車門不當造成車禍事件傷亡分析表。取自張文菘 (民 103)。

研究者在綜合上述新聞事件後，覺得車輛的設計有改進的空間，尤其是車門樞紐如能打開  $180^\circ$ ，就可讓從後而來撞擊車門的機車騎士，降低撞擊力並讓他們不會倒在中、內車道或快車道上慘遭後面來車輾過，參考二年級下學期機件原理第十二章的反凸輪研究者將其設計在擺片上，讓車門遭到撞擊時能按著研究者設計的軌道滑行，而開啟  $180^\circ$  又不會反彈回來。這時，研究者又想到正常車門只能開啟  $80^\circ \sim 90^\circ$ ，於是研究者參考機件原理第三章螺旋連接件中上翻墊片的構造，製造成可以限制和固定軌道內銷的墊片，讓車門在一般情形下只能開啟  $80^\circ \sim 90^\circ$ ，研究者將這塊消耗性(遭撞擊後即需更換)墊片稱之為「確動墊片」。但這樣的設計，只能降低撞擊後的傷害，不能防範於未然，所以，研究者將這個機構稱之為「消極式防護系統」，在其完成申請專利後，再回頭重新思考是否有更好的方法，可以完全避免這樣不幸的事情發生。

結果研究者經過一番思考後，得到最佳的答案~~~其實整個事件的發生都是因為「人」的因素，由於開車門的人疏忽，未察看後方是否有來車就貿然開啟車門，才會造成後方機車騎士閃避不及撞擊車門，追根究柢整件事件要從源頭也就是讓開啟車門的人一定要注意後方是否有車輛接近，這就是最佳的解決方案。這時研究者想起在一年級機械基礎實習時，老師在教導工業安全衛生課程曾播放操作機械的宣導短片，其中衝床操作時除了應注意之事項外，衝床還設計一些安全的裝置，讓操作人員避免手被夾到的傷害，印象最深刻的就是雙手按鈕這種「防呆裝置」，可以有效避免操作人員「疏忽」而造成手部的傷害，靈機一動，研究者就是要需要防範開車門人的「疏忽」，於是設計了**雙手交叉開門**的「防呆裝置」，強迫開車門的人一定要向後轉身才能開得了車門。

但研究者思考，如果讓後方機車騎士也能知道，前方車輛車門即將開啟，這樣更是有雙重的保障！於是，研究者想到第三剎車燈裝置，一般車輛的尾燈都裝有剎車燈用以警示後方來車，依據相關研究和行車經驗告訴研究者，第三

剎車燈確實能讓後方車輛意識到前方車況，提早做出剎車動作的預告，進而可減少車輛追撞事故的發生，我國更強制規定民國 84 年 7 月 1 日後，生產之新車均將第三剎車燈列為標準配備，也列入定期檢查的項目。研究者認為，如在車輛後方裝設閃爍型燈光（與第三剎車燈做差別），用以警示後方來車（以機車為主）車門即將開啟，就能達到積極避免機車騎士衝撞車門之事故。

於是，研究者利用二年級電子概論與實習第五章放大電路到第八章基本邏輯電路設計一個簡單的電路板，只要偵測到哪一側車門即將從內開啟時(內車門把手後側底部裝設微動開關，車內的人要開啟車門前，需先按住，否則會有電磁閥鎖住車門連桿，無法開啟車門)，而後車窗的「德隆卡氏米」燈即開始閃爍，和電冰箱內的照明燈一樣，車門一關「德隆卡氏米」燈就跟著熄滅。所以，研究者將這個機構稱之為「積極式防護系統」，並申請專利。



圖 1 消極式防護系統——車門樞接機構專利

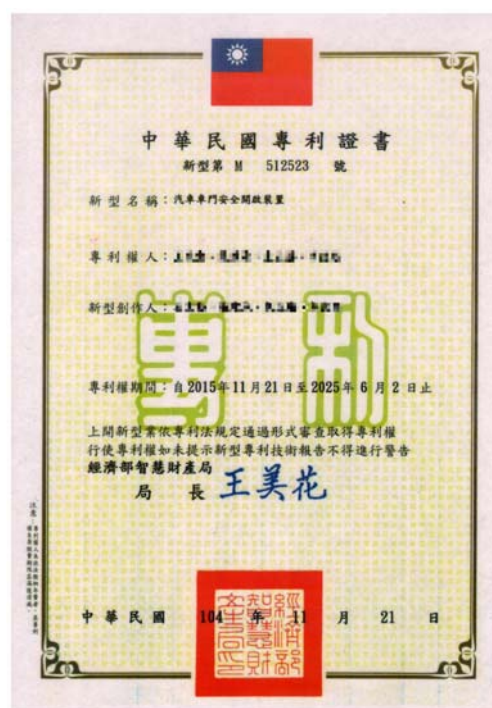


圖 2 積極式防護系統——汽車車門安全開啟裝置專利

因此，研究者結合「積極式防護系統」和「消極式防護系統」成汽車車門安全系統(Car Anti-impact Reactive System，縮寫剛好是" CARS ")，用來解決每年因車門突開造成 4 千多人傷害的不幸事件，並以積極式防護系統「德隆卡氏米」燈這個有意義又好記的名字，來作為本作品的名稱。

## 貳、研究目的

本作品設計主要是以警示機車騎士汽車車門即將開啟，及機車騎士閃避不及時撞上後的防護措施；研究者希望能以這兩種積極式與消極式的防護系統，來減少機車騎士受傷、死亡的機率，並提高存活下來的機會，讓他們能繼續完成人生的路程。因此，本研究擬定以下三個目的：

- (一) 提早通知後方機車騎士車門即將開啟，可有效避免撞擊車門。
- (二) 讓開啟車門的人以安全的方式(注意到後方來車) 開啟車門。
- (三) 如機車騎士仍撞上開啟的車門，車門能轉開，避免將機車騎士「卡」倒在車道上，造成更大的傷害。

為達成以上之研究目的，本作品擬定研究及製作流程如圖 3 所示。

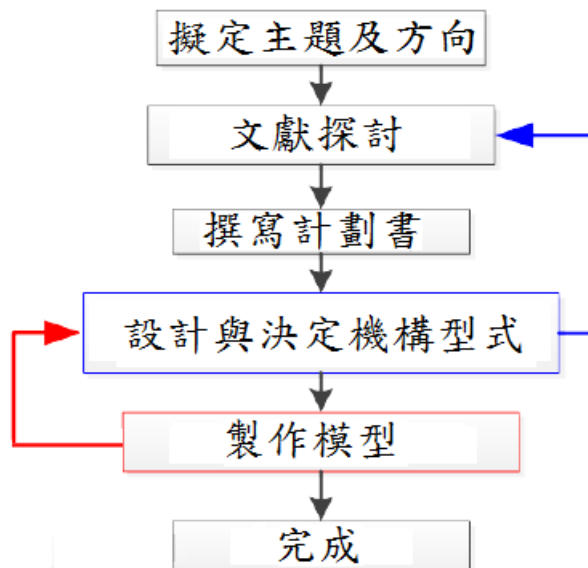


圖 3 研究及製作流程圖

## 參、文獻探討

### 一、 解決車門突開肇事的相關設計

研究者查閱相關資料及專利檢索，解決車門突開肇事的相關設計大約分為三大類：



- (一) 以電子設備感測後方是否有來車？來限制車門開啟。這一大類有：黃朝嘉、方巧怡、林岱融、黃家暉（民 102）；李世雄（民 95）；廖學隆、劉景富、蘇文瑞、陳良忠、巫志倫、翁國樑（民 96）王振興、蔡健銘、徐美俐、黃威生、鄭朝陽、謝榮展（民 105）；王圳木（民 104）；杜瑞澤、范弘昊、陳叙蓓、辜榆蘋、劉毅祥（民 104）；陳純禎、羅文劭（民 105）；……等等的專利。
- (二) 以機械式控制須兩段式(包括第一段使用緩衝裝置)才能開啟車門。這一大類有：黃萬祥、葉紹根（民 103）；杜兆飛（民 103）；蘇順發（民 104）；……等等的專利。
- (三) 強迫開啟車門的人能轉身查看後方是否有來車？才能開啟車門。這一大類有：陳泰良、趙立（民 104）；林群超、陳璽煌、馮庭源（民 105）；張漢佑、周文清、陳立明、施鈺龍、楊智淳（民 103）；……等等的專利及發表。

研究者蒐集相關資料整理成表 2，可以明確看出本作品確實對於解決車門突開肇事的設計，是優於其他的作品！



	本作品	第 54 屆科展 編號：090904	INOVA 國際發明展金牌	本國發明專利 第 I253415 號
車門防護機制之機制	(1)側身雙手開門  (2)若還是遭受機車撞擊時，能藉由撞擊力將車門衝擊旋轉至 180 度	側身雙手開門	兩段式開啟車門	以影像偵測、辨識後方來車
車門防護機制之構思	(1)強迫開啟車門的人注意後方來車。  (2)使開啟車門的人和後方機車騎士有，都緩衝的時間可以知覺到車門即將打開。	強迫開啟車門的人注意後方來車。	使開啟車門的人和後方機車騎士有，都緩衝的時間可以知覺到車門即將打開。	藉著影像偵測、辨識訊號，由電腦決定車門是否可以開啟。
額外防護機制	LED 示警裝置等同第三煞車燈並閃動，發揮最大功效，並將其命名增加「知覺效果」，吸引機車騎士注意。 	無	LED 示警裝置	無
多重防護機制	有 	無	有 	無
機構設計	 簡潔、有效	複雜	簡單、但效果有限	複雜，且電子設備之可靠度較機械式差

表 2 本作品與其他相似性設計之比較表。本研究整理。

## 二、 衝擊的定義及計算

### (一) 動能：

依據一年級上學期的物理課中，所使用的蔡耀智(民 103) 基礎物理 C I 第五章提到物體因為運動而具有的能量，稱為動能 (kinetic energy)，物體之所以具有動能，是來自於外界對物體作功而轉變成物體的動能。此外，力對物體所做的功會轉換成物體的動能。因此，若物體質量為  $m$ 、速度為  $v$ ，則其動能  $K$  為：

$$K = \frac{1}{2}mv^2$$

### (二) 位能：

而有重力的地方，物體因為高度不同而具有的能量，稱為重力位能 (gravitational potential energy)。因此，以地面為基準，施一力  $F$ ，將一質量為  $m$  的物體，由地面將物體移到高  $h$  處，此時施力  $F$  必須克服物體所受的重力  $mg$ ，在乘上物體位移為  $h$ ，而此力對物體所作的功會轉變成物體的重力位能  $U_g$ ；因此，若物體質量為  $m$ 、高度為  $h$ ，則其重力位能  $U_g$  為：

$$U_g = mgh$$

### (三) 力學能守恆：

如對物體作功，物體會獲得能量，而具有能量的物體也可以對其他物體作功，使其他物體獲得能量。換句話說，功與能可以互相轉換。不僅如此，不同形式的能量，例如像本作品欲操作之撞擊測試中動能和位能也是可以互相轉換的，這就是物理學中能量重要的特性。

本作品車門承受機車撞擊力，機車會將動能轉移給車門，這時候本作品消極式防護系統應該作用，也就是機車的動能會將車門樞接裝置上的確動墊片給撞斷掉，而使車門能轉開  $180^\circ$ ，避免將機車騎士「卡」倒在車道上，造成更大的傷害。所以，研究者將公式運算得到以下結果：

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgh \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{2}v^2 = gh \quad \Rightarrow \quad v = \sqrt{2gh}$$

如此一來，就可以撞擊試驗時擺錘高度，換算成機車的時速，用來測試車門樞接裝置上的確動墊片在機車時速到達多快時就會崩潰？

### 三、風壓的定義及計算

物體迎風而立就會受到風壓，在風速大的狀況下，迎風而立的物體會因風壓過大而折斷破壞，本作品車門承受風力的大小，依據汪惠玲（民 100）的研究可以用車門面積及風壓來計算。其公式如下：

$$wp=v^2/1600$$

wp：風壓，單位為  $\text{kN/m}^2$

v：風速，單位為  $\text{m/s}$

（此公式的環境條件為：氣壓為 1013 hPa，溫度為  $15^\circ\text{C}$ ，空氣單位體積重量  $r=0.01225 \text{ kN/m}^3$ ，重力加速度  $g=9.8\text{m/s}^2$ ）

在此公式的環境條件下時，以風速代入公式可得到每平方公尺所受風壓，再以車門面積乘上風壓，就可以算出整個車門所受的力。如以本作品的設計須承受 11 級風（輕度颱風的上限）為標準，查閱附錄一「颱風分級表」中央氣象局之分類，其風速相當於  $32.6\text{m/s}$ ，經計算得到風壓  $wp=0.66 \text{ kN/m}^2$ ，相當於每平方公尺車門要承受約 67 公斤重的力；若要承受 15 級風（強烈颱風）其風速相當於  $51\text{m/s}$ ，經計算得到風壓  $wp=1.63 \text{ kN/m}^2$ ，相當於每平方公尺車門要承受約 166 公斤重的力。

## 肆、研究方法及過程

本作品製作主要分為三大部分，分別為積極式防護系統、消極式防護系統和作品測試，其製作之概念及過程分述如下：

### 一、積極式防護系統

#### （一）創意設計發想

研究者設計之構想來自於第三剎車燈裝置，一般車輛的尾燈都裝有剎車燈用以警示後方來車，依據相關研究和行車經驗告訴研究者，第三剎車燈確實能讓後方車輛意識到前方車況，提早做出剎車動作，進而減少車輛追撞事故的發生，我國更強制規定民國八十四年七月一日後，生產之新車均將第三剎車燈列為標準配備，也列入定期檢查的項目。本研究認為，如在車輛後擋風玻璃處裝設閃爍型

燈光（與第三剎車燈做差別），用以警示後方來車（以機車為主）車門即將開啟，就能達到積極避免機車騎士衝撞車門之事故。本研究之做法是在汽車後擋風玻璃兩側加裝 LED 燈條，並將閃爍條件設置在汽車車門開啟把手部分，當車門開啟一小縫隙時，車門內的控制器將發射訊號給 LED 燈條，使 LED 燈條開始連續閃爍，也可視開啟車門位置閃爍，使騎士注意到為左、右邊開門，進而做出有效的閃避措施，使機車騎士減少撞擊的機率。

另外，再加上電磁閥防護系統，強制車內欲開啟車門下車者，必須用離車門較遠的那隻手拉住車門內側拉把（如圖 4），車門內側的把手下面有德隆卡氏米燈的微動開關，此開關只有離車門較遠的那隻手的大拇指才能不拗手地按的到，此時後擋風玻璃同側的德隆卡氏米燈開始閃爍，同時熄火電磁閥的針閥才會拉下，離開限位環，這時車門內側拉把才能拉動連桿打開車門（如圖 5）。這樣的汽車車門安全開啟裝置，強迫汽車駕駛以及乘客在開門時必須雙手交叉並用，進而可自然地轉身並查看後方來車情形，達到讓汽車駕駛以及乘客於開門前檢查後方是否有來車的目的，有效提升安全性。

若是遇到汽車落水或無電力而導致電磁閥防護系統無法作動，汽車駕駛或乘客可藉由按下該緊急按鈕，啟動緊急開啟機構（如圖 6），將緊急開啟機構之壓桿下壓，使熄火電磁閥之針閥脫離限位環，故可使汽車駕駛或乘客能於緊急情況下打開車門。

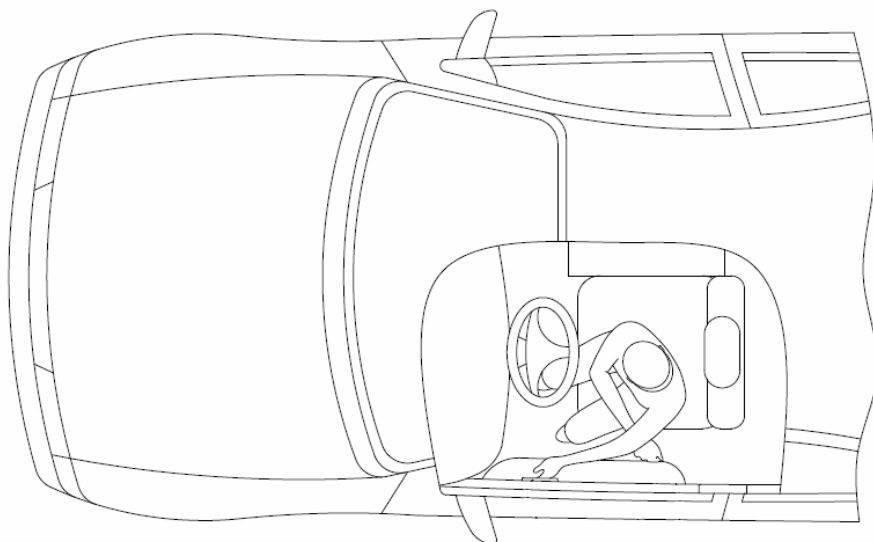


圖 4 積極式防護系統裝最佳實施例之俯視示意圖

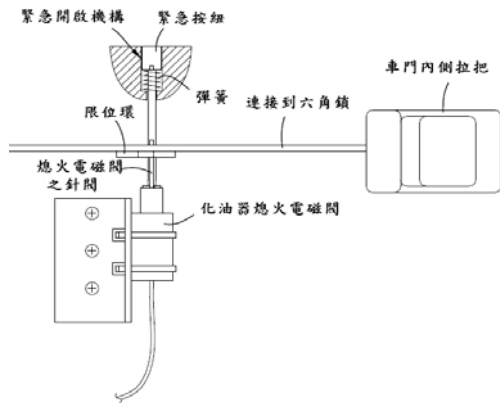


圖 5 電磁閥防護系統(門飾板內)

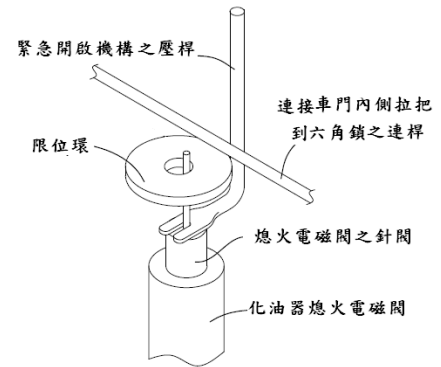


圖 6 緊急開啟機構立體圖

(二)積極式防護系統之製作步驟如下：

1. 尋找適當尺寸、顏色、電壓…等之 LED 燈條、控制板、黏著劑 (將 LED 燈條黏貼於後擋風玻璃)。
2. 設計電路 (使 LED 發亮及熄滅之控制機制)。
3. 將一卷 LED 燈條，剪成與半面後車窗三個邊大約等長的三條燈 (上、下邊較另一條長)。
4. 使用電烙鐵、錫銲和漆包線，將兩條較長燈條焊接在較短燈條上做連接 (焊接時要注意燈條正負極有無相反)。
5. 使用漆包線在兩條線之間牽出正負接頭，並接至控制開關和閃爍轉換器。
6. 使用黏著劑，塗在已焊接的三條 LED 燈條背面。
7. 把三條軟燈條，順著邊框，黏貼在後擋風玻璃上 (此時要壓穩，以防止掉落)。
8. 測試積極式防護是否正常工作、閃爍—測試正常。
9. 為了能讓作品能讓人印象深刻，於是研究者決定幫積極式防護命名—德隆卡氏米 (Don' t crash me ; 英文發音直譯) 燈。
10. 尋找汽車適當之車門把手機構、電磁閥、限制環。
11. 製作模擬車門並將車門把手機構裝上。
12. 將墊片作為限制環焊接於車門把手連桿上，再把化油器熄火電磁閥置於墊片下方。
13. 將電線接於電磁閥開關。
14. 測試電磁開關防護是否正常工作、限制車門開啟—測試正常。
15. 製作緊急開啟件機構。
16. 完成積極式防護。



圖 7 用電烙鐵焊接三條 LED 燈條



圖 8 用黏著劑固定三條 LED 燈條



圖 9 測試 LED 燈條工作狀況 (左側)



圖 10 測試 LED 燈條工作狀況 (右側)

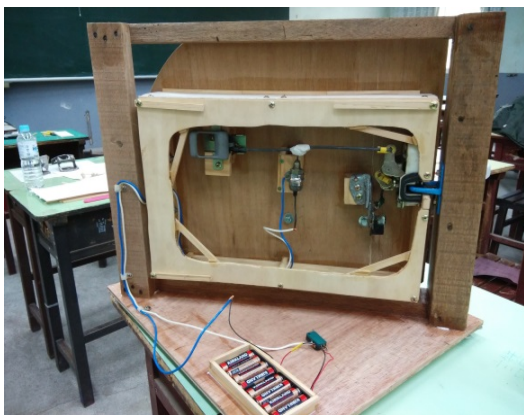


圖 11 電磁開關模型-1



圖 12 電磁開關模型-2

### (三) 控制板電路設計如下：

電路板的設計是為了作為一個閃爍電路，應用在本作品中積極式防護系統裝設在汽車後擋風玻璃上的「德隆卡氏米」燈，研究者利用 555IC 和 7476IC 與其他元件製作而成。元件之功能及運用如下：

1. 555 IC 的主要功能是做為方波產生器、振盪器或計時器是數位電路常使用的原件，有 8pin。研究者將 555 IC 拿來做振盪器使用，讓「德隆卡氏米」燈可以閃爍。
2. 7476 IC 是有著預設與清除之負緣觸發型 JK 正反器。當 PR=L、CLR=H 時，輸出 Q 為 H 會做預設為 1 的動作；當 PR=H、CLR=L 時，則輸出 Q 為 L，會做清除為 0 的動作；PR 與 CLR 同時為 L 時，Q 輸出狀態無法確認，為不允許狀態；當 PR 與 CLR 同時為 H 時，則將依照 J、K 與 CK 腳的狀態而運作。研究者將 7476 IC 拿來判斷開、關車門的動作，是否讓「德隆卡氏米」燈閃爍的判別使用。
3. 7805 IC 是三端穩壓 IC，內部電路具有過壓保護、過流保護、過熱保護功能，這使它的性能很穩定。能夠實現 1A 以上的輸出電流。7805IC 的應用範圍很廣泛。可以運用本地調節來消除噪聲影響，解決了與單點調節相關的分散問題，輸出電壓誤差精度分為 $\pm 3\%$ 和 $\pm 5\%$ 。因此，研究者將 7805IC 拿來做電源供應用，可以穩定提供本系統 5V 的電壓。

各元件的接線情形如下：

1. 研究者將 12V 電源輸入後經過 7805 IC 降壓成 5V，在供應給本電路使用。
2. 再將 7476 IC 共的第 2、3、4、5、16 支接腳連接 5V 電壓，第 13 支接腳接地，第 1 支接腳接至 555 IC 的第 3 支接腳，第 15 接腳接至 1K 電阻後再接至 C1815 電晶體的集極。
3. 接著將 555 IC 第 4、8 支接腳連接 5V 電壓，第 1、5 支接腳接地。第 3 支接腳輸出給 7476 IC 的第 1 支接腳。

本作品的積極式防護系統的電路圖，如圖 13 所示，研究者按電路圖以麵包板接線後完成電路板，如圖 14 所示。



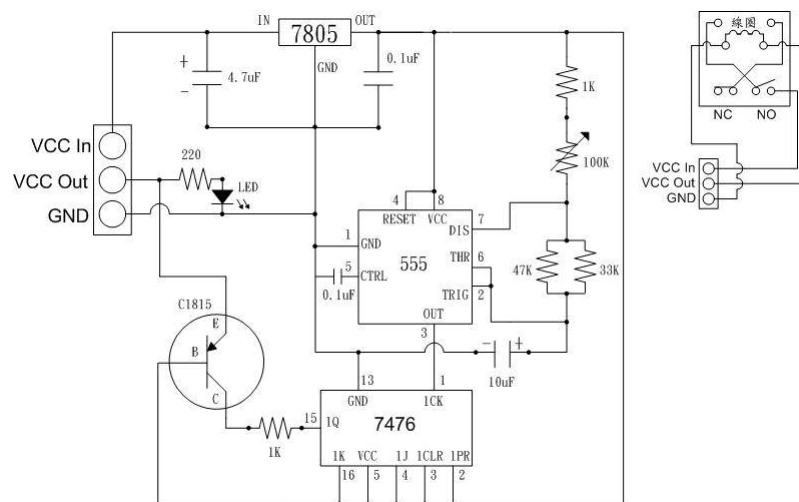


圖13 「德隆卡氏米」燈電路圖

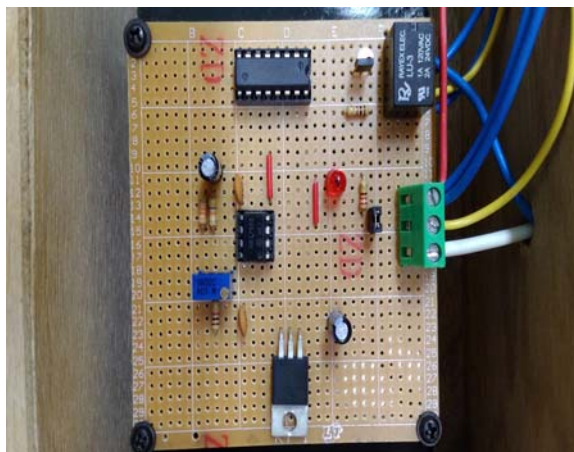


圖14 「德隆卡氏米」燈實際電路板

## 二、消極式防護系統：

### (一) 創意設計發想

此研究機構為研究者的創新設計，其構想為如有一個機構能使機車騎士在撞擊車門後，不要倒在路旁又被後方行車追撞，避免更致命的重傷發生，且能提高騎士的存活機率。本研究之作法是在汽車車體連接車門的旋轉部分，改裝傳統車門樞接裝置(一代，圖 16)，變成遭撞擊時能崩潰的安全機械式車門樞接裝置，以便遭受機車撞

擊時，能以撞擊力慣性將車門衝擊旋轉 180° 與車體呈現並排的狀態，並使其卡在車體上，這使機車騎士能不害怕的往前撞擊，在往路邊停車，不會被後方行車追撞；不再像以前一樣，因太突然了，緊張、害怕而緊急剎車的撞擊，有嚴重傷害的發生，對造成機車騎士的傷亡有很大的改善，也能讓後方的車輛有時間避免追撞之閃躲措施和減低車禍的發生。

(二)消極式防護系統之製作步驟如下：

1. 拆下右後車門之傳統車門樞接裝置(一代)，研究、思考如何改良傳統車門樞接裝置改裝，使其符合、達到研究者所要求之防護機構標準。
2. 以木板製造出車門樞紐模型(一代)，試動看看是否合乎研究者需要的運動狀況。
3. 製作機械式卡榫機構(二代，圖 17)，並裝置在車體連接車門處，做評估、測試。
4. 測試時，因二代機構整體而言過大，因此研究者決定鋸掉車門之一小部分，再做二次測試，不過仍無法解決，也有無法精確做到旋轉作動的問題。因此研究者評估後決定，重新思考新的機構。
5. 經過和老師幾番討論達成對新機構的共識，製作車門樞接裝置(三代，圖 21)。
6. 並以電腦繪圖軟體畫出圖檔，並以雷射切割製作車門樞接裝置。
7. 將車門樞接裝置噴上亮光漆，方便講解作動情形，及各機件之相關位置(如圖 22)。
8. 測試消極式防護是否正常工作—測試正常。
9. 完成消極式防護。



圖 15 拆下右後車門



圖 16 取下傳統車門樞接裝置 (一代)



圖 17 製作車門樞接裝置 (二代)



圖 18 用砂輪機鋸掉車門小部分



圖 19 再次量測切割距離



圖 20 車門樞接裝置 (二代) 依然過大



圖 21 車門樞接裝置（三代）之分解圖



圖 22 車門樞接裝置（三代）之組合圖



圖 23 消極式防護系統之車門樞接裝置

### 三、作品測試

#### （一）有關本作品應作之測試

本作品主要分為積極式防護系統、消極式防護系統兩大部分，積極式防護系統主要為電子控制系統，只需操作車門開啟，以目測其作動是否正常即可。所以，本作品測試部分主要是針對消極式防護系統中的車門樞接裝置，做機械性能測試。

消極式防護系統中的車門樞接裝置主要的功用在於，如果積極式防護系統無法達到避免撞擊的目的，機車騎士仍撞上開啟的車門，被撞的車門能轉開  $180^\circ$ ，避免將機車騎士卡倒在車道上，造成更大的傷害。所以，研究者依據生活經驗，認為車門樞接裝置必須做：撞擊測試和風壓測試兩個項目，撞擊測試是要測量確動墊片承

受到多快速度的機車撞擊時會崩潰？而使車門能轉開  $180^\circ$ ，達成車門樞接裝置的作用；風壓測試主要考量是風大時，甚至颱風天開車門，大風一吹會不會讓車門轉開  $180^\circ$ ？也就是要測量確動墊片承受多大的風速時會崩潰。研究者將風壓測試列為第一測量項目，因為只有能通過 11 級風的風壓（輕度颱風的上限）以上的確動墊片來做撞擊測試才有意義。

## （二）測試項目

### 1. 風壓測試：

在文獻探討中有提到，運用網路中搜尋到的高瞻課程中提到的風壓計算方程式，設計成扭力實驗。步驟如下：

- (1) 尋找 3 輛車測量其車門尺寸(長×高)，分別為甲車前門 100×145 公分，後門 100×145 公分；乙車前門 100×120 公分，後門 100×120 公分；丙車前門 100×130 公分，後門 95×130 公分。本測試計算車門面積係採計甲乙丙 3 車車門面積之平均值為 1.3 平方公尺。
- (2) 扭距為門中心點至車門樞接裝置的距離，為車門寬度平均值+5 公分(車門邊緣到確動墊片的距離)為 0.5 公尺。
- (3) 依照附錄一「颱風分級表」中央氣象局之分類，查到 11 級的風速和 15 級風速分別為 32.6 及 51m/s。
- (4) 依照高瞻課程中風壓計算方程式，經計算得知 11 級風的風壓為每平方公尺 67 公斤；15 級風的風壓為每平方公尺 166 公斤。
- (5) 車門面積為 1.3 平方公尺乘上風壓，經計算可知，11 級風對車門的力為 87 公斤；15 級風對車門的力為 215.8 公斤，再乘上扭距得知 11 級風對車門樞接裝置中確動墊片的扭力為 47.8 Kg-m；15 級風對車門樞接裝置中確動墊片的扭力為 118.6 Kg-m。但因本作品每個門有 2 個車門樞接裝置，所以計算出風對於車門樞接裝置中確動墊片的扭力必須除以 2，因此，11 級風對單一車門樞接裝置中確動墊片的扭力為 23.9 Kg-m；15 級風對單一車門樞接裝置中確動墊片的扭力為 59.3 Kg-m。
- (6) 將不同尺寸的確動墊片裝上車門樞接裝置，以電子行李秤拉動(如圖 24)，其結果如表 3。
- (7) 結果發現每個車門樞接裝置裝設一片 2mm 的確動墊片，可以承受 17.57 Kg-m 之扭力相當約於 10 級(其風速上限對單一車門樞接裝置的扭力為 18.23 Kg-m)風吹向車門。若車門樞接裝置上下兩端的确動墊片，則可以承受 25 Kg-m

以上之扭力高於 11 級以上之風速。

- (8) 而車門樞接裝置上下兩端各裝設一片 2mm 的確動墊片，當以 2.25m 的角鐵拉到 10Kg 時，確動墊片快開之際但車門樞接裝置就難以承受而變形，計算後為 25 Kg-m 以上之扭力相當於 11 級以上之風速吹向車門。
- (9) 由於當初車門樞接裝置的材料係用一般 6mm 的鐵板進行雷射切割而成，強度不佳，但因時間限制，來不及再做一組繼續實驗，但至少以測試出本作品可承受 11 級風的風壓，而確動墊片不會崩潰！下次以鋼製材料作為車門樞接裝置，應可更精準測出 2mm 的確動墊片可承受的風速值。



圖 24 風壓測試

墊片厚度	墊片數量	力臂長	最大負荷	扭力
1.00mm	1	0.7m	4.4kg	3.08 Kg-m
1.00mm	2	0.7m	6.1kg	4.27 Kg-m
1.50mm	1	0.7m	8.8kg	6.16 Kg-m
1.50mm	2	0.7m	13.5kg	9.45 Kg-m
2.00mm	1	0.7m	25.1kg	17.57 Kg-m
2.00mm	2	2.5m	10	25 Kg-m

表 3 單一車門樞接裝置風壓測試結果表

## 2. 撞擊測試：

在文獻探討中有提到，運用一年級物理課程中學到的力學能守恒理論，將機車撞擊車門設計成單擺實驗，機車重量以擺錘代替，將擺錘高度設計成變數，利用不同高度下的撞擊利用動能轉換，實驗出多高的高度會讓確動墊片崩潰。

因風壓測試中，使用 2mm 厚度的確動墊片約承受承受 11 級風，研究者決定採用 3mm 厚度的確動墊片來做撞擊試驗。步驟如下：

- (1) 研究者製作堅固的車門模型為 8 Kg，並裝上車門樞接裝置。
- (2) 到汽車解體場測實際量 3 扇車門重量，分別為 23.45 Kg、
- (3) 22.80Kg 和 21.90 Kg，平均重量為 22.7 Kg，和車門模型重量之比值為 2.84。
- (4) 假設機車重量為 100 Kg 加上騎士 2 人共計 220 Kg，應和擺錘重量之比值為 2.84，故得到本測試中擺錘重量須為 77.5 Kg。但如此重量太大不易覓得適當的擺錘，也怕造成危險，依據位能中高度和質量是成反比，故本測試將依擺錘降低重量的比例，來提高擺錘高度。
- (5) 研究者決定用啞鈴的槓片作為擺錘，共 50Lb 約 22.7 Kg。
- (6) 在車門樞接裝置上下兩端各裝設一片 3mm 的確動墊片，並將模型車門以萬力鉗夾在 I 型鋼上，將擺錘以不同高度下的撞擊(如圖 25)，其結果如表 4。
- (7) 由此實驗得知，本作品在車門樞接裝置上下兩端各裝設一片 3mm 的確動墊片即可承受 11 級以上風壓，且遭受 12.3 km/h 以下車速機車撞及車門時，也會順利轉開。



圖 25 撞擊測試

高度	擺錘重量	測試結果	相當機車速度
0.2m	22.7 kg	未崩潰	3.8 km/h
0.5m	22.7 kg	未崩潰	6.1 km/h
0.7m	22.7 kg	未崩潰	7.2 km/h
1.0m	22.7 kg	未崩潰	8.6 km/h
1.5m	22.7 kg	未崩潰	10.6 km/h
2.0m	22.7 kg	崩潰	12.3 km/h

表 4 撞擊測試結果表

## 伍、研究結果

為了能驗證研究者的創意之可行性，特別製作出積極式防護系統(如圖 26)與消極式防護系統(如圖 27)兩種模型，除了申請到專利之外，還帶到國際發明展參展，且獲得臺北國際發明展(如圖 28)及首爾國際發明展雙銀牌(如圖 29)。



圖 26 積極式防護系統模型



圖 27 消極式防護系統模型

最後將本作品作動情形，簡單地再說明如下：

### (一) 積極式防護系統作動：

1. 汽車駕駛人或乘客要開啟車門，需用離車門較遠的那隻手拉住車門內側拉把，車門內側的把手下面有德隆卡氏米燈的微動開關（此開關只有離車門較遠的那隻手的大拇指才能不拗手地按的到），此時後擋風玻璃同側的德隆卡氏米燈開始閃爍。
2. 同時熄火電磁閥的針閥才會拉下，離開限制環，這時車門內側拉把才能拉動連桿打開車門。
3. 車門開啟一小部分，觸發到車門燈開關，此時如放開離車



門較遠的那隻手的大拇指，德隆卡氏米燈會持續閃爍。

4. 關閉車門時，壓下車門燈開關按鈕，此時德隆卡氏米龍燈會停止閃爍。

(二) 消極式防護系統作動：

1. 汽車駕駛人或乘客人開啟車門時，雖有積極式防護的強迫轉身，但仍沒注意到後方是否有來車，再加上機車騎士也未注意德隆卡氏米燈在閃爍，仍然衝撞到車門，則由消極式防護系統發揮作用。
2. 本作品在車門樞接裝置上下兩端各裝設一片 3mm 的確動墊片即可承受 11 級以上風壓，且遭受 12.3 km/h 以下車速機車撞及車門時，就會順利轉開。
3. 撞擊時利用撞擊力慣性帶動車門樞接裝置，使其卡在車體上，也能讓騎士滑行到路邊避免後方行車追撞。
4. 車門樞接裝置中的確動墊片為消耗品，遭撞擊後須到保養廠換新品。



圖 28 臺北國際發明展銀牌



圖 29 首爾國際發明展銀牌

## 陸、結論

本作品的創意設計確實能有效解決汽車車門突開肇事意外，並能使汽機車行車安全更有保障，減少更多因汽車車門突開而造成的人們傷亡，本作品的價值性就在這裡，生命是無價的，別讓一個不小心毀了兩個幸福的家庭。在現實經濟面而言，不但可以幫國家降低醫療健保支出，還可以幫保險公司減少出險理賠，對於這個小小的機構，所產生的價值有非常高的效益！

未來本作品可能透過與各汽車廠牌公司合作，推廣汽車駕駛人加裝此兩種防護裝置，甚至列入國家規定各種小型車必定安裝的行列，而車門樞接裝置，雖被撞擊後就須到保養廠更換新品，但研究者認為為了行車安全此設計是很有趣的，也可順便對車輛進行檢修，是個一舉兩得的創新設計，讓研究者在馬路上再也看不到這種意外發生。

雖然成品不盡完善，但這就是科學研究的初步，留有努力的空間讓研究者能有機會更加成長。最後，引述本文前段「**解決問題是世界進步的原動力**」這句話，正可以詮釋本研究的從動機到成果的整個過程。

## 參考資料

TVBS (民102年5月9日)，民103年12月22日，取自：

<http://news.tvbs.com.tw/entry/209543>

王圳木(民104)，智慧機電調控式汽車開門防護系統，中華民國發明專利(I501891)。

王振興、蔡健銘、徐美俐、黃威生、鄭朝陽、謝榮展(民105)，車門開啟中止裝置，中華民國新型專利(M511962)。

內政部交通部「道路交通安全規則」第三十九條附件七、附件十二、第四十四條，民103年11月22日，取自：

[http://www.lawtw.com/article.php?template=article\\_content&area=free\\_browse&parent\\_path=,1,2169,1484,&job\\_id=159528&article\\_category\\_id=2208&article\\_id=87285](http://www.lawtw.com/article.php?template=article_content&area=free_browse&parent_path=,1,2169,1484,&job_id=159528&article_category_id=2208&article_id=87285)。

汪惠玲(民100)風力作用。105.02.28 取自

<http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=40353>

李世雄(民95)，可確保車門安全開啟的監控裝置，中華民國發明專利(I253415)。

杜兆飛(民103)，兩段式汽車開門裝置，中華民國新型專利(M483195)。

杜瑞澤、范弘昊、陳叙蓓、辜榆蘋、劉毅祥(民104)，車輛開門啟動之警示安全系統，中華民國新型專利(M514416)。

林群超、陳璽煌、馮庭源(民105)，汽車開門警示器，中華民國新型專利(M518177)。

東森新聞（民103年7月6日），民103年12月22日取自：  
<http://news.ebc.net.tw/apps/newsList.aspx?id=1404625374>。

高敏聰、范盛祺（民102），電子概論與實習，頁134-268，台科大圖書股份有限公司，台北。

黃朝嘉、方巧怡、林岱融、黃家暉（民102），車輛側面警示裝置，中華民國新型專利（M457670）。

黃萬祥、葉紹根（民103），汽車開門警示檔止裝置，中華民國新型專利（M471399）。

陳純禎、羅文劭（民105），車門開啟警示裝置，中華民國新型專利（M517124）。

陳泰良、趙立（民104），汽車之開門裝置，中華民國發明專利（I500544）。

郭芳權（民102年11月8日），交通部公路總局臺北區監理所102年度廣播宣導交通安全暨監理業務資料，民103年2月25日取自：  
<http://tmvso.thb.gov.tw/upload/1021108空中監理站.doc>。

張文崧（民103），車門與交通安全之探討，警專論壇，10，17-24。

張漢佑、周文清、陳立明、施鈺龍、楊智淳（民103年），中華民國第54屆中小學科學展覽會作品說明書 編號：090904，民104年3月2日，取自：  
<http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/54/pdf/090904.pdf>

蔡耀智（民102），基礎物理C I 頁5-8~5-22，全華圖書有限公司，台北。

楊仁聖（民103），機件原理，頁74、329-333，科友圖書股份有限公司，台北。

廖學隆、劉景富、蘇文瑞、陳良忠、巫志倫、翁國樑（民96），車用開門危險預警裝置，中華民國發明專利（I288088）。

蘇順發（民104），車門緩開裝置，中華民國新型專利（M509137）。

## 附錄一

### 颱風分級表

下表為各氣象機構現行的颱風分級標準。左欄德沃夏克分析法是一種利用衛星雲圖來進行熱帶氣旋強度判定的方法。最右欄錄入颶風用的「薩費依-辛普森颶風等級」供對照參考。

德沃夏克分析法				風力 級數 對照	中央氣象台 香港天文台	日本氣象廳	中央氣象局	聯合颱風警報中心	美國國家颶風中心 (颶風分級標準)
T指數 T-number	中心海平 面氣壓 hpa	中心平均風速 kt	km/h						
0.5	----	25	46.3	6	熱帶低氣壓 ≤ 62 km/h	熱帶低氣壓 < 17 m/s < 34 kt	熱帶性低氣壓 ≤ 61 km/h ≤ 17.1 m/s ≤ 33 kt	熱帶低氣壓 ≤ 33 kt	熱帶低氣壓 ≤ 62 km/h ≤ 33 kt ≤ 38 mph
1.0	----	25	46.3						
1.5	----	25	46.3						
2.0	1000	30	55.5						
2.5	997	35	64.8	8	熱帶風暴 63 ~ 87 km/h	台風 ≥ 17 ~ < 33 m/s ≥ 34 ~ < 64 kt	輕度颱風 62 ~ 117 km/h 17.2 ~ 32.6 m/s 34 ~ 63 kt	熱帶風暴 34 ~ 63 kt	熱帶風暴 63 ~ 118 km/h 34 ~ 63 kt 39 ~ 73 mph
3.0	991	45	83.3	9					
3.5	984	55	101.8	10 11	強烈熱帶風暴 88 ~ 117 km/h	非常強台風 ≥ 44 ~ < 54 m/s ≥ 85 ~ < 105 kt	中度颱風 118 ~ 183 km/h 32.7 ~ 50.9 m/s 64 ~ 99 kt	颱風 64 ~ 129 kt	一級颶風 119 ~ 153 km/h 64 ~ 82 kt 74 ~ 95 mph
4.0	976	65	120.3	12	颱風 118 ~ 149 km/h				
4.5	966	77	142.6	13	強颱風 150 ~ 184 km/h	強台風 ≥ 33 ~ < 44 m/s ≥ 64 ~ < 85 kt	強烈颱風 ≥ 184 km/h ≥ 51 m/s ≥ 100 kt	二級颶風 154 ~ 177 km/h 83 ~ 95 kt 96 ~ 110 mph	三級颶風 178 ~ 208 km/h 96 ~ 112 kt 111 ~ 129 mph
				14					
5.0	954	90	166.6	15	超強颱風 ≥ 185 km/h	猛烈な台風 ≥ 54 m/s ≥ 105 kt	超強烈颱風 ≥ 184 km/h ≥ 51 m/s ≥ 100 kt	超級颱風 ≥ 130 kt	四級颶風 209 ~ 251 km/h 113 ~ 136 kt 130 ~ 156 mph
5.5	941	102	188.9	16					
6.0	927	115	212.9	17					
6.5	914	127	235.2						
7.0	898	140	259.2						
7.5	879	155	287.0						
8.0	858	170	314.8					五級颶風 ≥ 252 km/h ≥ 137 kt ≥ 157 mph	

105.03.07 取自 [http://typhoon.ws/learn/reference/typhoon\\_scale](http://typhoon.ws/learn/reference/typhoon_scale)