

中華民國第 53 屆中小學科學展覽會

作品說明書

高中組 生活與應用科學科

最佳(鄉土)教材獎

040817

安全型任意門檔

學校名稱：國立民雄高級農工職業學校

作者： 職二 吳宇盛 職二 葉佳鑫 職二 鄭佳萍	指導老師： 王豐文 王瓊祥
---	-----------------------------

關鍵詞：門、門檔、安全

摘要

門，是家中建築必備之設施，市面上雖有多樣的門檔可將門固定住，但均需於牆壁上鑽孔以鎖零件，且只能將門全開使用而已，但於實際生活中，常需以半開的方式以達隱密、遮陽或通風的需求，如此之需求引發了我們的研究動機與目的。

於研究中，我們經由文獻探討，利用了偏心輪的傳動，彈簧的彈力，進而以橡皮的摩擦力達到阻止門的活動，經過不斷的討論、研究與實驗，再由實物的切削製作組裝與測試、修正後，終於得到心中想得到的產品。

安全型任意門檔可以不用於牆壁上鑽孔，門板就可以固定於所需的任意位置，且可藉由旋轉螺紋，以調整彈簧壓力的大小，進而改變摩擦阻力而達到阻止風的吹襲，更有防止誤推拉的安全裝置，如此更符合生活之需求。

壹、研究動機

現有門檔樣式多樣，各具特色，有的構造簡單，但容易損壞，比方在門後及牆壁上裝設的磁吸式門檔，使用一段時間後多因拉扯力而導致鬆脫掉落；不但重裝不易而且又會破壞門或牆壁；又有些構造複雜，價格昂貴，損壞後幾乎無法修理的門檔設計，例如裝置於門上方的關節式門弓器裝置。

由於建築物方位的關係，常造成太陽斜射進屋內，造成刺眼的現象，又因天氣的變化，有時因風速太大，造成屋內風太強，若將門關閉時，又有通風不良之現象。

基於上述的不便與需求，於是開始構思是否有構造簡單又耐用，容易裝設的門檔裝置，甚至該裝置可以不只將門固定在後方牆壁上，還可以將門固定於任意的位置，以滿足我們生活上的需求。

貳、研究目的

希望此次研究能達到下列之目的：

- 一、可不用於牆壁上鑽孔，即可將門固定。
- 二、可將門固定於所需的任意位置，以達隱密、遮陽與通風之需求。
- 三、構造簡單、使用容易且需有防止誤推拉的安全裝置。
- 四、尋找出較佳的門檔材質與外形。

參、研究設備及器材

一、研究設備:

- (一)、機力車床，如圖 3-1 所示。
- (二)、鑽床，如圖 3-2 所示。
- (三)、立式銑床，如圖 3-3 所示。
- (四)、電腦設備。
- (五)、磅秤。
- (六)、集塵式砂輪機。
- (七)、風速計(LM-81AM)。
- (八)、彈簧秤。

二、研究器材:

- (一)、車刀。
- (二)、鋁料。
- (三)、木板。
- (四)、鑽頭。
- (五)、游標卡尺。
- (六)、橡皮。
- (七)、牙條。



圖 3-1 機力車床



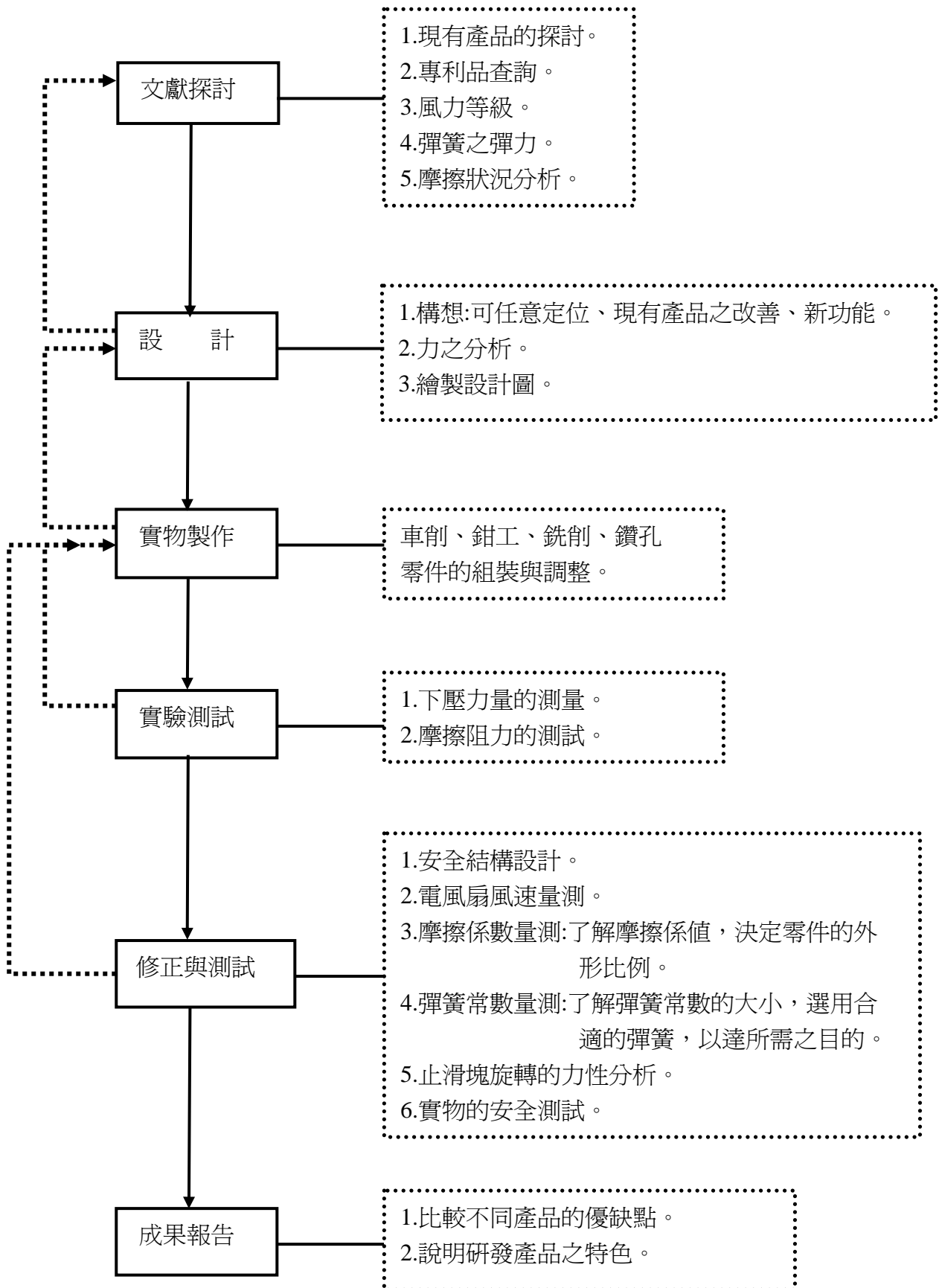
圖 3-2 鑽床



圖 3-3 立式銑床

肆、研究過程

本次研究之流程如下:



一、文獻探討

(一)、現有產品的探討

1.油壓門弓器:⁽⁴⁾

門弓器就是能讓門自己關上的一種機械機構，如圖 4-1 所示，在開門之後它會利用油壓自動將門帶上。它可以確保人離開之後會自動且安全地將門關上，但大部分的人在出入公共大樓、建築物時，通常不會注意到門弓器就安裝在門上方。它最常被安裝的地方不外乎入口、出口大門、防火門、廚房及洗手間的門。在日常生活中，門弓器除了為人們增加安全性，還可以避免蚊蟲進入室內，更可以控制室內溫度，以免在門被忘記關上時冷氣或暖氣外流。

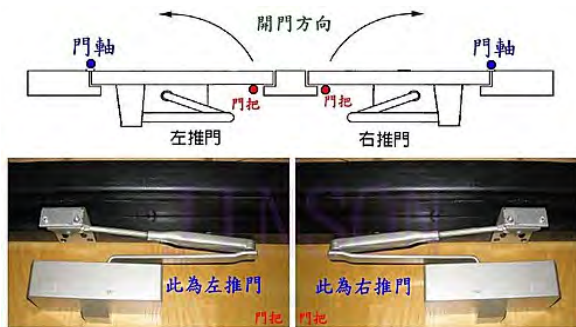


圖 4-1 油壓門弓器

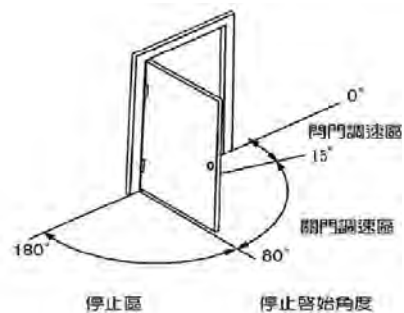


圖 4-2 油壓門弓器開關示意圖

如圖 4-2 所示為油壓門弓器開關示意圖，於關門角度約 15° 前可調整之關門速度，稱為關門速度。關門角度約 15° 到 0° 間又可調另一段速，此處稱為門門速度。若要確保門被關上且鎖住，則門門速度不能過慢，在正常情況下，門門速度已比關門速度慢，若欲避免家中孩童使用門時手被夾到，門門速度可以調慢一點，以減少意外的發生。

由圖 4-2 所示可知，油壓門弓器開門的最小角度為 80° ，門板只能於 80° ~ 180° 度內固定，若欲於 80° 度內將門板固定住是不可能的，且此門弓器需於門拱與門板上鑽孔以固定之，門弓器的大小與門板的重量有關，且其價格約為千元左右。

2.門檔:⁽⁵⁾

門檔的型式有多樣性可供選用，如圖 4-3 所示，但大多以磁鐵的磁力互相吸住，或以彈力將門吸附於牆上或地板上，如此，需有一磁石固定門板上，另一磁石以鑽孔的方式固定於地板上或牆壁上，如此將對地板或牆壁有所破壞，且只能將門板全開時方可固定住，無法達到固定於任意位置的需求。

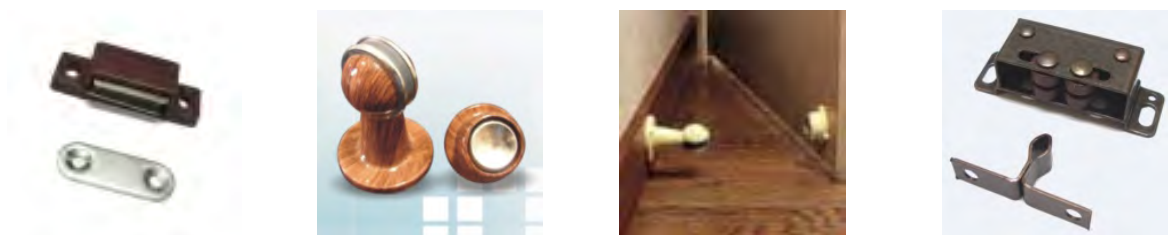


圖 4-3 各式門檔

(二)、專利品之門擋⁽¹⁰⁾

查詢專利局之專利品，如圖 4-4 所示為專利品門檔的示意圖：一種門檔，係由一主體及一基座組成，其中主體可裝在門後之預定位置，主要包含一由壓縮彈簧保持在張力狀態之突梢；基座概呈 L 形而可固定在地板或牆壁上，其縱部之頂面為斜面，可引導並幫助突梢內縮，直到通過該斜面時，突梢乃被彈簧之彈力頂回原位並進入縱部之內側，使門開啓在定位上。該基座之縱部外側進一步設有橡膠製成之緩衝墊，能有效緩和門之衝擊，減輕門撞擊基座所發出之刺耳聲響。

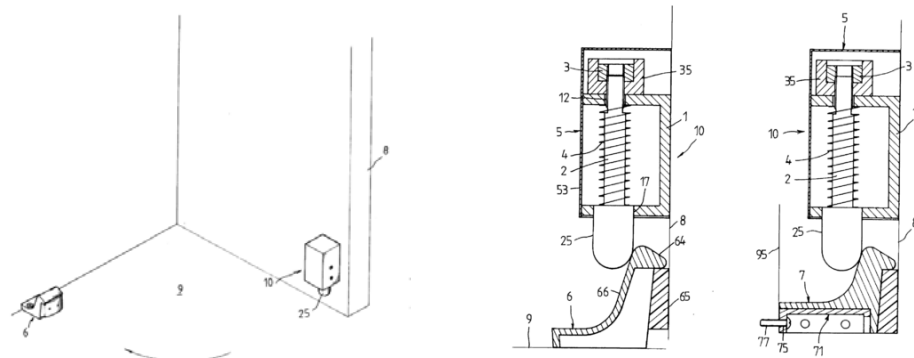


圖 4-4 專利品之門擋

專利品門擋與現有產品之功能相似，亦是將一物件鎖於門板上，另一物件固定於地板或牆壁上，所不同點是以彈簧的壓力與圓弧斜面的作用達到將門板固定之功能，此時的門板亦需全開方能將門板固定住，使用上仍有其不便之處。

(三)、風力等級⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾

查詢蒲福風力等級，以了解風力等級與風速、風壓之關係，如表 4-1 所示。

蒲福氏風級是英國人弗朗西斯·蒲福（Francis Beaufort）於1805年根據風對地面物體或海面的影響程度而定出的風力等級。按強弱，將風力劃為「0」至「12」，共13個等級，即目前世界氣象組織所建議的分級。後來到20世紀50年代，人類的測風儀器的進度，便量度到自然界的風實際上可以大大地超出了12級，於是就把風級擴展到17級，即共18個等級。蒲福氏風級發明的時候是一種依靠觀察海面現象的分級法。各級數根據海情或浪的狀況來劃分，並沒有定明相關連的風速。

1830年英國皇家海軍以蒲福氏風級為紀錄標準。1850年代起，一般航海亦使用蒲福氏風級，1923年風速計標準化，蒲福氏風級亦略為修改以方便氣象學使用，至今航海上仍然有使用蒲福氏風級0至12級描述不同風速。至於風級和相應海上與陸上之情況，如表 4-2 所示。

表 4-1 蒲福風力等級表

名稱	風級	風速 (m/sec)	風壓 (Kg/m ²)	風速 (km/hr)
無風	0	0.0-0.2	0	0-1
軟風	1	0.3-1.5	0.006-0.16	1-5
輕風	2	1.6-3.3	0.16-0.68	6-12
微風	3	3.4-5.4	0.68-1.8	13-19
和風	4	5.5-7.9	2-4	20-28
清風	5	8.0-10.7	4-7	29-39
強風	6	10.8-13.8	7-12	40-50
疾風	7	13.9-17.1	12-18	51-61
大風	8	17.2-20.7	18-27	62-75
烈風	9	20.8-24.4	27-37	76-88
暴風	10	24.5-28.4	37-50	89-102
暴風	11	28.5-32.6	50-66	103-118
颶風	12	32.7-36.9	66-85	119-133
颶風	13	37.0-41.4	85-106	134-148
颶風	14	41.5-46.1	106-133	149-166
颶風	15	46.2-50.9	133-162	167-183
颶風	16	51.0-56.0	162-196	184-202
颶風	17	56.1-61.2	196-234	203-220

註: 1.風壓與空氣密度和物體型態阻力係數有關。

2.依據伯努利定律，壓力等於風速的平方除以 16。(本次研究所採用的風壓值)

3.依中央象局採用日本發展之經驗式:風壓等於風速的平方乘以 0.124。

4.依建築物耐風設計規範，風壓等於風速的平方乘以 0.06。

表 4-2 風級和相應海上與陸上情況

蒲福氏風級	浪高(米)	海上情況	陸上情況
0	0	平靜如鏡	靜，煙直向上
1	0.1	無浪 ：波紋柔和，如鱗狀，波峰不起白沫。	煙能表示風向，風向標不轉動
2	0.2	小浪 ：小波相隔仍短，但波浪顯著；波峰似玻璃，光滑而不破碎。	人面感覺有風，樹葉有微響，風向標轉動
3	0.6	小至中浪 ：小波較大，波峰開始破碎，波逢間中有白頭浪。	樹葉及小樹枝搖動不息，旗展開
4	1	中浪 ：小波漸高，形狀開始拖長，白頭浪頗頻密。	吹起地面灰塵和紙張，小樹枝搖動。
5	2	中至大浪 ：中浪，形狀明顯拖長，白頭浪更多，間中有浪花飛濺。	有葉的小樹，整棵搖擺；內陸水面有波紋。
6	3	大浪 ：大浪出現，四周都是白頭浪，浪花頗大。	大樹枝搖擺，持傘有困難，電線有呼呼聲。
7	4	大浪至非常大浪 ：海浪突湧堆疊，碎浪之白沫，隨風吹成條紋狀。	全樹搖動，人迎風前行有困難。
8	5.5	非常大浪至巨浪 ：接近高浪，浪峰碎成浪花，白沫被風吹成明顯條紋狀。	小樹枝折斷，人向前行阻力甚大。
9	7	巨浪 ：高浪，泡沫濃密；浪峰捲曲倒懸，頗多白沫。	煙囪頂部移動，木屋受損。
10	9	非常巨浪 ：非常高浪。海面變成白茫茫，波濤衝擊，能見度下降。	大樹連根拔起，建築物損毀。
11	11.5	非常巨浪至極巨浪 ：波濤澎湃，浪高可以遮掩中型船隻。	陸上少見，建築物普遍損毀。
12	14+	極巨浪 ：海面空氣中充滿浪花及白沫，全海皆白，能見度大為降低。	陸上少見，建築物普遍嚴重損毀。

(四)、彈簧之彈力⁽⁶⁾⁽⁷⁾

壓縮彈簧所需力的大小，可由公式 $F=K \delta$ 中得知，彈簧力的大小 F 與彈簧常數 K 成正比，也與彈簧的變形量 δ 成正比，而彈簧常數的大小可由實驗中得知，亦可由理論公式算出其值，如圖 4-5 所示為壓縮彈簧之示意圖，而 K 值的大小與彈簧材料的剪割彈性係數 G ，彈簧線徑 d ，彈簧的中心徑 D_m 與彈簧的有效圈數 N_c 有關，如公式(1)所示為彈簧常數 K 之理論公式。

彈簧常數的大小雖然可用理論公式計算，但對於市售的彈簧，其材質為何，不可而知，所以，也可以自行以外力 F 作用，再量測其變形量 δ ，如此，依公式 $F=K \delta$ 即可計算出此彈簧的彈簧常數 K 值。

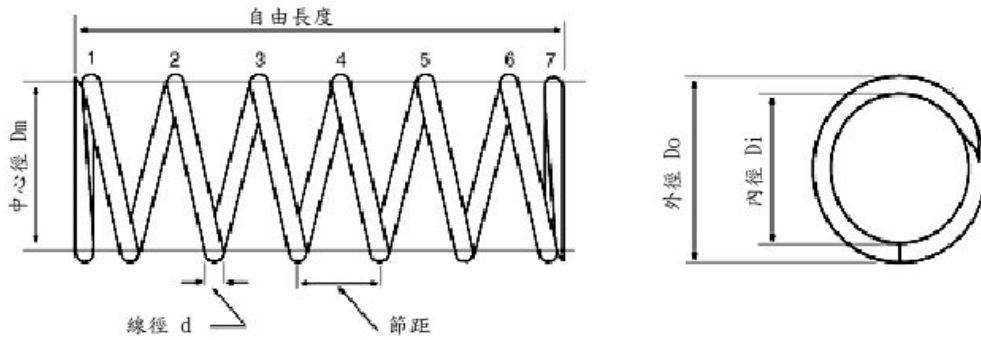


圖 4-5 壓縮彈簧示意圖

- 彈簧常數:以 $K(\text{kgf}/\text{mm})$ 表示，當彈簧被壓縮時，每增加 1mm 位移之所需的負荷。
- 彈簧常數公式：

$$K = \frac{G \times d^4}{8 \times Dm^3 \times Nc} (\text{kgf}/\text{mm}). \text{-----公式(1)}$$

G =線材之剪割彈性係數：琴鋼線 $G=8000$,彈簧鋼 $G=8000$,硬鋼線 $G=8000$,黃銅線 $G=4000$ 不銹鋼線 $G=7000$,磷青銅線 $G=4300 \text{ kg}/\text{mm}^2$ 。

d = 線徑、 Do =外徑、 Di =內徑、 Dm =中心徑= $Do-d$ 、 N =總圈數、 Nc =有效圈數= $N-2$

(五)、⁽⁸⁾⁽⁹⁾摩擦狀況分析

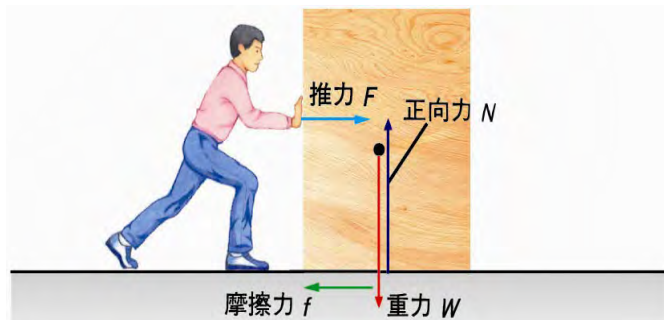


圖 4-6 摩擦力示意圖

一個靜止放在水平地面上的木櫃，是不會受到摩擦力的作用。如圖 4-6 所示，當某人沿水平方向輕推它時，木櫃雖然受了力，但結果不動，為什麼？那是因為這時地面作用於木櫃底面的摩擦力，抵消了人的推力，即推力和摩擦力的大小相等，方向相反。我們稱這時的摩擦力為靜摩擦力。

如果此人繼續增大推力，則靜摩擦力亦隨之等值變大，如圖 4-7 所示，當推力增至某一大小時，木櫃開始滑動，此時的摩擦力稱為**最大靜摩擦力 f_s** 。一旦木櫃滑動後，摩擦力會略減，且保持定值（和推力的大小無關、也與速度無關），稱為**動摩擦力 f_k** ，其方向和物體滑動的方向相反。

由摩擦力公式 $f = \mu N$ 中得知，

摩擦力 f 的大小與二接觸面間互相壓緊的正壓力(正向力) N 成正比，亦與兩物體間的摩擦係數 μ 成正比。

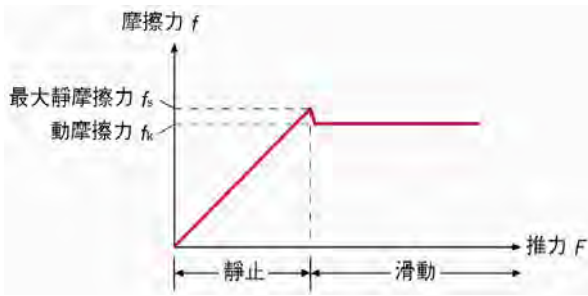


圖 4-7 推力與摩擦力之關係

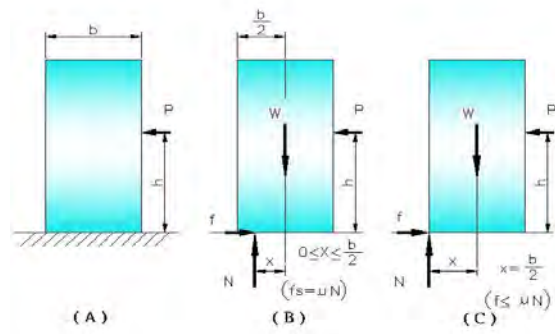


圖 4-8 判斷滑動或傾倒之示意圖

若物體置於水平面上時，如圖 4-8(A)所示，當物體受到水平力 P 的作用，此時的摩擦力大小和水平力 P 相等，但若 P 值再增大，此時的摩擦力亦會隨之加大，如圖 4-7 所示，直到物體即將滑動時，如圖 4-8(B)所示，若其反力的作用點位置在 x 處，此時， $0 \leq x \leq b/2$ ，則其摩擦力 $f_s = \mu N$ ，但是，假若其反力作用點位置到達物體的最邊緣時，此時物體即將產生傾倒的現象，如圖 4-8(C)所示，此時的 $x = b/2$ ， $f \leq \mu N$ ，此時作用力 P 對於物體所生之傾倒力矩為 $P \cdot h$ ，恰與物體重量 W 自重心所生的穩定力矩 $W \cdot b/2$ 相等。即 $P \cdot h = W \cdot b/2$ 。

若物體即將傾倒時的摩擦力為最大摩擦力時，依力學平衡關係可得，
 $P = f_s = \mu N$ ， $W = N$ 。

所以 $P \cdot h = W \cdot b/2$ ， $\mu N \cdot h = N \cdot b/2$ ，

$$\mu = \frac{b}{2h} \text{ -----公式(2)}$$

由公式(2)可得知，若作用力 P 的作用高度 h 固定時，接觸面的摩擦係數 μ 值愈大時，物體接觸面的寬度 b 可愈大亦不會使物體產生傾倒的現象，反之，若接觸面的摩擦係數 μ 值大，但是物體接觸面的寬度 b 小時，則物體未產生滑動時即先呈現傾倒的現象。

摩擦係數的大小與相接觸二物體的材質和表面粗糙度有關，可由書本和網路中查詢其大小值，如表 4-3 所示，亦可自行作實驗得知摩擦係數的大小，可利用公式 $\mu = \tan \theta = \tan \phi$ ，亦即摩擦係數等於摩擦角的正切值，也等於靜止角的正切值。實驗中只要測得靜止角，即可計算出二物體間摩擦係數值。

表 4-3 摩擦係數表

接觸材料	靜摩擦係數	接觸材料	靜摩擦係數
金屬與木料	0.20~0.60	金屬與石材	0.30~0.70
金屬與金屬	0.15~0.30	泥土與泥土	0.25~1.00
金屬與皮革	0.30~0.60	橡皮與水泥	0.75~0.90

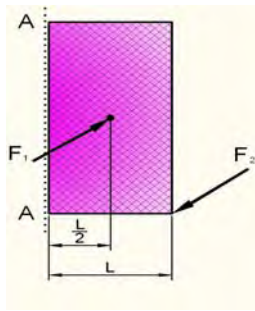
二、設計

(一)、構想

經由文獻探討，目前現有的產品與專利製品雖具多樣化，但均需於地板或牆壁上鑽孔以固定門檔，如此對於建物的完整性較為不妥，且均具有一定角度的開啓或是全開使用，如此之產品尚不能滿足我們的需求，希望能設計與製作出改善目前產品缺失的門檔。

(二)、力之分析:

1.門板受力分析



一般門板尺寸:高 210cm，寬 80cm

F_1 :門板風壓集中受力

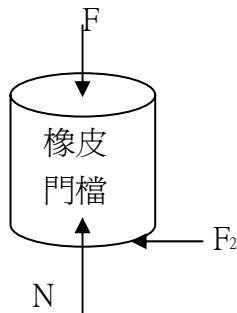
F_2 :門檔反向應有摩擦力

以門的 AA 為旋轉軸

$$\Sigma M_{AA}=0 \rightarrow F_1 * 0.5 * L - F_2 * L = 0$$

$$\text{所以 } F_2 = 0.5 * F_1$$

2. 橡皮門檔摩擦力分析



F :下壓力

F_2 : 橡皮門檔產生的摩擦力。

N : 正壓力

$$F_2 = \mu N$$

由上列力的分析得知，門檔所受之力 F_2 為門板全部受風力 F_1 的一半，門檔則以摩擦力來表現，而摩擦力的大小與摩擦係數和正壓力成正比，設計之門檔所需的下壓力 F 的大小和風壓和摩擦係數有關，三者之關係如表 4-4 所示。由表中可得知，摩擦係數愈大，所需的下壓力愈小，但下壓力愈大時，可阻止更大的風速。所以設計上應可設計成可調整下壓力大小的結構，以因應環境與個人生活之需求。

一般家用門板大小為 210*80 cm，其面積大小 $A=2.1*0.8=1.68m^2$ 。

門板受力 $F_1=A*最大風壓$ 門檔摩擦力 $F_2=0.5*F_1$

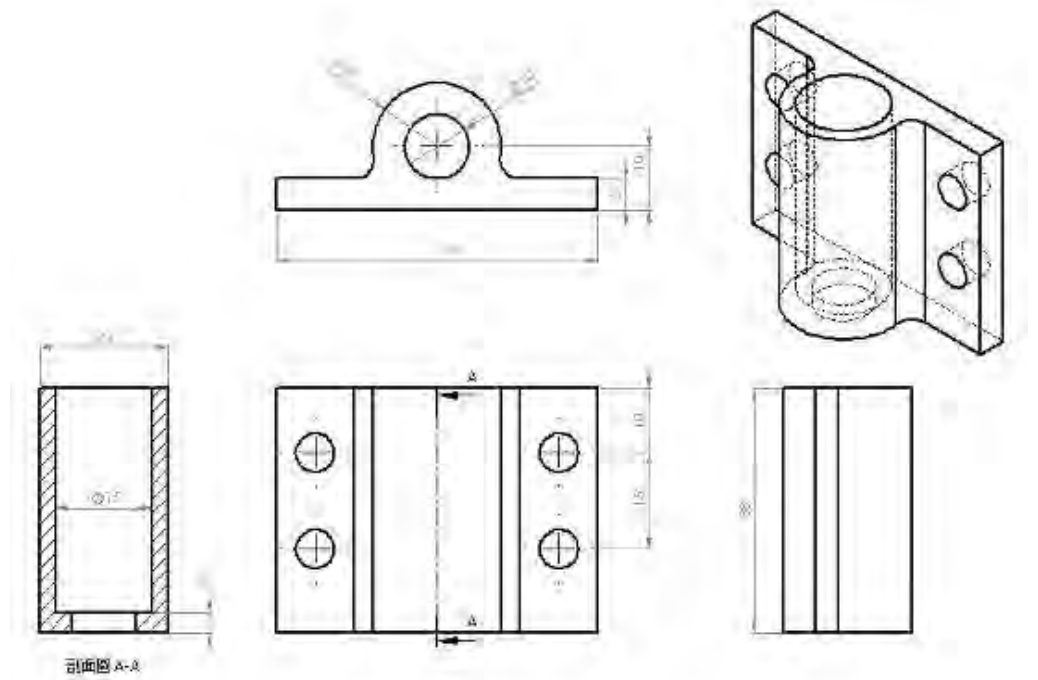
由摩擦力公式 $f = \mu N$ 中可得知， $N = f / \mu$

表 4-4 風級與摩擦係數和下壓力之關係

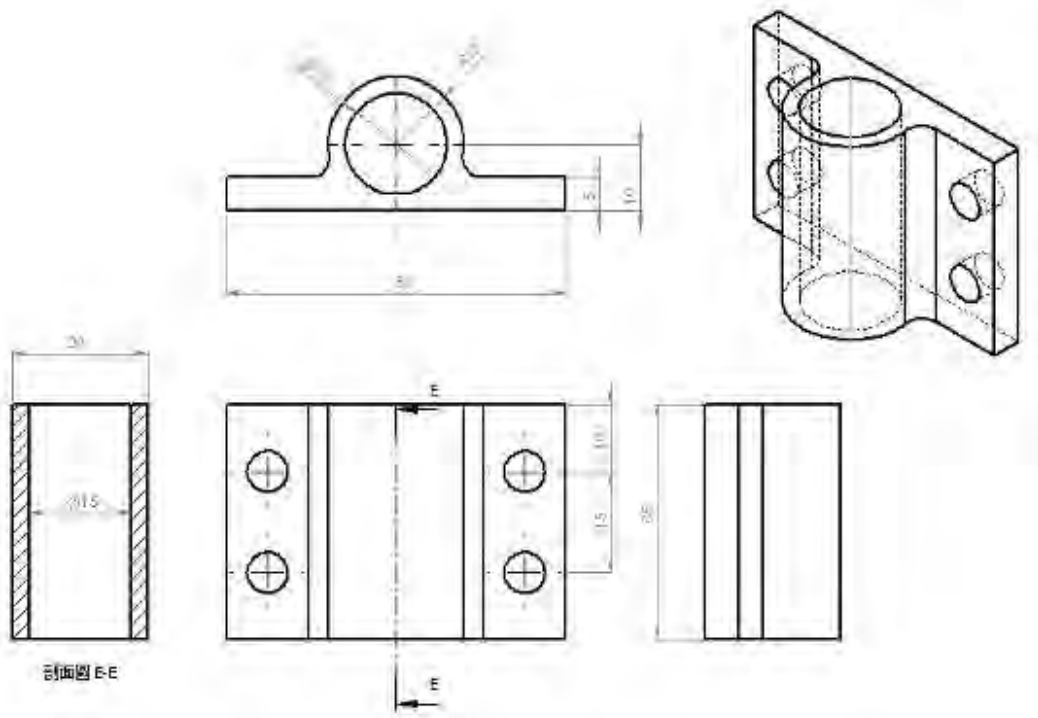
風級	最大風壓 (kgf/m ²)	門板受力 F ₁ (kgf)	門檔摩擦力 F ₂ (kgf)	摩擦係數	下壓力 (kg f)
1 級 軟風	0.16	0.27	0.13	0.4	0.34
				0.6	0.22
				0.8	0.17
2 級 輕風	0.68	1.14	0.57	0.4	1.43
				0.6	0.95
				0.8	0.71
3 級 微風	1.8	3.02	1.51	0.4	3.78
				0.6	2.52
				0.8	1.89
4 級 和風	4	6.72	3.36	0.4	8.40
				0.6	5.60
				0.8	4.20
5 級 清風	7	11.76	5.88	0.4	14.70
				0.6	9.80
				0.8	7.35
6 級 強風	12	20.16	10.08	0.4	25.20
				0.6	16.80
				0.8	12.60
7 級 疾風	18	30.24	15.12	0.4	37.80
				0.6	25.20
				0.8	18.90
8 級 大風	27	45.36	22.68	0.4	56.70
				0.6	37.80
				0.8	28.35
9 級 烈風	37	62.16	31.08	0.4	77.70
				0.6	51.80
				0.8	38.85

(三)、繪製設計圖

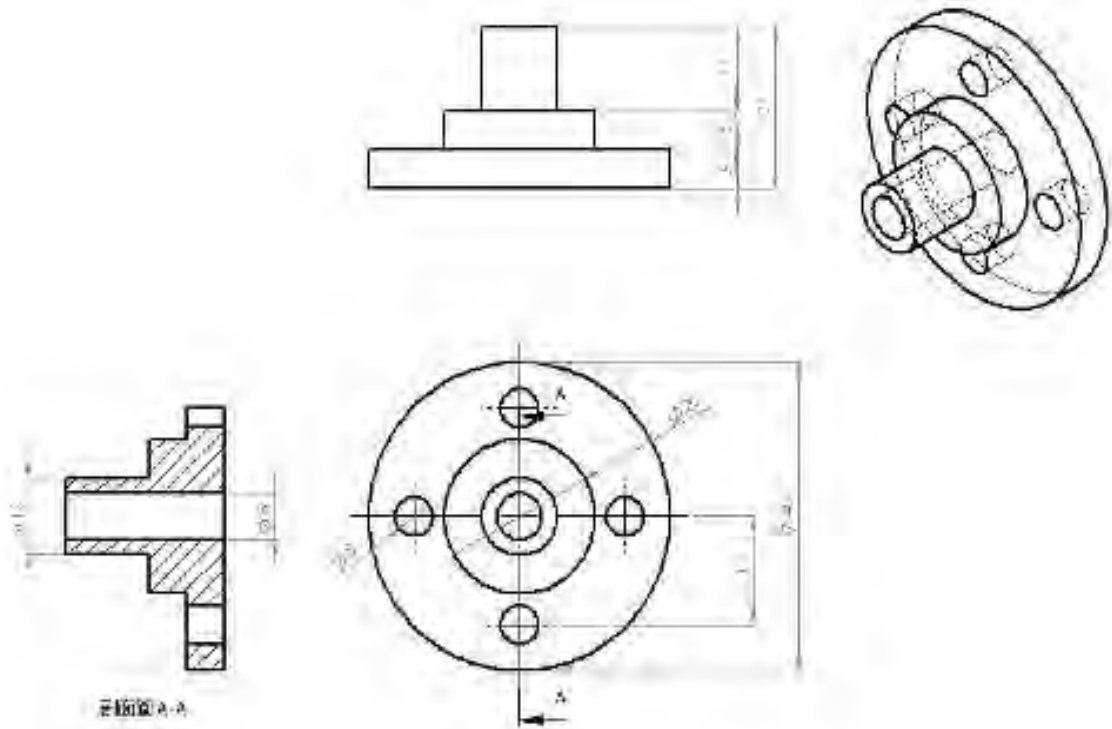
依據構思與力之分析，繪製所需的設計圖，如圖 4-9 所示為零件圖。



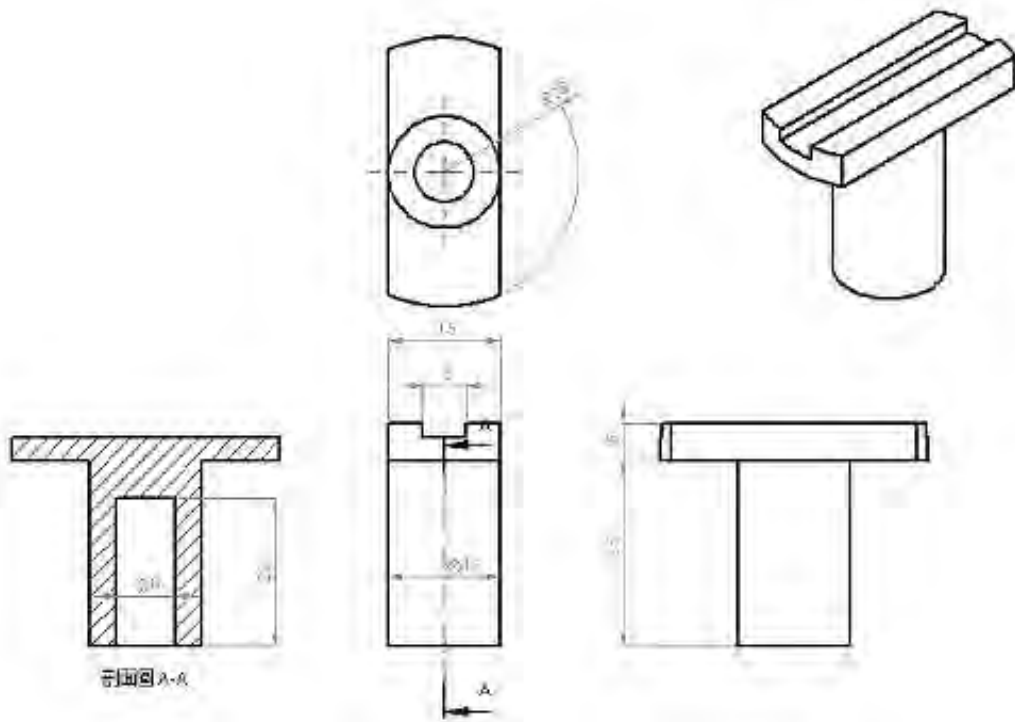
上固定座



下固定座



托盤



軸從動件

圖 4-9 零件圖

三、實物製作

依據研究與繪製設計的零件圖，研討製作程序，並準備材料，依圖加工製作，如圖 4-10 所示為實物加工與製作的情形。

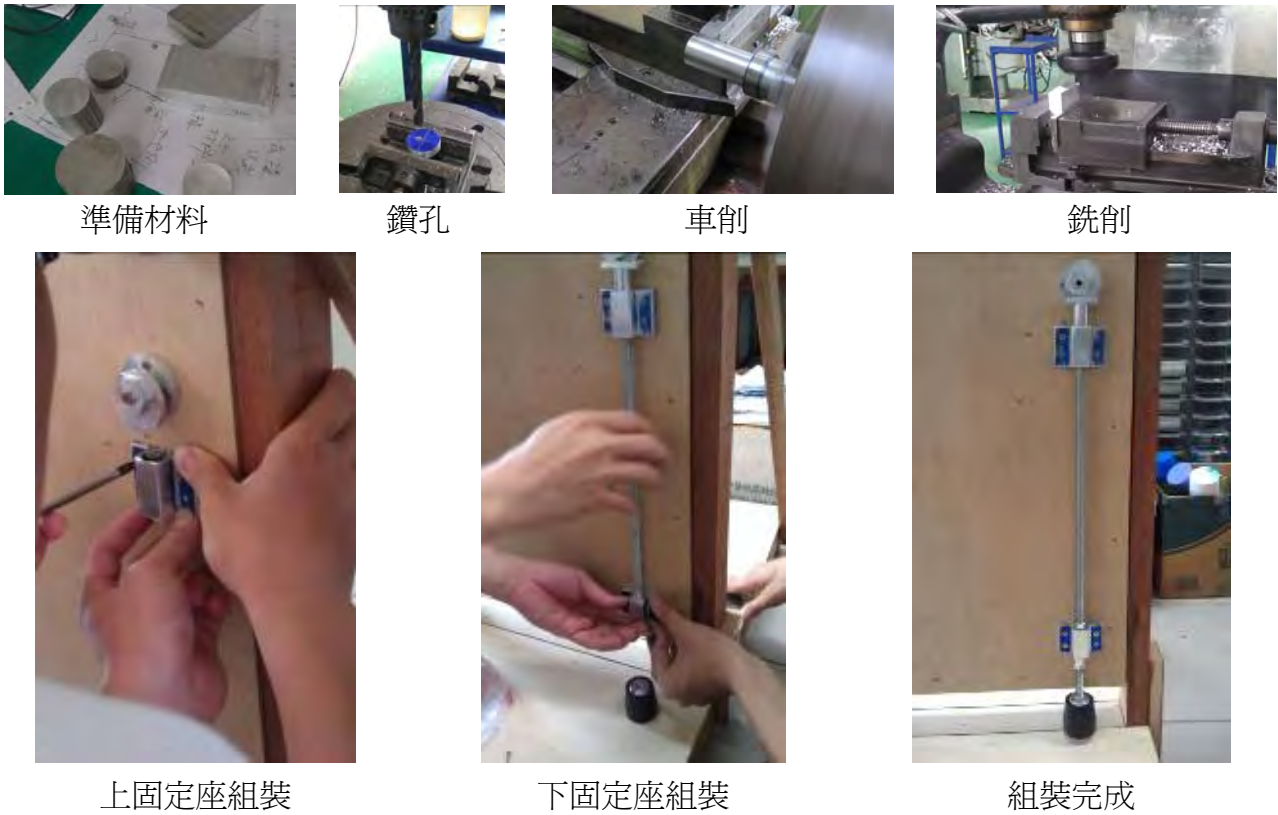


圖 4-10 實物加工與製作

四、實驗測試

將製作完成的零件，加以組裝，且依實驗需求製作一座簡易的實驗測試門，如圖 4-11 所示。其使用方法如圖 4-12 所示，首先將門開至所需之位置(A)，再轉動偏心輪(B)即可將橡皮門檔鎖至定位。



圖 4-11 實驗測試門

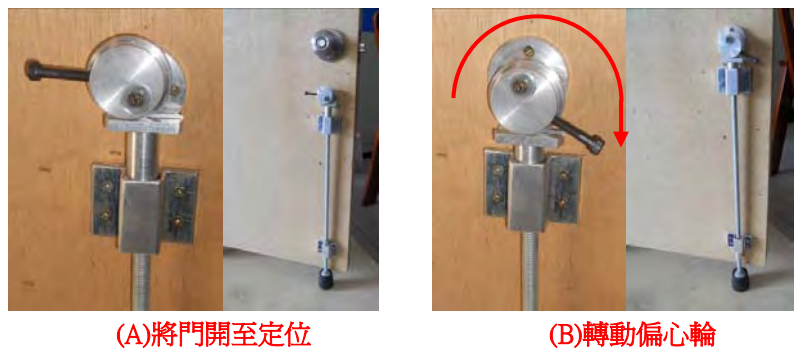


圖 4-12 使用方法

(一)、下壓力的測量

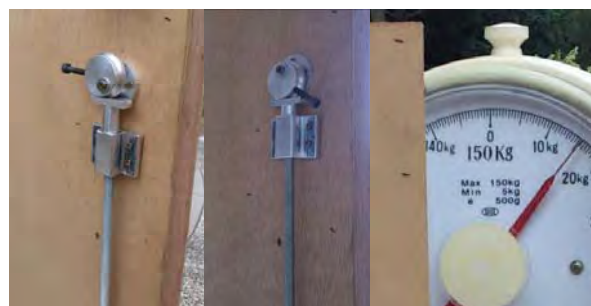
下壓力的測量過程如圖 4-13 所示，先將實驗測試門用配重加以固定，以模擬將門板固定於牆壁和地板上，再以長度調整套筒的螺紋來調整橡皮門檔的位置，又如表 4-3 所示之摩擦係數若採用 0.8 計算，分別量測其下壓的壓力值大小，如圖 4-13 所示之力量，再與表 4-4 對照，若為 2 kg f 的下壓力，則可阻止 3 級微風力量，若為 15 kg f 的下壓力，則可承受 6 級以上的強風吹襲，但是生活上，若超過 5 級的清風(需 7.35 kg 的下壓力)，一般均會將門板關上，可見此一設計的力量足以承受一般生活中風力的大小。



以配重固定實驗測試門



產生 2 kg 的下壓力



產生 15 kg 的下壓力

圖 4-13 下壓力量的測量

(二)、摩擦阻力的測試

經過下壓力量的測量之後，確實可產生相當大的有效下壓力，再經由橡皮的止動效果，能確實的將門板固定於任意所需的地板位置，但是，再反覆使用與測試，發現一個嚴重的盲點，即是，當門屬於半開時，且將門板固定住，若他人不小心欲推開門，一樣具有鎖住功能的橡皮門檔會於地上滑動，或緊鎖於地板上，如此將造成門板受到不正常的力量作用，將會對於門的結構產生不良的效果，亦會對地板有滑動摩擦的刮痕情況，所以，此一設計可達成任意位置固定之效果，但是也會造成不良的影響，尚有改進的空間。

五、修正與測試

經過上述的實驗測試之後，雖有可任意定位鎖緊之功能，但也應該要有**防止誤推拉的安全結構**，如此將會更為實用才是，因此我們需要再一次的改良我們的設計，以達成有安全結構的新功能。

為了使設計的止滑塊形狀比例更合乎要求，以及得到更真確的摩擦係數值，同時也為了找到合適的彈簧，以利吸收過多的旋轉上推力，免得破壞鉸鍊，因此我們做了**靜止角的試驗**，和**彈簧常數的實驗**，進而再作止滑塊的**力性分析**，以了解其受力之狀況，更將製作完成的安全型任意門檔作**實物的安全測試**，以明瞭實際使用的情況。

(一)、安全結構設計

經過上述的分析與研究，應該再有一個若受力太大時，可自動脫離的安全保護裝置，所以再重新設計與改良，如圖 4-14 所示為止滑塊設計圖，決定將橡皮門檔改換成橡皮止滑塊，且其中具有一個軸孔，可作旋轉使用，圖 4-15 所示為橡皮止滑塊的實物加工後的零件與組合圖，另於橡皮止滑塊的上方加裝一個彈簧，當由偏心輪下壓的力量，經由彈簧的壓縮力來下壓止滑塊，且若受不正常力道推拉時，亦可產生一個緩衝力，更可保護門板免於受力而破壞，如圖 4-16 所示為彈簧裝置。

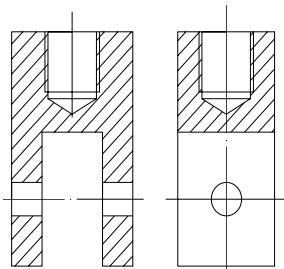


圖 4-14 止滑塊設計圖

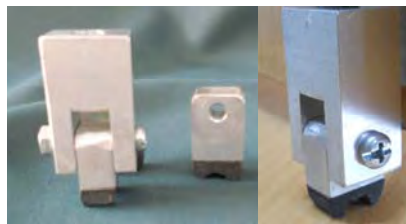


圖 4-15 橡皮止滑塊



圖 4-16 彈簧裝置

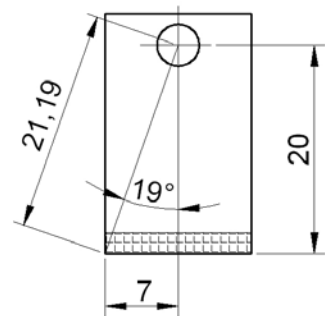


圖 4-17 安全結構說明

安全結構說明:

- 1.如圖 4-15 所示之橡皮止滑塊的旋轉心軸設計於上方，當門檔放鬆時，橡皮塊會因重心在下的關係而自然呈現下垂的現象，以達到橡皮止滑塊均可置於下方作止滑的效果。
- 2.橡皮與彈簧的再次變形量大小與止滑塊的長度和高度有關，如圖 4-17 所示為止滑塊的假設尺寸圖，由圖中可得知其再次的變形量為 $21.19-20=1.19$ mm。
- 3.當受推拉作用時所增加的變形量，可由上方的彈簧(如圖 4-16 所示)之再次壓縮變形，而使止滑塊可繞心軸轉動，因而可使止滑塊因旋轉而脫離本體，達成防止誤推拉的安全效果。

(二)、電風扇風速量測

量測日常生活中的風速，以得知風壓值，進而作為設計時的參考依據。生活中除了自然風外，亦會使用電風扇，若此門檔能阻止電風扇的吹襲，應即可滿足生活所需，故此次量測家用 14 吋電風扇風速的大小，如圖 4-18 所示為電風扇風速的量測圖。一般生活中的自然風速約為 0~1.2m/sec，屬於 0~1 級風速，若改以電風扇量測風速，會因開關之強、中、弱與距離的遠近會有不同結果，量測時我們以固定的距離(5 cm、50 cm、100 cm)，量測其風速的最大值，其量測結果如表 4-5 所示。

生活習慣中，電風扇至少應會距離門板 50 cm 以上來使用，所以設計上以 3 級風速為依據即可，其風速為 3.4~5.4m/sec，最大的風壓值為 1.8 kg/m²。



圖 4-18 電風扇風速量測圖

表 4-5 電風扇風速量測值

量測距離	5 cm	50 cm	100 cm
風速-強	6.5 m/sec(4 級風)	5.3 m/sec(3 級風)	3.9 m/sec(3 級風)
風速-中	5.6 m/sec(4 級風)	4.4 m/sec(3 級風)	3.3 m/sec(2 級風)
風速-弱	4.6 m/sec(3 級風)	3.7 m/sec(3 級風)	2.2 m/sec(2 級風)

(三)、摩擦係數實驗:靜止角的量測

前言：在前面的文獻探討中知道要讓止滑塊旋轉，門檔的寬高比與摩擦係數是相關的。因此我們就用測量靜止角的方式，來找出各種常用的地板，與做為止滑塊的摩擦試片之間的摩擦係數，以利找出最佳的止滑塊的寬高比。

步驟：

1. 為了實驗的穩定性，我們使用推拉力計，定速 500 mm/min 來升降斜板。
2. 實驗桌的水平校正。
3. 角度板的校正。
4. 使用三種不同材質: A透明塑膠、B黑色橡膠、C木材，各剪裁成 1 : 4*4cm² 2 : 3*3cm² 3 : 4*2 cm² 三種不同大小的摩擦試片，共 9 片試片。再分別放在常用的地板材質 木材、磁磚、磨石子、與花崗石上。抬起斜板，並拍攝影片，直到試片落下，反覆試驗。
5. 使用影片播放軟體截取試片落下時的前一影格，存成 JPG 影像檔。
6. 使用 AutoCAD 軟體，載入影像檔，量測斜板相對桌板的角度即是靜止角。

摩擦係數之靜止角量測，其過程如圖 4-19 所示。



車床加工



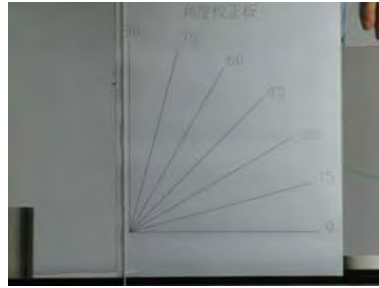
升降機台



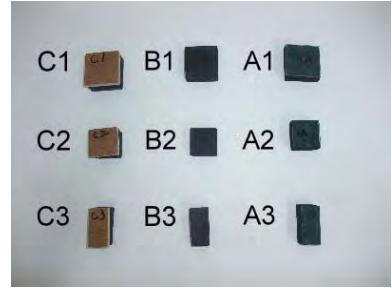
組裝



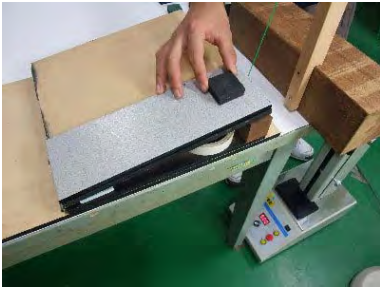
水平校正



角度校正



試片種類



靜止角實驗 1



靜止角實驗 2



靜止角實驗 3

圖 4-19 靜止角的量測

靜止角的量測結果：

1. 同一種材質的試片和地板之間的摩擦係數大約一致，與試片的形狀和大小無關，實驗所得的結果和文獻大致吻合。
2. 如表 4-6 所示，在木頭地板上使用黑色橡膠摩擦係數較大（靜止角較大）。
3. 如表 4-7 所示，在磁磚地板上使用黑色橡膠與透明塑膠的摩擦係數相差不多。
4. 如表 4-8 與表 4-9 所示，在花崗石及磨石子地板方面反而是透明塑膠摩擦係數較大（靜止角較大）。可能因為表面比較平整與光滑，所以貼附性較好。
5. 所以止滑塊的接觸面，在成品時還是要用透明塑膠以適用於花崗石及磨石子地板，設計時的摩擦係數 μ 以最小值 0.78 為上限。黑色橡膠適用於木頭與磁磚地板，設計時的摩擦係數 μ 以最小值 0.78 為上限。由 $\mu = \frac{b}{2h}$ ，若 μ 為一定， $\frac{b}{2h}$ 也是一樣，所以，止滑塊的外形尺寸可共用。

表 4-6 試片在木板上的靜止角量測值

試片	A 透明塑膠			B 黑色橡膠			C 木板		
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
實驗 1	37.9	40.7	36.1	46.1	44.9	41.8	37.3	37.8	33.4
實驗 2	39.1	40.3	38.0	45.7	44.9	42.9	33.7	33.2	35.1
實驗 3	36.1	39.3	35.9	45.5	44.2	43.1	34.2	35.8	36.1
實驗 4	39.0	40.1	38.6	44.7	44.8	41.4	36.4	36.0	38.4
實驗 5	39.0	39.3	36.0	44.9	42.9	43.7	36.0	38.2	38.1
實驗 6	38.0	39.7	35.0	44.8	45.0	43.2	35.9	34.6	36.9
實驗 7	38.2	39.1	35.3	43.1	45.0	42.8	33.4	32.4	37.6
實驗 8	38.2	39.2	35.1	42.8	44.4	44.0	32.7	33.2	39.4
平均靜止角	38.19	39.71	36.25	44.70	44.51	42.86	34.95	35.15	36.88
標準差	0.97	0.59	1.34	1.18	0.71	0.88	1.66	2.17	1.95
摩擦係數	0.79	0.83	0.73	0.99	0.98	0.93	0.70	0.70	0.75

表 4-7 試片在磁磚上的靜止角量測值

試片	A 透明塑膠			B 黑色橡膠			C 木板		
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
實驗 1	35.6	33.5	38.5	42.7	38.5	34.2	22.0	19.4	23.2
實驗 2	35.5	38.0	40.0	31.5	36.1	38.5	23.2	19.2	22.9
實驗 3	40.0	39.4	33.2	42.7	39.4	40.6	23.4	22.5	21.4
實驗 4	35.9	34.6	39.3	37.2	37.6	39.8	22.9	23.4	23.1
實驗 5	35.5	38.4	38.5	37.2	38.5	38.1	23.1	21.4	24.5
實驗 6	35.4	39.2	38.0	39.1	37.6	43.4	22.4	27.5	24.7
實驗 7	37.9	36.6	39.9	39.8	39.4	38.2	22.2	21.4	22.0
實驗 8	38.4	37.4	38.5	35.0	36.5	38.2	22.8	21.4	24.5
平均靜止角	36.78	37.14	38.24	38.15	37.95	38.88	22.75	22.03	23.29
標準差	1.76	2.13	2.16	3.80	1.23	2.61	0.50	2.62	1.22
摩擦係數	0.75	0.76	0.79	0.79	0.78	0.81	0.42	0.40	0.43

表 4-8 試片在花崗石上的靜止角量測值

試片	A 透明塑膠			B 黑色橡膠			C 木板		
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
實驗 1	43.3	33.2	36.2	21.0	20.9	24.5	15.3	16.5	14.4
實驗 2	44.3	35.0	38.7	21.3	20.8	20.8	19.0	16.6	17.7
實驗 3	37.5	40.7	38.5	23.8	21.2	21.8	16.7	15.1	17.5
實驗 4	39.0	36.8	39.0	24.9	23.0	21.7	15.7	15.4	16.1
實驗 5	42.7	41.6	35.9	21.7	20.7	23.8	16.9	17.3	17.0
實驗 6	38.2	40.7	39.3	23.6	23.6	20.7	17.3	17.9	18.6
實驗 7	43.9	41.4	41.8	21.4	21.8	21.0	17.6	17.6	16.0
實驗 8	34.4	35.4	39.8	22.9	22.8	24.2	19.5	15.2	17.7
平均靜止角	40.41	38.10	38.65	22.58	21.85	22.31	17.25	16.45	16.88
標準差	3.63	3.36	1.90	1.43	1.14	1.60	1.46	1.11	1.32
摩擦係數	0.85	0.78	0.80	0.42	0.40	0.41	0.31	0.30	0.30

表 4-9 試片在磨石子上的靜止角量測值

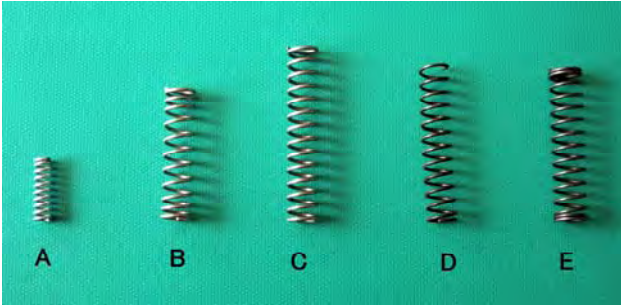
試片	A 透明塑膠			B 黑色橡膠			C 木板		
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
實驗 1	43.9	46.2	47.6	33.1	32.0	32.2	28.1	21.4	21.6
實驗 2	42.8	45.4	44.0	32.3	35.1	34.8	27.1	22.4	22.2
實驗 3	48.3	45.4	49.4	31.1	33.7	32.0	28.0	22.0	21.0
實驗 4	45.1	48.1	49.9	31.8	31.7	29.7	27.5	23.3	24.0
實驗 5	48.0	48.5	47.6	30.9	30.3	29.0	27.9	26.6	22.6
實驗 6	44.8	45.6	49.6	31.7	28.9	34.3	27.0	26.9	23.0
實驗 7	48.0	48.4	44.2	30.7	33.4	29.4	27.1	22.7	22.3
實驗 8	48.4	45.5	43.1	35.1	33.0	32.4	27.0	20.8	24.1
平均靜止角	46.16	46.64	46.93	32.09	32.26	31.73	27.46	23.26	22.60
標準差	2.26	1.43	2.77	1.45	1.98	2.20	0.47	2.29	1.08
摩擦係數	1.04	1.06	1.07	0.63	0.63	0.62	0.52	0.43	0.42

(四)、彈簧常數的量測

前言：在前面的文獻探討中知道，彈簧具有高度的彈性能，在受到負載時，會作適當的變形。止滑塊在旋轉過程中，由力學上可知在最後時會產生向上的推力，爲了避免破壞門的絞鍊，同時有活動的空間，讓止滑塊可以旋轉，所以我們設計了彈簧，緩衝了上推力，但又要有適當的下壓力，以產生足夠的摩擦力來阻擋風力。在文獻中可由彈簧的各項諸元求得彈簧常數 K ，但爲了與理論驗證，我們自製了一個壓縮彈簧的實驗台，用實驗來求得較實際的彈簧常數，以利彈簧的設計與選用。此次實驗所選用的彈簧資料，如表 4-10 所示。

表 4-10 實驗用彈簧資料

	彈簧 A	彈簧 B	彈簧 C	彈簧 D	彈簧 E
外徑mm	6	9.3	9.4	9.5	10.5
線徑mm	1	1	1.1	1	1
中心徑mm	5	8.3	8.3	8.5	9.5
有效圈數	8	9	12	11	11



步驟：

1. 設計與繪圖，製作與組裝實驗台。組裝時要注意垂直度以避免量測時產生誤差。
2. 砝碼的量測與組合，搭配出適當的重量。
3. 裝上彈簧。
4. 先用拖盤預壓 0.243 Kgw，此時將數位式游標卡尺歸零。
5. 放上 1 Kgw 的砝碼 (0.6Kgw + 0.4 Kgw)，量測變形量。
6. 放上 2 Kgw 的砝碼，量測變形量。
7. 取不同的彈簧作實驗。彈簧常數的量測過程，如圖 4-20 所示。



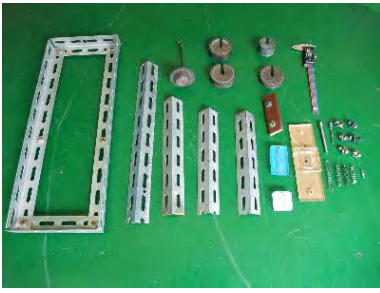
車床加工



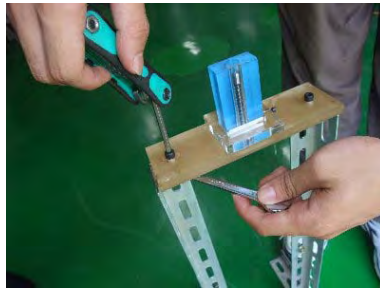
鑽床工作



銑床工作



零件組



零件組裝



電子秤量測砝碼



量測歸零



量測 2Kgw



壓縮彈簧受力變形

圖 4-20 彈簧常數的量測

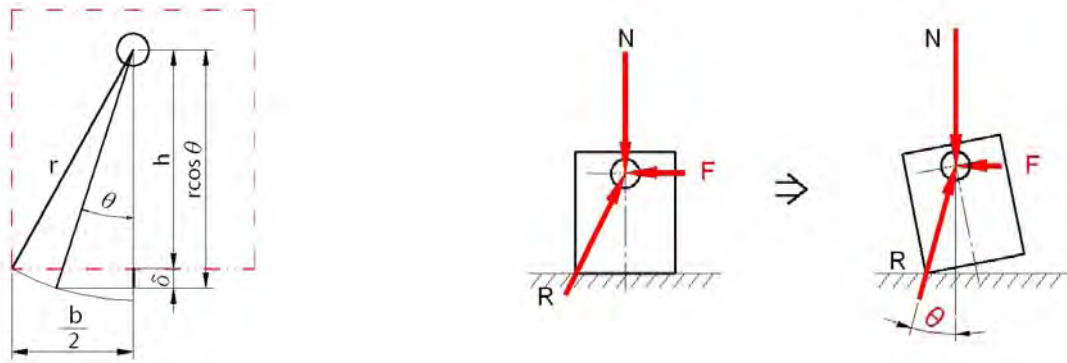
彈簧常數實驗結果

1. 從表 4-11 可知這些彈簧均遵循虎克定律，變形量和受力成正比。
2. 市售的彈簧，不知材質與剪割彈性係數，也可以由此實驗簡單的實測得知彈簧常數 K 值。
3. 彈簧的線徑與中心徑的尺寸，對於彈簧常數的影響很大，線徑愈大，中心徑愈小，則彈簧常數愈大。
4. 我們從表 4-11 中選用適當的彈簧來使用。

表 4-11 彈簧常數的量測值

彈簧	荷重	次數	次數	次數	次數	次數	次數	次數	次數	次數	次數	平均位移(mm)	標準差	彈簧常數
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
A	1Kgf	1.02	1.02	0.99	0.99	0.96	0.96	1.00	1.00	1.00	0.96	0.99	0.02	1.01
	2Kgf	1.96	1.98	1.96	1.95	1.96	1.98	1.98	2.03	1.97	2.03	1.98	0.03	1.01
B	1Kgf	4.32	4.19	4.16	4.11	4.13	4.40	4.20	4.15	4.24	4.28	4.22	0.09	0.24
	2Kgf	8.50	8.51	8.70	8.51	8.61	8.63	8.50	8.53	8.66	8.56	8.57	0.07	0.23
C	1Kgf	4.27	4.22	4.28	4.31	4.23	4.26	4.31	4.32	4.28	4.30	4.28	0.03	0.23
	2Kgf	8.62	8.63	8.61	8.62	8.63	8.69	8.68	8.65	8.64	8.57	8.63	0.03	0.23
D	1Kgf	8.91	8.91	8.84	8.84	8.88	8.91	8.89	8.87	8.85	8.83	8.87	0.03	0.11
	2Kgf	17.85	17.44	17.42	17.84	17.64	17.51	17.69	17.51	17.54	17.46	16.59	0.16	0.11
E	1Kgf	5.75	6.02	5.79	5.93	5.91	6.19	6.04	6.00	5.80	6.21	5.96	0.16	0.17
	2Kgf	12.27	12.22	12.22	12.46	12.39	12.38	12.36	12.26	12.13	12.11	12.28	0.12	0.16

(五)、止滑塊旋轉的力性分析



若所設計止滑塊的高度為 h ，寬度為 b ，則 $r = \sqrt{h^2 + (\frac{b}{2})^2}$

當止滑塊發生滾動時，上推壓縮的距離為 δ ，則 $\delta = r * \cos \theta - h$

如滾動到 θ 角度時，如上圖所示，力系成平衡時:

$$R \sin \theta = F$$

$$R \cos \theta = N$$

$$\frac{\sin \theta}{\cos \theta} = \frac{F}{N} = \tan \theta$$

$$\therefore F = N * \tan \theta \text{ -----公式 (2)}$$

F:外力

R:總反作用

N:彈簧下壓力

$N = N_1 + N_2$

N_1 :初始下壓力

N_2 :上推時的壓縮力

$$N_1 = K * \delta_0 \quad \delta_0: \text{偏心輪下壓之有效行程}$$

$$N_2 = K * \delta \quad \delta: \text{止滑塊上推壓縮的距離}$$

$$F = N * \tan \theta = (N_1 + N_2) * \tan \theta$$

$$\text{由公式(2) 得} \quad = [N_1 + K * \delta] * \tan \theta$$

$$= [N_1 + K * (r \cos \theta - h)] * \tan \theta$$

說明:當 θ 由 大 \rightarrow 0，則 $\tan \theta$ 也由大 \rightarrow 0，但是 $\cos \theta$ 則由小 \rightarrow 大，

因此可阻擋風力的 F 也由 小 \rightarrow 大 \rightarrow 0，所以會有極大值出現，使得在旋轉壓縮彈簧時產生較大的阻力，可以瞬間阻擋更大的風力。但超過極大值後，可阻擋的風力 F 值即變小，會使得止滑塊快速旋轉脫離，形成安全裝置的結構設計。

1.若將止滑塊的尺寸固定(h=12 mm、b=12 mm)時，施以不同的初始下壓力N₁和不同的彈簧常數K(kgf/mm)，止滑塊旋轉的角度與可抵擋的水平力(風力)F之關係，如表 4-12 所示。

表 4-12 止滑塊旋轉之力性分析表—固定尺寸

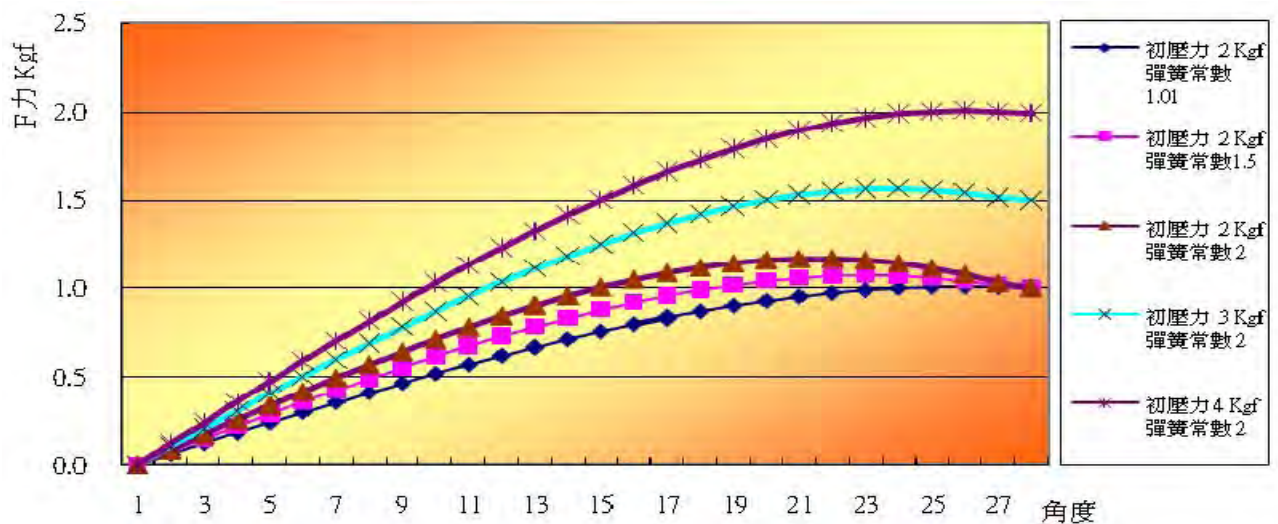
角度	tan θ	δ	初壓力 2 Kgf 彈簧常數 1.01	初壓力 2 Kgf 彈簧常數 1.5	初壓力 2 Kgf 彈簧常數 2	初壓力 3 Kgf 彈簧常數 2	初壓力 4 Kgf 彈簧常數 2
0	0.00	1.41	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.03	1.40	0.119	0.143	0.168	0.203	0.238
6	0.11	1.34	0.352	0.421	0.491	0.596	0.701
10	0.18	1.21	0.567	0.672	0.778	0.954	1.131
12	0.21	1.12	0.665	0.781	0.900	1.113	1.325
14	0.25	1.01	0.753	0.877	1.003	1.252	1.502
16	0.29	0.89	0.831	0.957	1.084	1.371	1.658
18	0.32	0.75	0.897	1.017	1.140	1.465	1.789
20	0.36	0.60	0.949	1.056	1.166	1.530	1.894
21	0.38	0.52	0.969	1.067	1.166	1.550	1.934
22	0.40	0.43	0.985	1.071	1.158	1.562	1.966
23	0.42	0.34	0.996	1.068	1.141	1.565	1.990
24	0.45	0.25	1.003	1.058	1.114	1.559	2.004
25	0.47	0.15	1.005	1.040	1.076	1.542	2.008
26	0.49	0.05	1.001	1.014	1.027	1.515	2.002
26.5	0.50	0.00	0.998	0.998	0.998	1.497	1.995

固定尺寸:
h=12 mm
b=12 mm

$$r = \sqrt{h^2 + \left(\frac{b}{2}\right)^2}$$

水平力 **F**
 $F = (N_1 + N_2) \tan \theta$
 $= [N_1 + K * (r \cos \theta - h)] \tan \theta$

N=N₁+N₂
 N1:初始下壓力
 N2:上推壓縮力



結果:力性分析-固定尺寸

- 1.相同的初始下壓力，較大的彈簧常數，可承受較大的外力 F 值。
- 2.相同的彈簧常數，較大的初始下壓力，可承受較大的外力 F 值。
- 3.止滑塊旋轉時可承受的外力 F 會有極大值出現，其值大小會因初始下壓力與彈簧常數的不同而改變。

2.若固定止滑塊的初始下壓力為 3 kg f，彈簧常數 K 為 2kgf/mm，以不同寬度 b 的止滑塊作用時，止滑塊旋轉的角度與可抵擋的水平力(風力)F 之關係，如表 4-13 所示。

表 4-13 止滑塊旋轉之力性分析表—固定力量

角度	tan θ	h=12 b=12	h=12 b=15	h=12 b=18	h=12 b=20
0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.03	0.203	0.258	0.314	0.356
6	0.11	0.596	0.761	0.929	1.054
10	0.18	0.954	1.229	1.507	1.715
14	0.25	1.252	1.635	2.022	2.312
18	0.32	1.465	1.953	2.447	2.818
20	0.36	1.530	2.070	2.617	3.028
22	0.40	1.562	2.154	2.754	3.203
23	0.42	1.565	2.183	2.808	3.277
24	0.45	1.559	2.202	2.852	3.340
25	0.47	1.542	2.210	2.886	3.393
26	0.49	1.515	2.207	2.909	3.435
27	0.51		2.193	2.920	3.464
28	0.53		2.167	2.918	3.482
29	0.55		2.128	2.904	3.486
30	0.58		2.076	2.876	3.476

固定力量:

初始下壓力為 3 kg f

彈簧常數為 2 kgf/mm

$$r = \sqrt{h^2 + \left(\frac{b}{2}\right)^2}$$

水平力 **F**

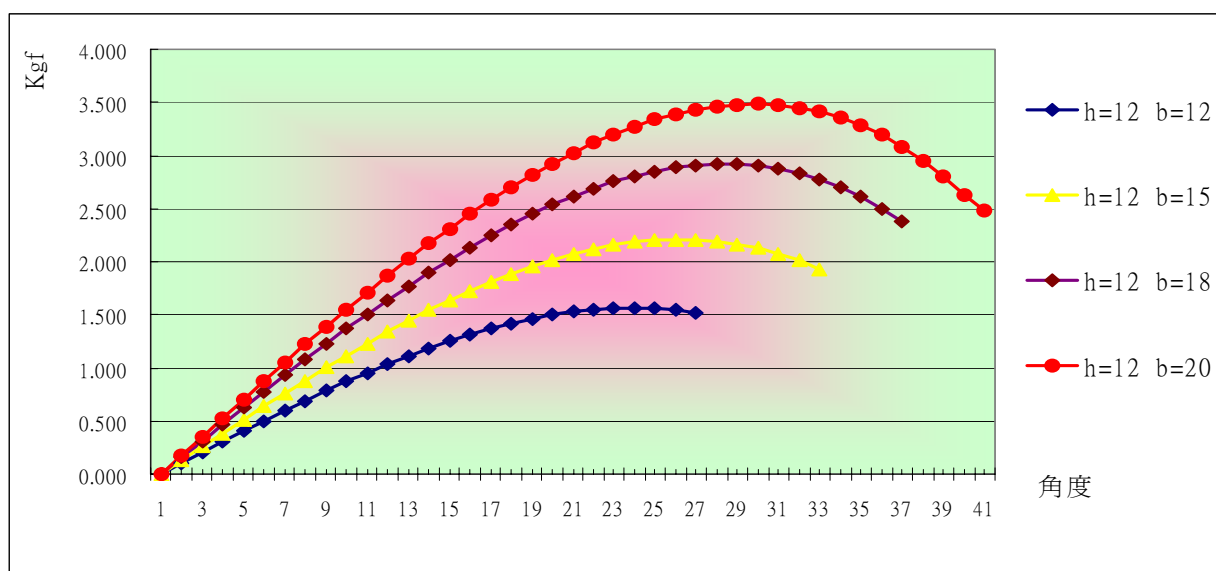
$$F = (N_1 + N_2) \tan \theta$$

$$= [N_1 + K * (r \cos \theta - h)] \tan \theta$$

N=N₁+N₂

N1:初始下壓力

N2:上推壓縮力



結果:力性分析-固定力量

- 1.相同的初始下壓力與彈簧常數，止滑塊的寬度 b 愈大，可承受較大的外力(風力)F 值。
- 2.止滑塊寬度 b 的大小，需考慮接觸面間摩擦係數，大的摩擦係數方可設計成大的寬度，否則止滑塊只會滑動而不會產生傾倒滾動的現象。

(六)、實物的安全測試

經由重新設計、製作與組裝，如圖 4-21 所示為改良後的安全型任意門檔。

1.電風扇風速測試:

此時，我們不再作下壓的實驗，而改用電風扇風速的測試，其測試情況如圖 4-22 所示，首先將實驗測試門板固定於定位，再以電風扇吹襲，先將電扇開至最強，再移動電風扇的距離，再開動第二隻電風扇同時吹向測試門板，此時的門檔亦能鎖住地板不脫離，如此的設計已符合居家使用的實用性。



圖 4-21 安全型任意門檔

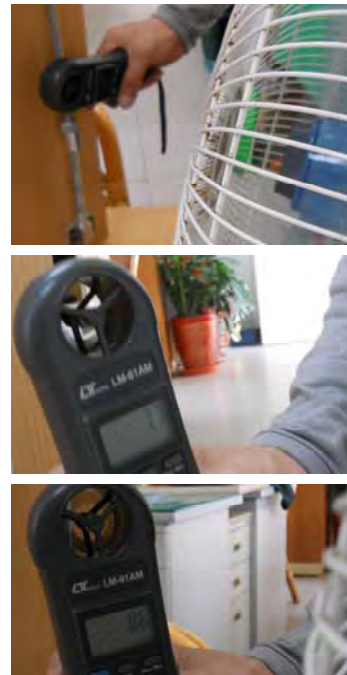


圖 4-22 電風扇風速測試

2.安全結構測試:

此一門檔已可作任意的固定位置，且符合居家所需的力量設計，再者需作自動脫離的安全實測，如圖 4-23 所示為安全結構的測試圖，當門檔下壓時可固定地板上，當未解除下壓力量時，若有不正常的推或拉門板時，此時的橡皮止滑塊即繞著心軸轉動，而使橡皮止滑塊與地板脫離，不再有下壓的力量作用，此時的門板即可呈現自由的移動情形，證明此一設計確實有防止誤推拉的安全功用。

我們更進一步的以彈簧秤來拉扯止滑塊，以了解其能承受的水平力 F 為何，因止滑塊尺寸的寬高比，與摩擦係數的大小和初始下壓力之不同，可承受的水平拉力 F 亦會有所不同，但是要阻止一般生活中 3 級微風的力道是沒有問題的。

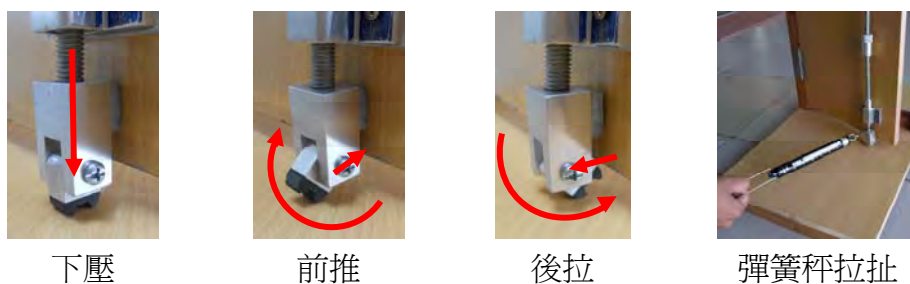


圖 4-23 安全結構測試

伍、研究結果

- 一、由表 4-4 中可得知，應採用較大摩擦係數的材質，如此可減小下壓的力量。
- 二、由表 4-12 中得知，初始下壓力愈大，彈簧常數愈大時，承受水平風力也愈大，則可得到較佳的止滑效果。
- 三、由表 4-13 中得知，止滑塊的外形設計，其寬高比儘量接近且小於 $\mu = \frac{b}{2h}$ 之關係，如此可得到抵擋更大的風速吹襲。
- 四、居家地板的材質不同，由摩擦係數的量測實驗中可得知，以透明塑膠的適用性較好。黑色橡膠較不適用於花崗石與磨石子的地板使用。
- 五、於電風扇風速量測中可得知，平時日常生活的風速大多於 3 級風以下。
- 六、只需將門檔固定於門板上即可，不用於牆壁上鑽孔，可維持建物的完整性。
- 七、可於所需的任意位置將門固定，以達到生活上遮陽與通風之需求。
- 八、只需轉動偏心輪的把手，即可達到固定之目的，使用上相當的方便。
- 九、藉由旋轉螺紋的位置，可以調整下壓力的大小，進而改變摩擦力阻擋風力，力量的調整上相當方便，可隨個人所需加以任意調整。
- 十、確實有自動脫離的安全結構設計，防止破壞門板，或小朋友誤撞門板受傷的情況，更可達到實用之目的。
- 十一、各式門檔與安全型任意門檔的優劣比較:

表 5-1 各式門檔與安全型任意門檔的優劣比較表

☆☆優 ○可 X劣

門檔種類	油壓門弓器	磁鐵	專利品	安全型任意門檔
可任意固定角度	○可固定於 80~180 度	X 全開使用不可調角度	X 全開使用不可調角度	☆☆可固定於任意位置
地板或牆壁上鑽孔	X 需於門拱上鑽孔	X 需於地板或牆壁上鑽孔	X 需於地板或牆壁上鑽孔	☆☆不用於地板或牆壁上鑽孔
防止誤推拉裝置	○需較大的力量，小孩易撞傷	X 沒有誤推拉裝置	X 沒有誤推拉裝置	☆☆有安全自動脫離裝置
構造	X 複雜	☆☆簡單	○中等	○中等
價格	X 昂貴	☆☆便宜	?未商品化	○中等

陸、討論

- 一、下壓的力量大時，雖然可以得到更大的阻力，但相對的對於門板上的螺絲也會造成較大的負荷，所以，只要適合所需的力量即可，勿求過大的壓力。
- 二、止滑塊的外形設計，其寬高比儘量接近且小於 $\mu = \frac{b}{2h}$ 之關係，但使用上仍需考慮安全因數，以使止滑塊確實可作旋轉，以達安全脫離之效果。
- 三、由表 4-4 中可得知，門檔的摩擦力 1.51 kg 時，即可阻止 3 級風的吹襲，這是以風垂直吹向門板的結果，但實際生活中，風向與門板不一定全是正向吹襲，所以應可再承受更大的風速才是。
- 四、所設計之尺寸大小尚有討論空間，可因應使用者或市場需求而設計。
- 五、原始的設計圖會因實際的需求再作修改，以符合實際所需。
- 六、如果製造組裝較不精確時，傳動時會有較大搖擺情況。
- 七、橡皮或塑膠止滑塊是屬於消耗品，可隨需要適時加以更換。
- 八、如果剛拖完地，此時的地板較為潮溼，其靜摩擦係數會變低，擋風能力也會降低。

柒、結論

門，看似平常的東西，卻是家中必備的建築設施，平常使用上只知道要開開關關，但卻可以給人們無限的需求與滿足，例如可保個人隱私，有通風與讓光線進入的效果，更有劃分個人領域界限之功用，但是只有全開或全關的選擇嗎?答案是:NO，我們應有主控權，可以決定將門打開的位置才是。

由於對門檔功用另有所求，已不是市面上產品所能滿足的，所以決定展開研究與製作，首先針對目的加以研究，先觀察現況，再作文獻的探討，經過設計、繪圖進而加工成形，組裝再作測試，中間雖歷經多次的討論與改進，但終於完成了可以固定於任意位置的門檔，心中滿是歡喜。

成功了，滿足了，但是又再次思考，當門板半開固定時，若不小心推拉門板，會造成什麼後果呢?不是地板的嚴重摩擦，就是門板受到不正常的負荷作用，所以決定再次的大改變，需有安全的防護措施，如此才是一個優良的產品，我們再重新設計與製作組裝，並以一些實驗當基礎，理論與實務交互驗證與運用，如此才完成了最後的成品-**安全型任意門檔**。

安全型任意門檔的設計可不用於牆壁上鑽孔，且使用上相當的方便，只要轉動偏心輪把手即可達到鎖住定位的效果，可同時達到隱密、遮陽與通風的功用，且又有防止誤推拉所造成的門板損壞或人員受傷的情形，希望此一研究能提供給居家生活更合適的選擇與安全上的貢獻。

捌、參考文獻

- 1、中央氣象局 <http://www.cwb.gov.tw/V7/knowledge/encyclopedia/me016.htm>
- 2、風速與風壓的關係
<http://tw.myblog.yahoo.com/jw!5MH49SqCFQNV9opyM8FM6d6vqveM/article?mid=9>
- 3、蒲福風級 <http://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%92%B2%E7%A6%8F%E9%A2%A8%E7%B4%9A>
- 4、油壓門弓器 <http://tw.myblog.yahoo.com/jinsoncloser/article?mid=14&sc=1>
- 5、門檔 <http://lechuang.twgreat.com/image/tid/54>
- 6、彈簧常數 <http://www.jcsp.idv.tw/next05.htm>
- 7、邱瑞敏 編著(2011年4月)機件原理，台北縣，台科大圖書股份有限公司。
- 8、李榮華 編著(2007年3月)機械力學，台北縣，龍騰文化事業股份有限公司。
- 9、摩擦力 <http://home.phy.ntnu.edu.tw/~eureka/contents/elementary/chap%202/2-4-1.htm>
- 10、中華民國專利資訊檢索系統，門檔裝置 <http://twpat-simple.tipo.gov.tw/tipotwoc/tipotwkm?>

【評語】 040817

1. 本作品採用機械原理以建構容易裝設及使用之安全型任意門。

創意不錯，值得鼓勵。

2. 安全型任意門，目前市面已有不少既有之成品，價廉物美，其

中尤以拉伸式可卡住之鋁門更是值得本作品多加參考。