

新竹市第四十四屆中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：生活與應用科學（一）

組 別：國中甲組

作品名稱：風雨無阻—探討雨傘抗風性能之優化設計

關 鍵 字：防風雨傘、能量守恆

編 號：

摘要

傳統雨傘在面對風勢稍強時仍可使用，但遇到強風暴雨時卻常出現外翻或毀損的情況。然而，防風雨傘的價格不斐，一般雨傘又難以在強風中穩定使用。為改善此問題，我們列舉出一系列影響雨傘抗風性能的變因，並設計一款可旋轉的握把，利用雨傘旋轉來抵銷風的衝擊力。實驗中，我們比較了導流板的長度與角度，期望測試出能讓雨傘轉得最順、最快的組合，接著測試不同雨傘曲度對防風效果的影響。針對雨傘開花問題，我們在傘面上開洞讓氣流通過，並加上防雨布，達到既能排風又可擋雨的效果。經過個別實驗與結果討論後，我們找出抗風、防雨性能最好，且成本最低的組合，最後將其運用在一支一般雨傘上，比較自製雨傘與一般雨傘的差異與優缺。

壹、前言

一、研究動機

夏秋兩季期間，電視中時常播放著颱風侵襲內陸後的災區報導，我們也常在街道上看見許多雨傘在強風吹襲下損壞的情況，平常遇到風勢強勁的天氣時，一般雨傘有時也會因承受不住瞬間的巨大風力，出現傘面受力不均而骨架外翻的問題，不僅會導致無法正常遮雨，還可能造成使用者受傷，損壞的零件落在馬路上也可能引發其他危險。新竹市因強風而有「風城」之稱，身為在地居民，我們也多次在下雨天遇到雨傘被瞬間強風吹壞的情況，深受其擾。這些經驗使我們開始思考：雨傘是否能被設計得更具抗風能力？不同的結構、形狀、材質，又或者傘面的曲度是否會影響雨傘在強風下的表現？另外，若為了抵禦強風而改變傘面結構與形狀，要如何在防風的同時維持一定的防雨效果？

基於此，我們決定進行一項「雨傘抗風性」的實驗研究，希望透過比較不同類型雨傘在風力測試中的表現，找出最能抵禦強風的傘型或設計，並研究出讓雨傘骨架不易被風吹彎的方法。同時，我們也希望能探索：是否能採用成本較低的材料，卻仍達到與防風雨傘相同的防風、防雨性能。

二、研究目的

- (一) 減緩雨傘所受到的風阻
- (二) 減緩風阻的同時不影響防雨效果
- (三) 找出不同雨傘曲度，成本最低，防風效果最佳之組合
- (四) 比較自製雨傘與一般雨傘的功效差異

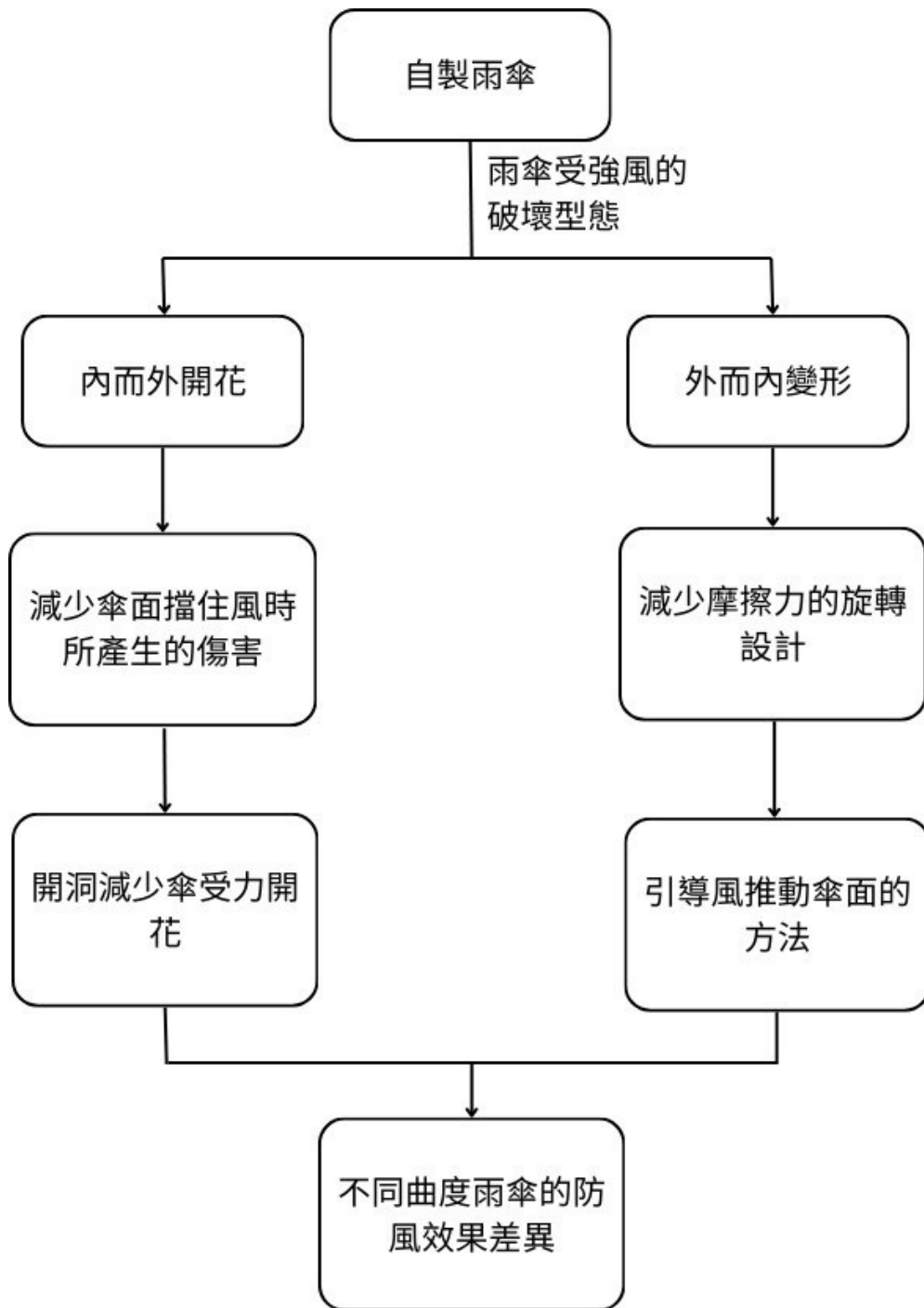
三、文獻回顧

本研究參考第 54 屆全國科展之相關實驗，該組別先採取建立縮小模型的實驗，進行流場模擬，再將最佳導流板組合應用於實體設計。考量到模型與實體雨傘在實際風場下的表現可能存在差異，為確保實驗數據的準確性與應用性，本研究採取直接於實體雨傘上安裝導流板的方式進行測試，以排除模型簡化所產生的誤差。在結構優化方面，我們根據力學分析調整了開洞位置，在力矩最大的地方開洞，同時在每個洞上蓋可開關防雨布。此設計能在強風襲來時有效引導氣流、降低阻力，並在雨天維持一定的防雨功效，達成「結構力學」與「生活應用」的平衡。

貳、研究設備與器材

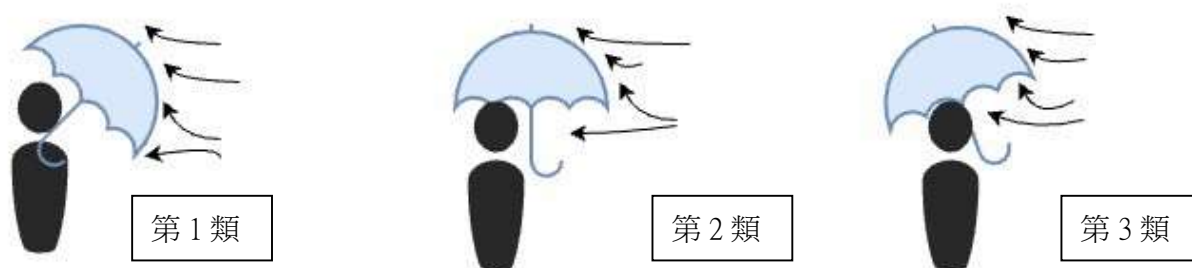
				
大型工業用冷風扇	風速計	培林	雨傘	水管
				
推夾器	黏貼用具	導流板	量角器	噴霧
				
IPAD (相機)	防雨布	紗網	墊片 (重物)	捲尺

參、研究過程與方法



一、探究強風對雨傘破壞的樣態

觀察日常生活中，一般雨傘受強風影響的破壞樣態大致可分為三種：



由上圖可知：

第 1 類：抗風力較佳，但若風過大則會凹陷，並且遮蔽視線。

第 2 類：下雨天時多數人的撐傘方式，但抗風力較差。

第 3 類：骨架容易外翻，也會被雨淋濕。

二、以大型工業用冷風扇模擬出不同強度的風（四級風，五級風，六級風）進行實驗。

蒲福風級	風之稱謂	一般敘述	公尺每秒 m/s	哩每時 kts	時速 km/hr
4	和風 Moderate breeze	塵土及碎紙 被風吹揚，樹 之分枝搖動	5.5-7.9	11-16	20-28
5	清風 Fresh breeze	有葉之小樹 開始搖擺	8.0-10.7	17-21	29-38
6	強風 Strong breeze	樹之木枝搖 動，電線杆發 出呼嘯聲， 張傘困難	10.8-13.8	22-27	39-49

三、針對傘面破壞的相關防治設計

(一) 防治變形的設計：將傘面所受的風阻（能量）轉化為轉動的動能，以降低傘面承受的能量。

1.讓傘面在摩擦力小的狀態下旋轉。

(1) 將培林內圈黏於傘柄與傘骨連接處，外圈與水管纏一起（握把）。（如下圖）



(2) 培林抹油，使其轉動更順暢。

2.以導流板引導風讓傘面旋轉

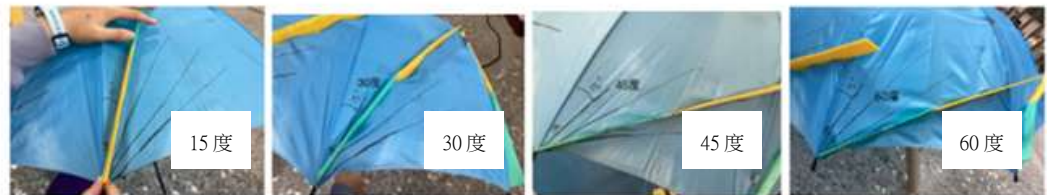
(1) 導流板的角度（15°,30°,45°,60°）（如下圖）

(2) 導流板的長度（20cm, 40cm）（如下圖）

導流板長度 20cm：

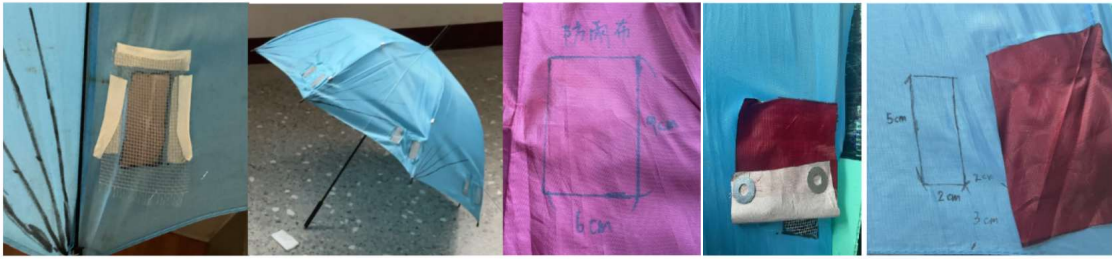


導流板長度 40cm：



(二) 防止雨傘開花的設計

1.開洞及防雨布：在每面傘面上開通風口（一個，兩個）



2.將自製雨傘設計（導流板和洞）運用於不同曲度的雨傘，觀察這些雨傘是否都能適用我們防風設計。

(1) 取不同曲度的雨傘分別安裝設計並進行測試。

※曲度計算：傘面弧度長（cm）／遮蔽直徑（cm）



★長度計算皆以傘珠到傘珠

3.比較自製雨傘與防風雨傘的優劣與差異。

四、實驗順序與操縱變因：

(一) 實驗一：改變導流板的角度 (15°, 30°, 45°, 60°)

(二) 實驗二：改變導流板長度 (20cm, 40cm) (綠色導流板第一層長 20cm, 寬 3cm)
(黃色導流板第二層長 20cm, 寬 3cm)

(三) 實驗三：改變風速大小 (四級風, 五級風, 六級風)

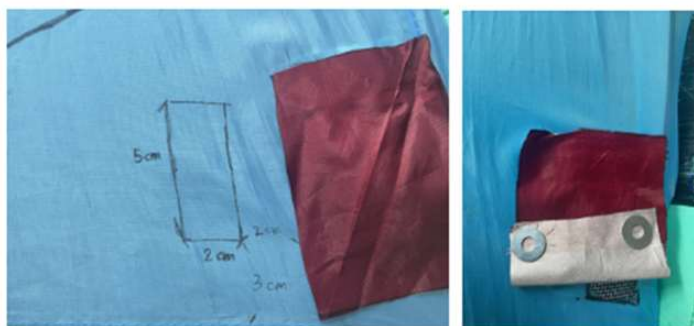
—— ※得到導流板角度、長度在不同級風下的最佳組合後，對各組合進行以下實驗。——

(四) 實驗四：1. 在每面傘面上開通風口 (打洞) (一個, 兩個)

2. 開洞方向：洞位於傘骨左側，距離傘骨 2cm，左右並排，兩洞中間間隔 2cm，且洞距離傘面邊緣 3cm。

(五) 實驗五：1. 測試開洞後是否會漏水，若會漏水則加裝防雨布並重新測量。

2. 為防止防雨布被強風掀起而導致無法遮雨，我們在布下方黏上重物，使其能在被風吹起後依靠重力掉回原樣，從而達到防雨的目的。(如下圖)



3. 測量是否漏水的方式：(1) 以噴霧瓶垂直洞口噴水。

(2) 由傘頂以花灑灑水，流過洞口。

※在洞口正下方擺放衛生紙，以紙是否變濕判斷是否漏水。



(六) 實驗六：取曲度不同的雨傘重複實驗一～五，並進行比較

肆、研究結果

一、轉速差異

※標註黃色螢光部分為各級風之最快轉速組合

—— 以下為雨傘曲度 1.14 的實驗結果

(一) 不同導流板（長度及角度）對轉速的影響

1. 40cm 導流板

風速／導流板角度	15 度	30 度	45 度	60 度
四級風	44 圈／分鐘	41 圈／分鐘	37 圈／分鐘	31 圈／分鐘
五級風	70 圈／分鐘	62 圈／分鐘	51 圈／分鐘	37 圈／分鐘
六級風	86 圈／分鐘	72 圈／分鐘	59 圈／分鐘	45 圈／分鐘

2. 20cm 導流板

風速／導流板角度	15 度	30 度	45 度	60 度
四級風	40 圈／分鐘	37 圈／分鐘	34 圈／分鐘	37 圈／分鐘
五級風	60 圈／分鐘	50 圈／分鐘	45 圈／分鐘	47 圈／分鐘
六級風	71 圈／分鐘	65 圈／分鐘	53 圈／分鐘	65 圈／分鐘

研究結果發現： 曲度 1.14 之雨傘較適合在使用導流板 15 度及 30 度時，搭配 40cm 的導流板，而在使用 20cm 導流板時則會變慢，推測可能是因其曲度較小的緣故，使用短導流板時增加的轉速沒有長的導流板明顯，反而只會增加重量，導致轉速較慢。

(二) 是否有通風口 (開洞) (洞尺寸: 2cm*5cm)

1. 開洞一層 (加紗網, 未加防雨布) --- 有漏水情況

風速/導流板角度	15 度 (20cm)	30 度 (20cm)	15 度 (40cm)	30 度 (40cm)
四級風	47 圈/分鐘	45 圈/分鐘	/	/
五級風	75 圈/分鐘	/	/	61 圈/分鐘
六級風	/	/	91 圈/分鐘	75 圈/分鐘

2. 開洞一層 (加紗網, 加防雨布) --- 無漏水情況

風速/導流板角度	15 度 (20cm)	30 度 (20cm)	15 度 (40cm)	30 度 (40cm)
四級風	44 圈/分鐘	40 圈/分鐘	/	/
五級風	57 圈/分鐘	/	/	55 圈/分鐘
六級風	/	/	91 圈/分鐘	49 圈/分鐘

3. 開洞兩層 (加紗網, 未加防雨布) --- 有漏水情況

風速/導流板角度	15 度 (20cm)	30 度 (20cm)	15 度 (40cm)	30 度 (40cm)
四級風	46 圈/分鐘	44 圈/分鐘	/	/
五級風	71 圈/分鐘	/	/	67 圈/分鐘
六級風	/	/	89 圈/分鐘	81 圈/分鐘

4. 開洞兩層 (加紗網, 加防雨布) --- 無漏水情況

風速/導流板角度	15 度 (20cm)	30 度 (20cm)	15 度 (40cm)	30 度 (40cm)
四級風	46 圈/分鐘	41 圈/分鐘	/	/
五級風	71 圈/分鐘	/	/	59 圈/分鐘
六級風	/	/	89 圈/分鐘	69 圈/分鐘

研究結果發現: 曲度 1.14 之雨傘開洞一層的效果比開洞兩層好。

—— 以下為雨傘曲度 1.16 的實驗結果

(一) 不同導流板（長度及角度）對轉速的影響

1.40cm 導流板

風速／導流板角度	15 度	30 度	45 度	60 度
四級風	38 圈／分鐘	38 圈／分鐘	32 圈／分鐘	32 圈／分鐘
五級風	59 圈／分鐘	61 圈／分鐘	47 圈／分鐘	49 圈／分鐘
六級風	81 圈／分鐘	74 圈／分鐘	65 圈／分鐘	48 圈／分鐘

2.20cm 導流板

風速／導流板角度	15 度	30 度	45 度	60 度
四級風	39 圈／分鐘	44 圈／分鐘	38 圈／分鐘	34 圈／分鐘
五級風	51 圈／分鐘	50 圈／分鐘	42 圈／分鐘	44 圈／分鐘
六級風	69 圈／分鐘	66 圈／分鐘	66 圈／分鐘	52 圈／分鐘

研究結果發現：曲度 1.16 之雨傘較適合 15 度及 30 度搭配 40cm 導流板，而在級風較小時適用 20cm 導流板，推測可能因為在級風小時導流板的作用沒有那麼明顯，加長反而會增加重量。

(二) 是否有通風口 (開洞) (洞尺寸: 2cm*5cm)

1. 開洞一層 (加紗網, 未加防雨布) --- 有漏水情況

風速/導流板角度	15 度 (20cm)	30 度 (20cm)	15 度 (40cm)	30 度 (40cm)
四級風	42 圈/分鐘	45 圈/分鐘	/	/
五級風	68 圈/分鐘	/	/	63 圈/分鐘
六級風	/	/	102 圈/分鐘	80 圈/分鐘

2. 開洞一層 (加紗網, 加防雨布) --- 無漏水情況

風速/導流板角度	15 度 (20cm)	30 度 (20cm)	15 度 (40cm)	30 度 (40cm)
四級風	43 圈/分鐘	48 圈/分鐘	/	/
五級風	65 圈/分鐘	/	/	55 圈/分鐘
六級風	/	/	92 圈/分鐘	75 圈/分鐘

3. 開洞兩層 (加紗網, 未加防雨布) --- 有漏水情況

風速/導流板角度	15 度 (20cm)	30 度 (20cm)	15 度 (40cm)	30 度 (40cm)
四級風	43 圈/分鐘	45 圈/分鐘	/	/
五級風	50 圈/分鐘	/	/	55 圈/分鐘
六級風	/	/	96 圈/分鐘	60 圈/分鐘

4. 開洞兩層 (加紗網, 加防雨布) --- 無漏水情況

風速/導流板角度	15 度 (20cm)	30 度 (20cm)	15 度 (40cm)	30 度 (40cm)
四級風	49 圈/分鐘	46 圈/分鐘	/	/
五級風	65 圈/分鐘	/	/	68 圈/分鐘
六級風	/	/	82 圈/分鐘	83 圈/分鐘

研究結果發現: 曲度 1.16 之雨傘在級風強時較適合開洞一層; 級風弱時較適合開洞兩層。

—— 以下為雨傘曲度 1.27 的實驗結果

(一) 不同導流板（長度及角度）對轉速的影響

1.40cm 導流板

風速／導流板角度	15 度	30 度	45 度	60 度
四級風	30 圈／分鐘	32 圈／分鐘	23 圈／分鐘	16 圈／分鐘
五級風	45 圈／分鐘	65 圈／分鐘	36 圈／分鐘	41 圈／分鐘
六級風	77 圈／分鐘	78 圈／分鐘	51 圈／分鐘	50 圈／分鐘

2.20cm 導流板

風速／導流板角度	15 度	30 度	45 度	60 度
四級風	32 圈／分鐘	37 圈／分鐘	30 圈／分鐘	30 圈／分鐘
五級風	48 圈／分鐘	56 圈／分鐘	40 圈／分鐘	49 圈／分鐘
六級風	56 圈／分鐘	62 圈／分鐘	48 圈／分鐘	39 圈／分鐘

研究結果發現：曲度 1.27 之雨傘，導流板在 **15 度**時較適合搭配 **40cm**；而在 **30 度**時較適合搭配 **20cm**，由於曲度較大，在四級風時使用短導流板即可快速旋轉，六級風時則適用長導流板，在強風與長導流板的導引下可以將速度提高很多。

(二) 是否有通風口 (開洞) (洞尺寸: 2cm*5cm)

1. 開洞一層 (加紗網, 未加防雨布) --- 有漏水情況

風速/導流板角度	15 度 (20cm)	30 度 (20cm)	15 度 (40cm)	30 度 (40cm)
四級風	41 圈/分鐘	40 圈/分鐘	/	/
五級風	57 圈/分鐘	/	/	67 圈/分鐘
六級風	/	/	91 圈/分鐘	82 圈/分鐘

2. 開洞一層 (加紗網, 加防雨布) --- 無漏水情況

風速/導流板角度	15 度 (20cm)	30 度 (20cm)	15 度 (40cm)	30 度 (40cm)
四級風	44 圈/分鐘	43 圈/分鐘	/	/
五級風	61 圈/分鐘	/	/	63 圈/分鐘
六級風	/	/	80 圈/分鐘	80 圈/分鐘

3. 開洞兩層 (加紗網, 未加防雨布) --- 有漏水情況

風速/導流板角度	15 度 (20cm)	30 度 (20cm)	15 度 (40cm)	30 度 (40cm)
四級風	45 圈/分鐘	45 圈/分鐘	/	/
五級風	66 圈/分鐘	/	/	67 圈/分鐘
六級風	/	/	83 圈/分鐘	81 圈/分鐘

4. 開洞兩層 (加紗網, 加防雨布) --- 無漏水情況

風速/導流板角度	15 度 (20cm)	30 度 (20cm)	15 度 (40cm)	30 度 (40cm)
四級風	43 圈/分鐘	42 圈/分鐘	/	/
五級風	64 圈/分鐘	/	/	64 圈/分鐘
六級風	/	/	77 圈/分鐘	77 圈/分鐘

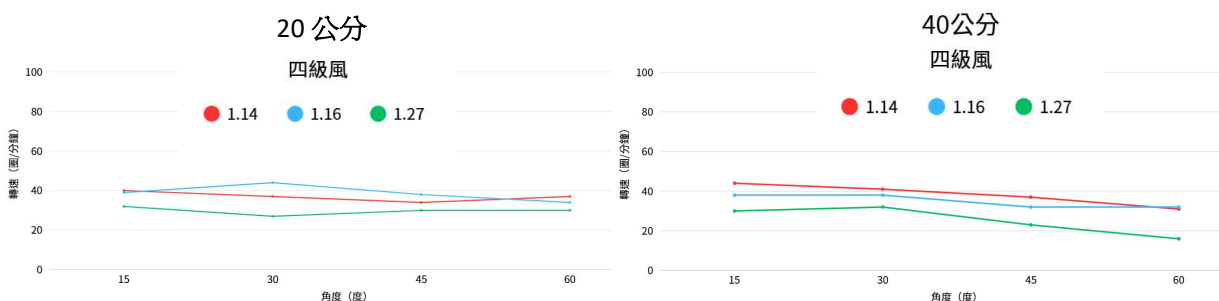
研究結果發現: 曲度 1.27 之雨傘在級風強時較適合開洞一層; 級風弱時較適合開洞兩層。

二、我們從研究結果發現，不論曲度 1.16 或 1.27，**級風強**時皆適合搭配**一層洞**，**級風弱**時皆適合搭配**兩層洞**。

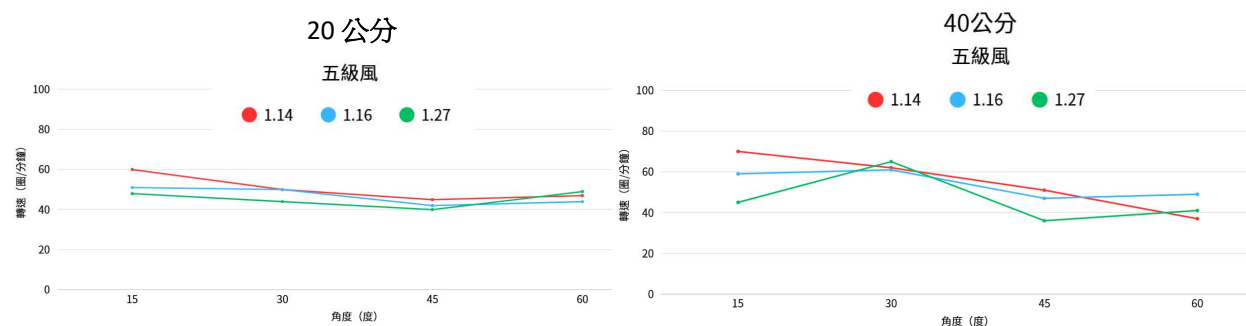
三、不同傘面曲度的影響與差異（詳細數據檢附於附件）

本實驗所取之三種曲度：曲度約 1.14，骨架數 6 支；曲度約 1.16，骨架數 8 支；曲度約 1.27，骨架數 8 支。

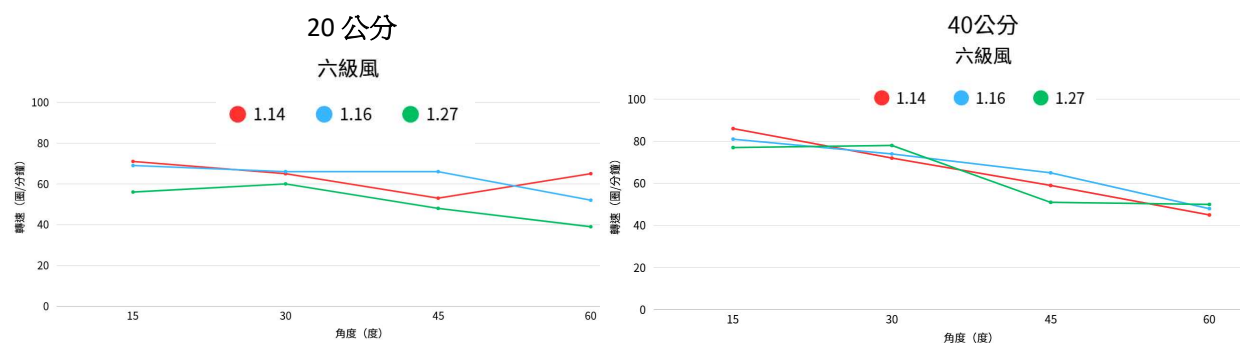
1. 四級風：



2. 五級風：



3. 六級風：



研究結果發現：1.曲度 1.14 之雨傘以 15 度安裝 40cm 的導流板轉速最快。

2.曲度 1.16 與 1.27 之雨傘皆以 30 度安裝 40cm 的導流板轉速最快。

四、開洞得到的最快轉速組合結果：（詳細數據檢附於附件）

曲度 1.14 之雨傘

	導流板角度	導流板長度	洞數	紗網有無	防雨布有無
四級風	15 度	20cm	1	有	無
五級風	15 度	20cm	1	有	無
六級風	15 度	40cm	1	有	有或無

曲度 1.16 之雨傘

	導流板角度	導流板長度	洞數	紗網有無	防雨布有無
四級風	15 度	20cm	2	有	有
五級風	30 度	40cm	2	有	有
	15 度	20cm	1		無
六級風	15 度	40cm	1	有	無

曲度 1.27 之雨傘

	導流板角度	導流板長度	洞數	紗網有無	防雨布有無
四級風	15 和 30 度	20cm	2	有	無
五級風	30 度	40cm	1 和 2	有	無
六級風	15 度	40cm	1	有	無

研究結果發現：各組在加上防雨布後轉速會稍微變慢，但影響不大，考慮到防雨效果也是自製雨傘須顧及的要素，因此我們決定裝上防雨布，雖然轉速稍微變慢但可以顧及防雨的效果。

五、曲度實驗結果：

(一) 不同曲度雨傘的共通點：皆適合加紗網並加防雨布的組合。

- (二) 不同曲度雨傘的相異點：
1. 導流板角度：
 - (1) 曲度越小的雨傘越適合 15 度；
 - (2) 曲度越大的雨傘則越適合 30 度。
 2. 導流板長度：曲度越小的雨傘越適合 20cm；曲度越大的雨傘則越適合 40cm。
 3. 洞數：開洞數目對於不同曲度雨傘較無影響。

- (三) 防雨布對於曲度之影響：
1. 62.5%的數據在有防雨布時的轉速差異比無防雨布時小。
 2. 75%的數據在使用 40cm 導流板時，有防雨布的轉速較無防雨時慢。

- (四) 不同曲度之結果的比較：
1. 曲度 1.14 之雨傘在級風漸大時，轉速會因曲度小的關係，使增加的幅度越來越小。
 2. 曲度 1.16 之雨傘在級風漸大時，轉速可以穩定成長。
 3. 曲度 1.27 之雨傘在級風漸大時，轉速最初的增加不明顯，到了六級風時增加的幅度才越來越大。
 4. 總結：曲度 1.16 之雨傘轉速成長的幅度最穩定。

六、一般雨傘與自製雨傘之比較：

測試地點之最大風速	照片（左：一般，右：自製）	說明
 <p>小於四級風</p>		<p>一般雨傘的開花次數大於自製雨傘，而自製雨傘在風中也比一般雨傘穩定，並能透過旋轉化解風阻。</p>
 <p>四級風</p>		<p>一般雨傘的開花次數遠大於自製雨傘，只是自製雨傘在旋轉時偶爾會卡住。</p>

研究結果發現：自製雨傘確實能有效地解決雨傘骨架外翻的情況，但遇到強風時會稍微卡住，推測可能是導流板不夠堅固的原因，被風吹至變形，所以影響了氣流流動的方向。

伍、討論

- 一、**防風雨傘與自製雨傘之理念比較**：防風雨傘的設計理念是順勢彎曲變形，即使開花也不易損壞且能恢復正常形狀，不造成傘骨永久性變形，也減少骨架直接折斷的機率；自製雨傘的設計理念則是依靠旋轉將風阻化為動力，以避免雨傘開花，同時也能減少開花時被雨淋濕的情況發生。
- 二、**自製雨傘與一般雨傘之功能比較**：為驗證自製雨傘在自然風環境下的結構強度，本研究分別於「空曠建築平台」與「學校操場」進行實地測試。測試結果顯示：建築平台（風速 <4 級）：市售摺疊傘出現翻傘（開花）現象；自製雨傘結構穩定，未受影響。學校操場（風速達4級）：一般雨傘嚴重翻傘；自製雨傘仍能維持原狀，具備優異的抗風能力。
- 三、**關於雨傘旋轉**：選擇讓雨傘轉動來提升防風效果，主要是要將雨傘所承受的能量轉換成轉動動能，這樣一來雨傘的結構就不容易形變而受到破壞。
- 四、**導流板的固定**：初期我們曾經用過釘書機、熱熔膠等方法來固定導流板，但導流板在強風下很容易被吹飛，並且造成傘面受損，最後使用了推定夾固定，發現安裝及拆卸都非常方便，也不會破壞傘面，同時非常牢固。
- 五、**轉速越快代表防風效果越佳之說明**：隨著雨傘轉速的提升，風壓也不再長時間聚集於特定傘骨或單一受力點，透過旋轉雨傘使能量得以均勻分散至整個傘面，避免雨傘形變的同時還可以使強風成為幫助雨傘旋轉的助力，以此達到防風的效果。

六、**開洞位置**：將雨傘開洞主要是因為雨傘在強風下很容易「開花」，而力臂越長所造成的力矩就越大，因此我們選擇在傘面的末端開洞，既不會影響雨傘本身的防雨效果，還可以減少在強風下所受到的力矩，降低雨傘「開花」的機率。

七、**加裝防雨布的原因**：因為將雨傘開了許多孔洞，而這孔洞勢必會影響到雨傘的防水效果，因此我們利用家裡剩餘的紗網貼在開洞處，由於紗網的縫隙並不大，水會因其表面張力流過紗網，而不會直接流入傘內，既不影響防雨，還可以提升防風效果。

八、**曲度不同之雨傘為何都取 1.27 之最快組合進行孔洞&防雨布實驗**：當初做完各曲度雨傘之導流板實驗後，我們發現每支雨傘在不同級風下，旋轉速率最快的組合皆不同。為比較曲度差異對相同組合的影響，因此我們對比各曲度雨傘之實驗結果，選擇了這些實驗組合，而非取各曲度之最快組合，如此能更好地進行之後的實驗比較。

九、**骨架數與曲度的比較**：骨架數較少（曲度 1.14）的雨傘雖然在低風速時轉速較快，但在高風速時穩定性較差，因此將來要避免使用骨架數較少的雨傘來改裝；而在骨架數相同的情況時，曲度越大（曲度 1.27）的雨傘則越適合搭配 40cm 導流板，只是在低風速時較看不出優勢，所以若所在地區的平均風速較強，則適合選用曲度較大的雨傘來改裝，平均而言，曲度 1.16 的轉速是最穩定成長的。

陸、結論

- 一、當風吹入導流板，雨傘會像風車般順勢轉動，原本足以摧毀傘骨的衝擊力，被轉換成了幫助傘面旋轉的動能。這不僅讓雨傘在風雨中更加穩固、不易損壞，更從根本上解決了受力不均導致的形變問題。
- 二、透過在傘面設計一層或兩層的洞，能有效引導氣流穿透，減少了強風對傘骨所產生的力矩，不僅讓握持時更加省力，更能大幅降低雨傘因受風過大而翻轉開花的機率，提升整體的耐用度。
- 三、相較於防風雨傘開花後可復原的設計理念，本研究之自製雨傘透過傘面開洞設計有效洩壓，從源頭降低風對雨傘的衝擊並抑制形變。實驗證實，此設計能克服防風雨傘因開花而防雨失效的缺點，在強風下仍然能維持結構穩固與防雨的功能。
- 四、相較於市面上單價約 500 元的防風雨傘，透過改造家中舊傘，能將成本壓低至 200 元以下，不僅有效活用閒置資源，也大大降低了支出。
- 五、建議購買骨架數多的雨傘加以改造，於傘面末端開設約 2* 5 cm 的洞（一層即可達成顯著效果），並加上紗網與防雨布。最後，搭配 40 cm 之導流板，而曲度小於 1.15 者以 15° 安裝，大於 1.15 者則以 30° 安裝，以達到最佳防風防雨效果。

柒、參考文獻資料

1. 中華民國第 54 屆中小學科學展覽會 作品說明書：

<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/54/pdf/030817.pdf>

2. 雨傘曲度測量 各長度之定義（圖片來源）：

<https://www.hoswa.com.tw/pages/%E5%A6%82%E4%BD%95%E6%8C%91%E9%81%B8%E5%82%98%E9%9D%A2%E5%A4%A7%E5%B0%8F>

3. 風速大小之對應級風 數據來源：交通部中央氣象署 網站連結如下：

https://www.cwa.gov.tw/V8/C/K/Encyclopedia/nous/overview_list.html#overview-09

4. 傘柄與傘面連接處之圖示（圖片來源）：

https://tw.images.search.yahoo.com/search/images; ylt=AwrKFX1tV6JpIwIA6NZr1gt.; ylu=Y29sbwNzZzMEcG9zAzEEdnRpZAMEc2VjA3BpdnM-?p=%E5%82%98%E6%9F%84%E8%88%87%E5%82%98%E9%9D%A2%E9%80%A3%E6%8E%A5%E8%99%95&fr2=piv-web&type=E210TW885G0&fr=mcafee&imgurl=https%3A%2F%2Fcdn.shopify.com%2Fs%2Ffiles%2F1%2F0272%2F6831%2F7257%2Ffiles%2Ffef5766421ebe7f0f4d0943ae45c5712_e9513f62-b97b-4bbd-a948-6eacc9f04476_600x600.jpg%3Fv%3D1712033618

附件

一、導流板角度與長度改變

1.導流板 15 度，40cm，無洞，無紗網，無防雨布

風速／傘面曲度	1.14 度	1.16 度	1.27 度
四級風	44 圈／分鐘	38 圈／分鐘	30 圈／分鐘
五級風	70 圈／分鐘	59 圈／分鐘	45 圈／分鐘
六級風	86 圈／分鐘	81 圈／分鐘	77 圈／分鐘

2.導流板 15 度，20cm，無洞，無紗網，無防雨布

風速／傘面曲度	1.14 度	1.16 度	1.27 度
四級風	40 圈／分鐘	39 圈／分鐘	32 圈／分鐘
五級風	60 圈／分鐘	51 圈／分鐘	48 圈／分鐘
六級風	71 圈／分鐘	69 圈／分鐘	56 圈／分鐘

3.導流板 30 度，40cm，無洞，無紗網，無防雨布

風速／傘面曲度	1.14 度	1.16 度	1.27 度
四級風	41 圈／分鐘	38 圈／分鐘	32 圈／分鐘
五級風	62 圈／分鐘	61 圈／分鐘	65 圈／分鐘
六級風	72 圈／分鐘	74 圈／分鐘	78 圈／分鐘

4.導流板 30 度，20cm，無洞，無紗網，無防雨布

風速／傘面曲度	1.14 度	1.16 度	1.27 度
四級風	37 圈／分鐘	44 圈／分鐘	37 圈／分鐘
五級風	50 圈／分鐘	50 圈／分鐘	56 圈／分鐘
六級風	65 圈／分鐘	66 圈／分鐘	62 圈／分鐘

5.導流板 45 度，40cm，無洞，無紗網，無防雨布

風速／傘面曲度	1.14 度	1.16 度	1.27 度
四級風	37 圈／分鐘	32 圈／分鐘	23 圈／分鐘
五級風	51 圈／分鐘	47 圈／分鐘	36 圈／分鐘
六級風	59 圈／分鐘	65 圈／分鐘	51 圈／分鐘

6.導流板 45 度，20cm，無洞，無紗網，無防雨布

風速／傘面曲度	1.14 度	1.16 度	1.27 度
四級風	34 圈／分鐘	38 圈／分鐘	30 圈／分鐘
五級風	45 圈／分鐘	42 圈／分鐘	40 圈／分鐘
六級風	53 圈／分鐘	66 圈／分鐘	48 圈／分鐘

7.導流板 60 度，40cm，無洞，無紗網，無防雨布

風速／傘面曲度	1.14 度	1.16 度	1.27 度
四級風	31 圈／分鐘	32 圈／分鐘	16 圈／分鐘
五級風	37 圈／分鐘	49 圈／分鐘	41 圈／分鐘
六級風	45 圈／分鐘	48 圈／分鐘	50 圈／分鐘

8.導流板 60 度，20cm，無洞，無紗網，無防雨布

風速／傘面曲度	1.14 度	1.16 度	1.27 度
四級風	37 圈／分鐘	34 圈／分鐘	30 圈／分鐘
五級風	47 圈／分鐘	44 圈／分鐘	49 圈／分鐘
六級風	65 圈／分鐘	52 圈／分鐘	39 圈／分鐘

二、孔洞數量改變

1. 導流板 15 度，40cm，一層洞，有紗網，無防雨布

風速／傘面曲度	1.14 度	1.16 度	1.27 度
六級風	91 圈／分鐘	102 圈／分鐘	91 圈／分鐘

2. 導流板 15 度，20cm，一層洞，有紗網，無防雨布

風速／傘面曲度	1.14 度	1.16 度	1.27 度
四級風	47 圈／分鐘	42 圈／分鐘	41 圈／分鐘
五級風	75 圈／分鐘	68 圈／分鐘	57 圈／分鐘

3. 導流板 30 度，40cm，一層洞，有紗網，無防雨布

風速／傘面曲度	1.14 度	1.16 度	1.27 度
五級風	61 圈／分鐘	63 圈／分鐘	67 圈／分鐘
六級風	75 圈／分鐘	80 圈／分鐘	82 圈／分鐘

4. 導流板 30 度，20cm，一層洞，有紗網，無防雨布

風速／傘面曲度	1.14 度	1.16 度	1.27 度
四級風	45 圈／分鐘	45 圈／分鐘	40 圈／分鐘

5. 導流板 15 度，40cm，兩層洞，有紗網，無防雨布

風速／傘面曲度	1.14 度	1.16 度	1.27 度
六級風	89 圈／分鐘	96 圈／分鐘	83 圈／分鐘

6. 導流板 15 度，20cm，兩層洞，有紗網，無防雨布

風速／傘面曲度	1.14 度	1.16 度	1.27 度
四級風	46 圈／分鐘	43 圈／分鐘	45 圈／分鐘
五級風	71 圈／分鐘	50 圈／分鐘	66 圈／分鐘

7.導流板 30 度，40cm，兩層洞，有紗網，無防雨布

風速／傘面曲度	1.14 度	1.16 度	1.27 度
五級風	67 圈／分鐘	55 圈／分鐘	67 圈／分鐘
六級風	81 圈／分鐘	60 圈／分鐘	81 圈／分鐘

8.導流板 30 度，20cm，兩層洞，有紗網，無防雨布

風速／傘面曲度	1.14 度	1.16 度	1.27 度
四級風	44 圈／分鐘	45 圈／分鐘	45 圈／分鐘

三、防雨布的有無

1-1.導流板 15 度，40cm，一層洞，有紗網，無防雨布

風速／傘面曲度	1.14 度	1.16 度	1.27 度
六級風	91 圈／分鐘	102 圈／分鐘	91 圈／分鐘

1-2.導流板 15 度，40cm，一層洞，有紗網，有防雨布

風速／傘面曲度	1.14 度	1.16 度	1.27 度
六級風	91 圈／分鐘	92 圈／分鐘	80 圈／分鐘

2-1.導流板 15 度，20cm，一層洞，有紗網，無防雨布

風速／傘面曲度	1.14 度	1.16 度	1.27 度
四級風	47 圈／分鐘	42 圈／分鐘	41 圈／分鐘
五級風	75 圈／分鐘	68 圈／分鐘	57 圈／分鐘

2-2.導流板 15 度，20cm，一層洞，有紗網，有防雨布

風速／傘面曲度	1.14 度	1.16 度	1.27 度
四級風	44 圈／分鐘	43 圈／分鐘	44 圈／分鐘
五級風	57 圈／分鐘	65 圈／分鐘	61 圈／分鐘

3-1.導流板 30 度，40cm，一層洞，有紗網，無防雨布

風速／傘面曲度	1.14 度	1.16 度	1.27 度
五級風	61 圈／分鐘	63 圈／分鐘	67 圈／分鐘
六級風	75 圈／分鐘	80 圈／分鐘	82 圈／分鐘

3-2.導流板 30 度，40cm，一層洞，有紗網，有防雨布

風速／傘面曲度	1.14 度	1.16 度	1.27 度
五級風	54，55 圈／分鐘	55 圈／分鐘	63 圈／分鐘
六級風	49 圈／分鐘（卡住）	75 圈／分鐘	80 圈／分鐘

4-1.導流板 30 度，20cm，一層洞，有紗網，無防雨布

風速／傘面曲度	1.14 度	1.16 度	1.27 度
四級風	45 圈／分鐘	45 圈／分鐘	40 圈／分鐘

4-2.導流板 30 度，20cm，一層洞，有紗網，有防雨布

風速／傘面曲度	1.14 度	1.16 度	1.27 度
四級風	40 圈／分鐘	47，48 圈／分鐘	43 圈／分鐘

5-1.導流板 15 度，40cm，兩層洞，有紗網，無防雨布

風速／傘面曲度	1.14 度	1.16 度	1.27 度
六級風	89 圈／分鐘	96 圈／分鐘	83 圈／分鐘

5-2.導流板 15 度，40cm，兩層洞，有紗網，有防雨布

風速／傘面曲度	1.14 度	1.16 度	1.27 度
六級風	81 圈／分鐘	82 圈／分鐘	77 圈／分鐘

6-1.導流板 15 度，20cm，兩層洞，有紗網，無防雨布

風速／傘面曲度	1.14 度	1.16 度	1.27 度
四級風	46 圈／分鐘	43 圈／分鐘	45 圈／分鐘
五級風	71 圈／分鐘	50 圈／分鐘	66 圈／分鐘

6-2.導流板 15 度，20cm，兩層洞，有紗網，有防雨布

風速／傘面曲度	1.14 度	1.16 度	1.27 度
四級風	39 圈／分鐘	49 圈／分鐘	43 圈／分鐘
五級風	62 圈／分鐘	65 圈／分鐘	64 圈／分鐘

7-1.導流板 30 度，40cm，兩層洞，有紗網，無防雨布

風速／傘面曲度	1.14 度	1.16 度	1.27 度
五級風	67 圈／分鐘	55 圈／分鐘	67 圈／分鐘
六級風	81 圈／分鐘	60 圈／分鐘	81 圈／分鐘

7-2.導流板 30 度，40cm，兩層洞，有紗網，有防雨布

風速／傘面曲度	1.14 度	1.16 度	1.27 度
五級風	59 圈／分鐘	68 圈／分鐘	64 圈／分鐘
六級風	69 圈／分鐘	83 圈／分鐘	77 圈／分鐘

8-1.導流板 30 度，20cm，兩層洞，有紗網，無防雨布

風速／傘面曲度	1.14 度	1.16 度	1.27 度
四級風	44 圈／分鐘	45 圈／分鐘	45 圈／分鐘

8-2.導流板 30 度，20cm，兩層洞，有紗網，有防雨布

風速／傘面曲度	1.14 度	1.16 度	1.27 度
四級風	41 圈／分鐘	46 圈／分鐘	42 圈／分鐘