

中華民國第四十七屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 生活與應用科學科

第三名

最佳團隊合作獎

080801

洞悉真相～探討各種不同因素對大型看板穩定性的影響

學校名稱：高雄市三民區愛國國民小學

作者： 小四 陳姿仰 小四 蔡予安 小四 謝忠成 小四 陳巧芬 小四 詹宗穎 小四 高婕婷	指導老師： 陳建良 王雅芬
---	---------------------

關鍵詞：打洞看板 風阻

洞悉真相～探討各種不同因素對大型看板穩定性的影響

摘 要

路上看到挖了許多小洞的廣告看板，激起了我們的好奇心，著手探討各種不同因素對大型看板穩定性的影響，希望找到一種可以增加看板穩定性的方法或建議。進行實驗探討獲得重要結論如下：

- 一、看板上挖洞的總面積越大(包括挖洞數量增多或挖洞直徑變大)，風對看板的阻力就越小。
- 二、看板如果只是挖洞在某一角落，會使看板的單邊受到較大的風阻，容易發生倒塌或破損，因此，建議挖洞最好挖在中央位置或平均分布在整個看板上，不要因為避開圖文而挖洞在某一角落。
- 三、在有限的看板面積下，可以設計『挖洞小而數量多一點、採全挖方式分布於看板周圍』的挖洞方式，將可以使看板所受風阻較小，增加看板的穩定性，又可以避開看板中央的圖文區域，達到最有效的設計與利用。

壹、研究動機

有一次，我在教室外的走廊上，看見學校外面有一個廣告看板，那塑膠帆布上有許多小洞。這讓我想起我也曾經看過沒打洞的看板，遇到風大的時候，整片塑膠帆布被風吹得鼓鼓的，好像快倒下來的樣子。為什麼看板要打洞呢？看板受到大風的吹襲，有無挖洞對看板有何影響呢？還記得在三年級老師曾與我們討論過風與我們生活的關係(康軒版自然與生活科技第一冊第三單元空氣和風)，使我覺得風與打洞的看板有密切的關係，也讓我對風與看板產生更大的好奇心，於是就與幾位同學一起來進行研究。

貳、研究目的

- 一、觀察市面上各種有打洞的看板。
- 二、探討各種不同因素對大型看板穩定性的影響。
- 三、找到一種可以增加看板穩定性的方法。
- 四、培養科學研究的精神與態度。

參、研究設備與器材

自製風洞箱、自製風扇、釣魚線、打洞器、銅圈、厚紙板、塑膠布、圓規、計時器。

肆、研究過程或方式

研究一、觀察市面上各種不同有打洞的看板。

我們常常在路上看到許多種看板，為什麼有一些看板上會有一個洞一個洞呢？是為了不被風吹倒嗎？我們為了要先了解『有打洞的看板』一般的設置情形，因此，就到住家附近觀察各種有打洞的看板，記錄結果如下表。

※表一：市面上各種有打洞的看板調查記錄表

地點	十全二路及自立路口	孝順街	十全一路	民族路與熱河街口	博愛路的9x9前面	建工路和民族路口	天祥路與民族路口	至誠路及博愛路口	南州國小大門口	南投集集
位置	樓房屋頂	樓房屋頂	家樂福屋頂	樓房屋頂	樓房屋頂	樓房屋頂	樓房屋頂	樓房屋頂	大樓屋頂	路旁空地
支架材質	竹子	竹子	竹子	鐵製	鐵製	竹子	鐵製	鐵製	竹子	竹子
看板材質	帆布	塑膠布	帆布	帆布	帆布	帆布	塑膠布	帆布	帆布	塑膠布
作用	廣告	廣告	廣告	廣告	廣告	廣告	廣告	廣告	廣告	廣告

洞的形狀	圓形半挖	圓形半挖	圓形半挖	圓形半挖	圓形全挖	圓形半挖	圓形全挖	圓形半挖	圓形半挖	圓形半挖
有無規律	有規律	有規律	有規律	有規律	有規律	有規律	有規律	有規律	有規律	無規律
洞的排列	橫直整齊排列	橫直整齊排列	橫直整齊排列	橫直整齊排列	橫直整齊排列	橫直整齊排列	橫直整齊排列	橫直整齊排列	橫直整齊排列	遇到字就跳過
洞的位置	分布整個帆布	偏右下方(其他地方有圖文)	偏右上方(其他地方有圖文)	分布整個帆布	分布整個帆布	分布整個帆布	分布整個帆布	分布整個帆布	偏左上方(其他地方有圖文)	分布整個塑膠布

※發現：

- 1.看板主要功能是廣告，因此架設位置都在較高樓房的屋頂上及路旁空地。
- 2.支架的材質多數是竹子(可能因為較容易拆掉且成本較低)，而鐵製的較少(可能因為成本較高)，不過鐵製的支架給人較穩固的感覺。
- 3.看板的材質都是類似塑膠布及帆布類的材質。
- 4.看板上打洞的形狀大部份都接近圓形，而且只有挖一半，只有少部份全挖掉：洞的位置與排列也大都是有規律性的分佈在整個看板上。少部分的打



採半挖洞方式的廣告看板



採全挖洞方式的廣告看板

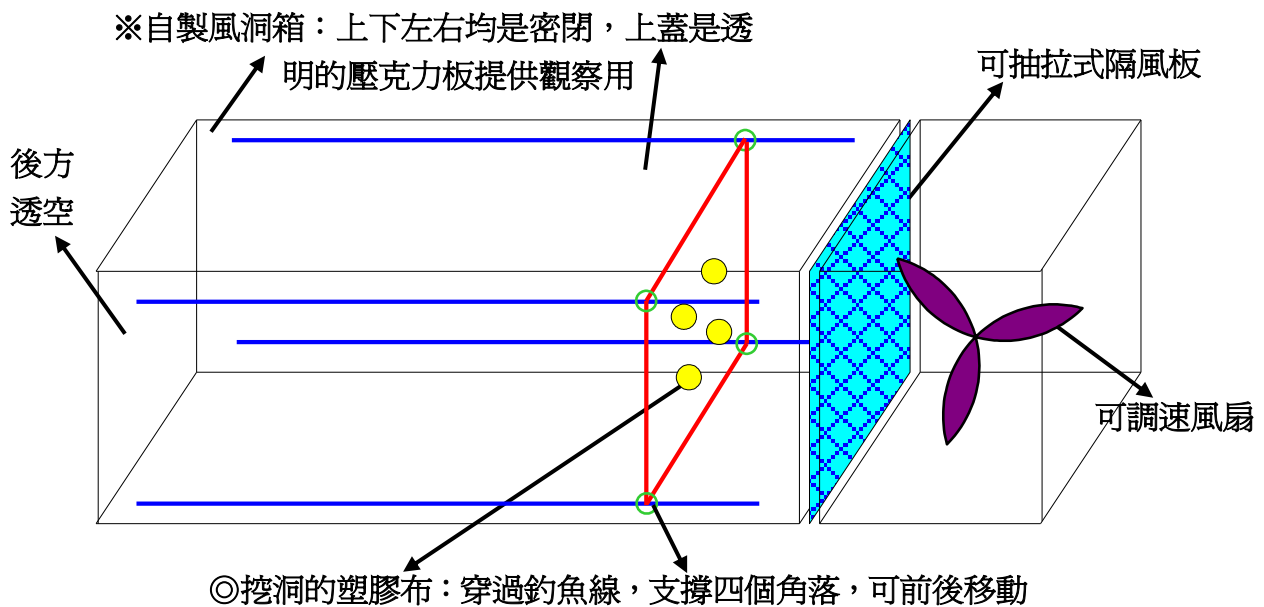
觀察過市面上一些打洞看板後，讓我們想到台灣常在颱風來臨時，將看板吹得東倒西歪，使我們更想了解看板與風的作用的關係，是否可讓帆布減小受風力的影響，也可估帆布壽命加長，因此設計以下實驗進行探究

研究二、探討各種不同因素對大型看板穩定性的影響。

經過討論，我們找出了一些可能影響看板穩定性的因素，並決定以下幾個變因，以塑膠布模擬看板，設計實驗找出結果。實驗器材配置及說明如下圖：

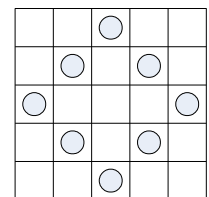
(一)自製風洞箱：長 125cm、寬 55cm、高 59cm，內壁有 4 條由釣魚線組成的軌道，可支撐塑膠布移動，進行實驗觀測。

(二)自製風扇箱：長 45cm、寬 55cm、高 59cm，箱內設置一座可調整電壓改變風力大小的風扇。前有一片可抽拉式的隔風板：實驗中風力大小 2

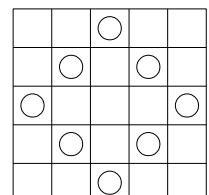


(三)自製塑膠布：長 50cm、寬 50cm，區域內畫分成 5x5 共 25 格，依各實驗變因設計尺寸自行繪圖後挖洞，挖洞方式分半挖及全挖，如下說明。

1. 半挖：指繪製後的圓形洞，並沒有完全依圓形外框線裁切，尚留下一小段供圓形洞挖下的塑膠布與原來 50cmx50cm 的塑膠布連接著，報告中沒有特地說明的挖洞方式就是指『半挖』，圖示如右圖即是。



2. 全挖：指繪製後的圓形洞，完全依圓形外框線裁切，使整個圓形洞完全挖下，脫離原來 50cmx50cm 的塑膠布，報告中的圖示如右圖即是指『全挖』。



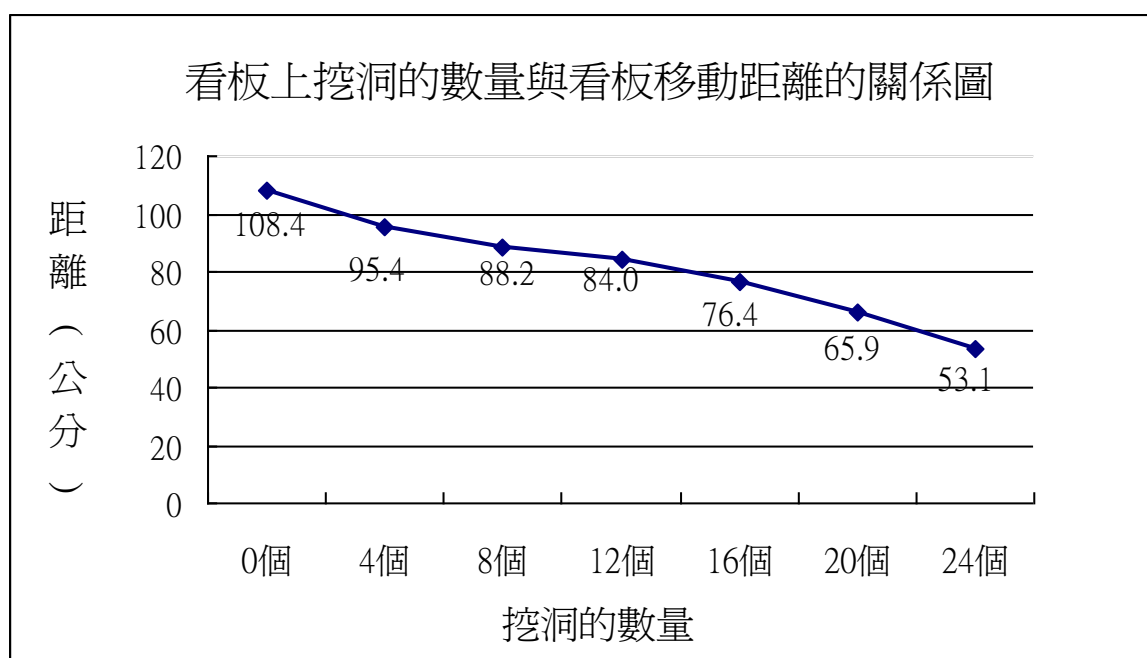
實驗(一)看板上挖洞的數量與看板移動距離的關係。

- 步驟 1. 取一張 50cm×50cm 挖 0 個洞的塑膠布固定至「自製風洞箱」中。
2. 打開隔風板，以 2 級風力大小與布面成垂直方向吹向塑膠布 5 秒鐘再關上隔風板，觀測塑膠布移動的距離，重覆實驗十次。
3. 依序改變挖洞（直徑大小 5cm 的圓形洞）的數量，重覆 1、2 步驟，觀察並記錄結果。


洞的數量 \ 次數	0 個	4 個	8 個	12 個	16 個	20 個	24 個
1	107.5	94	87	82.5	76	64.5	51
2	108	95	87	82.5	74.5	64.5	50.5
3	108.5	94.5	88	82.5	76.5	66.5	51
4	109	95	88	85.5	75	64	51.5
5	109	93.5	88.5	85	75.5	64.5	54.5
6	109	95	89.5	86	76.5	67	54.5
7	109	97	89.5	82	78	66.5	54
8	107.5	96	87.5	84.5	77.5	66	54.5
9	109	97	88.5	85.5	77.5	68	55.5
10	107.5	96.5	88.5	84	77	67	53.5
平均	108.4	95.4	88.2	84.0	76.4	65.9	53.1

單位：公分

結果：當塑膠布上挖洞的數量越少，塑膠布被風吹後移動的距離就越長；當塑膠布上挖洞越多，塑膠布被風吹後移動的距離越短。



實驗(二)看板上挖洞的大小與看板移動距離的關係。

步驟 1. 取一張 50cm×50cm 的塑膠布，以  排列方式，在上面挖 8 個直徑 3cm 大小的圓形洞，固定至「自製風洞箱」中。

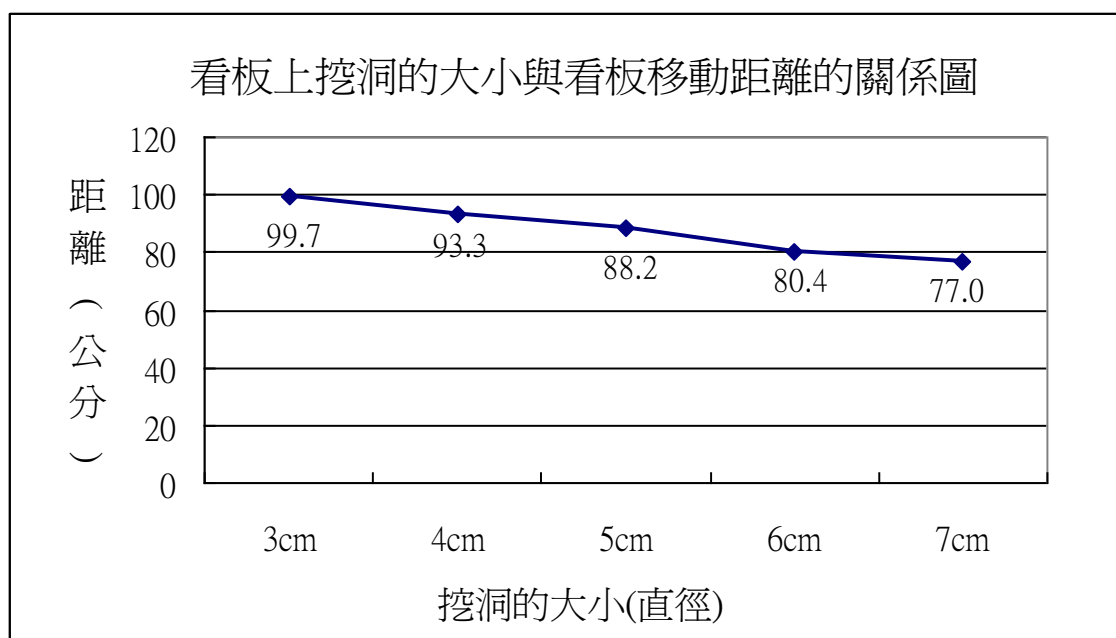
2. 打開隔風板，以 2 級風力大小與布面成垂直方向吹向塑膠布 5 秒鐘再關上隔風板，觀測塑膠布移動的距離，重覆實驗十次。

3. 依序改變挖洞的大小(直徑 4cm、5cm、6cm、7cm)，重覆 1、2 步驟，觀察並記錄結果。


洞的直徑 次數	3cm	4cm	5cm	6cm	7cm
1	98	93	87	78.5	74.5
2	101	93.5	87	79.5	75.5
3	99.5	93.5	88	80	78.5
4	97.5	92	88	81	78
5	98.5	93.5	88.5	81.5	77.5
6	101	94.5	89.5	81	79
7	99.5	91.5	89.5	81.5	78.5
8	100	92.5	87.5	82	75
9	101	95	88.5	80	76
10	100.5	93.5	88.5	78.5	77.5
平均	99.7	93.3	88.2	80.4	77.0

單位：公分

結果：當塑膠布上挖洞的直徑越大，塑膠布被風吹後移動的距離越短；塑膠布挖洞的直徑越小，被風吹後移動的距離越長。



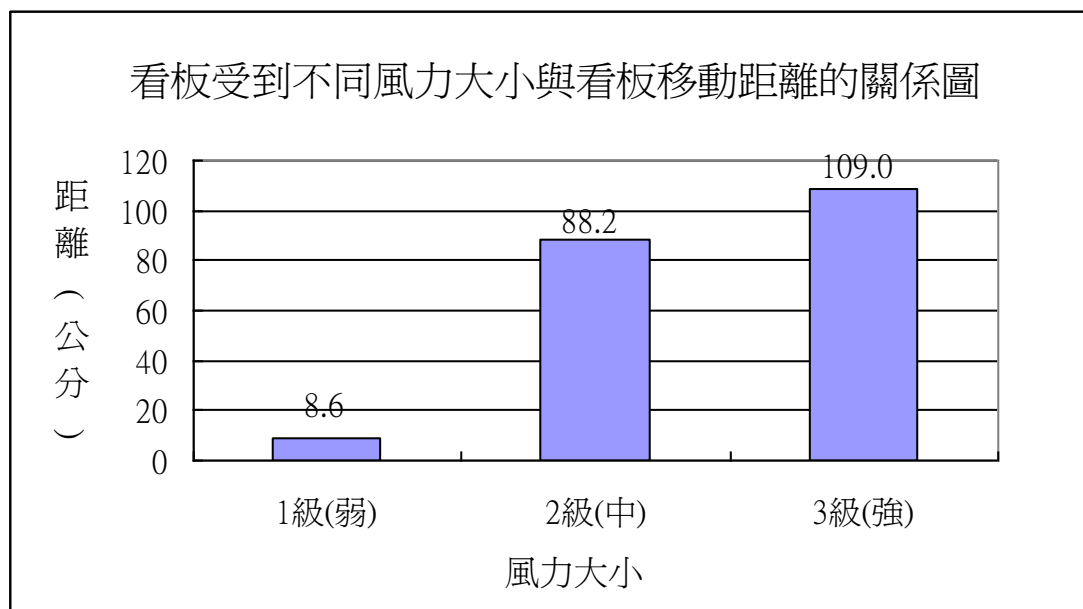
實驗(三)看板受到不同風力大小與看板移動距離的關係。

- 步驟 1. 取一張 50cmx50cm 的塑膠布，以  排列方式，在上面挖 8 個直徑 5cm 大小的圓形洞，固定至「自製風洞箱」中。
2. 打開隔風板，以 1 級(弱)風力大小與布面成垂直方向吹向塑膠布 5 秒鐘再關上隔風板，觀測塑膠布移動的距離，重覆實驗十次。
3. 依序改變風力的大小(級數)，重覆 1、2 步驟，觀察並記錄結果。


風力大小 次數	1 級(弱) (3V 電壓)	2 級(中) (4V 電壓)	3 級(強) (5V 電壓)
1	9.5	87	109
2	7.5	87	109
3	7.5	88	109
4	7.5	88	109
5	8	88.5	109
6	9	89.5	109
7	9.5	89.5	109
8	9	87.5	109
9	8.5	88.5	109
10	9.5	88.5	109
平均	8.6	88.2	109.0

單位：公分

結果：塑膠布受到風力越弱，塑膠布移動的距離越短；受到風力越強，使塑膠布移動的距離越長。



實驗(四)看板上挖洞的排列方式與看板移動距離的關係。

步驟 1. 取一張 50cmx50cm 的塑膠布，以 A 排列方式 ，在上面挖 8 個直徑 5cm 大小的圓形洞，固定至「自製風洞箱」中。

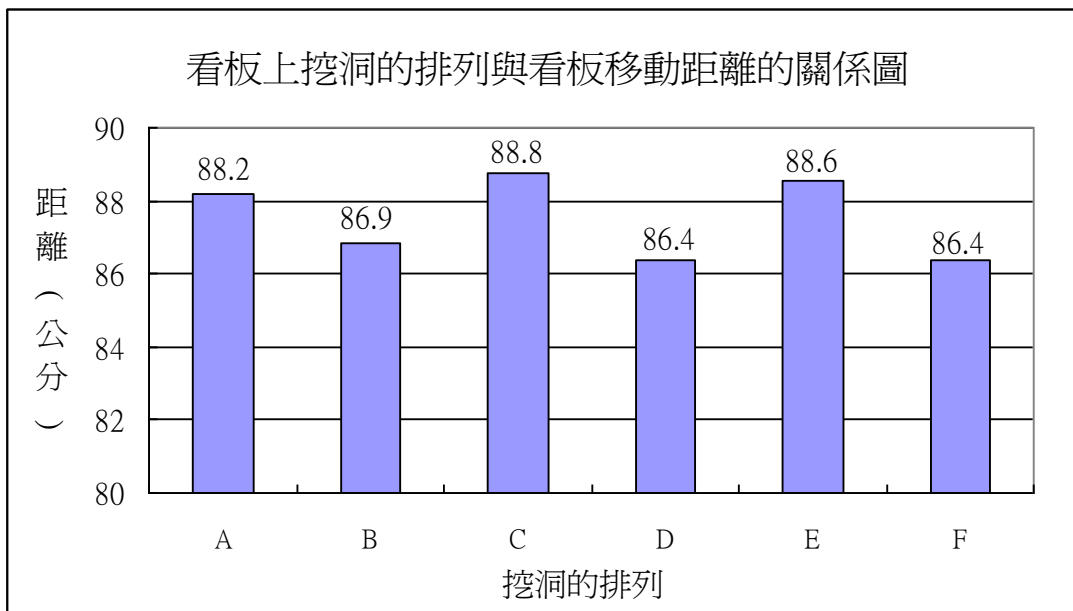
2. 打開隔風板，以 2 級風力大小與布面成垂直方向吹向塑膠布 5 秒鐘再關上隔風板，觀測塑膠布移動的距離，重覆實驗十次。

3. 依序改變不同的挖洞排列方式，重覆 1、2 步驟，觀察並記錄結果。

洞的排列 \ 次數	A	B	C	D	E	F
1	87	85	88.5	87.5	88	86
2	87	86.5	90	85.5	87.5	87.5
3	88	86.5	89.5	86	88.5	86.5
4	88	87.5	90	86.5	88.5	84.5
5	88.5	86.5	86.5	86.5	87.5	85.5
6	89.5	88.5	88.5	86.5	88.5	88.5
7	89.5	88.5	88	84.5	90	86.5
8	87.5	88	90.5	87.5	89.5	85.5
9	88.5	85.5	87	88	88.5	86.5
10	88.5	86	89	85	89	86.5
平均	88.2	86.9	88.8	86.4	88.6	86.4

單位：公分

結果：發現挖洞的排列方式，比較分散排列的 A、C、E 排列，塑膠布被風吹後移動距離較長；挖洞的排列方式比較集中排列的 B、D、F 排列，塑膠布被風吹後移動的距離較短。



實驗(五)看板上挖洞的位置與看板移動距離的關係。

步驟 1. 取一張 50cmx50cm 的塑膠布，在塑膠布左上方位置，挖 8 個直徑 5cm 大小的圓形洞

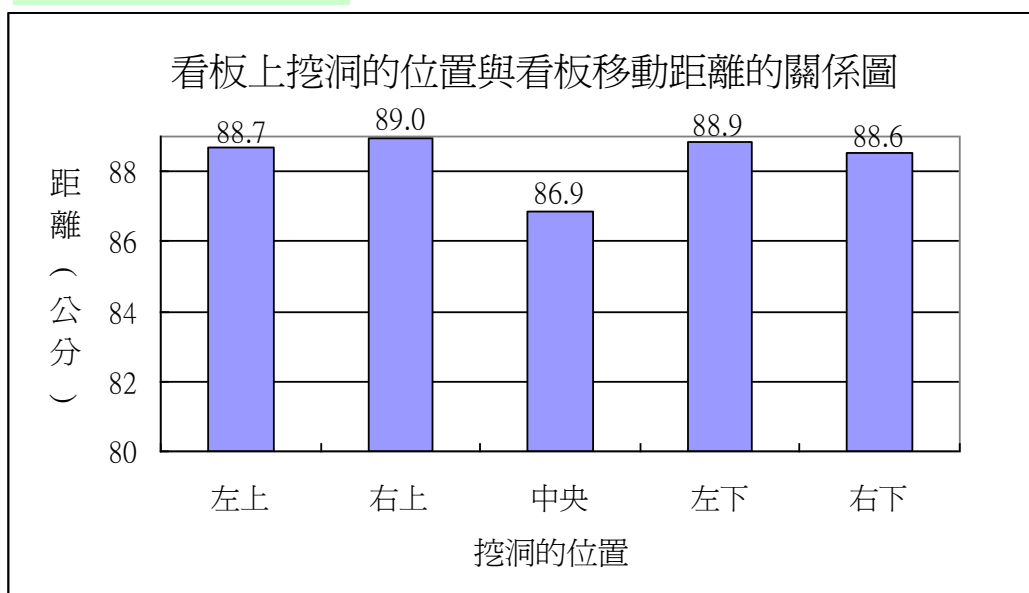


- ，固定至「自製風洞箱」中。
2. 打開隔風板，以 2 級風力大小與布面成垂直方向吹向塑膠布 5 秒鐘再關上隔風板，觀測塑膠布移動的距離，重覆實驗十次。
 3. 依序改變挖洞的位置(右上、中央、左下、右下)，重覆 1、2 步驟，觀察並記錄結果。


洞的位置	左上	右上	中央	左下	右下
次數					
1	86.5	87.5	85	90	86.5
2	89.5	89.5	86.5	88.5	90
3	89	89.5	86.5	87.5	87.5
4	89.5	88	87.5	87.5	89
5	88.5	90	86.5	89.5	88
6	88.5	88.5	88.5	89.5	88.5
7	87.5	90.5	88.5	89	87.5
8	89.5	89	88	89.5	89.5
9	88.5	90.5	85.5	88.5	90
10	90	86.5	86	89	89
平均	88.7	89.0	86.9	88.9	88.6

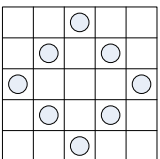
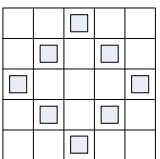
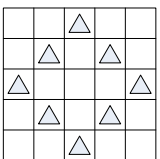
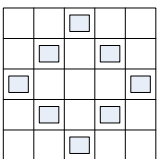
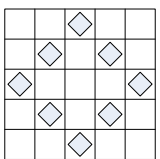
單位：公分

結果：發現不同挖洞位置的塑膠布，以挖洞在正中央位置的塑膠布被風吹後移動距離較短，其他位置的塑膠布被風吹後移動的距離較長一點，但之間差異不是很大。



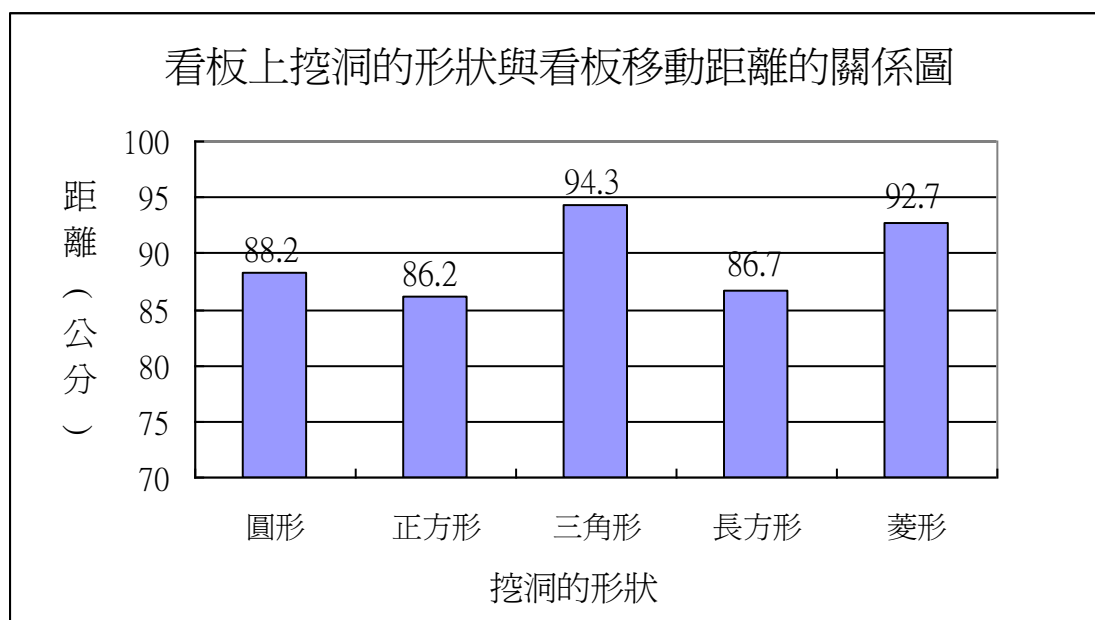
實驗(六)看板上挖洞的形狀與看板移動距離的關係。

- 步驟 1. 取一張 50cmx50cm 的塑膠布，以  排列方式，在上面挖 8 個直徑 5cm 大小的圓形洞，固定至「自製風洞箱」中。
2. 打開隔風板，以 2 級風力大小與布面成垂直方向吹向塑膠布 5 秒鐘再關上隔風板，觀測塑膠布移動的距離，重覆實驗十次。
3. 依序改變挖洞的形狀(但必須保持不同形狀的挖洞面積相同)，重覆 1、2 步驟，觀察並記錄結果。

挖洞形狀	圓形	正方形	三角形	長方形	菱形
次數					
1	87	87.5	93.5	84.5	91.5
2	87	86	94.5	85.5	92.5
3	88	87	93.5	88	94
4	88	85	94.5	87	92.5
5	88.5	84	94.5	86.5	93.5
6	89.5	84.5	94.5	88.5	93.5
7	89.5	86.5	96	86.5	91
8	87.5	88	94.5	86.5	94
9	88.5	87	94	87.5	91.5
10	88.5	86.5	93	86	92.5
平均	88.2	86.2	94.3	86.7	92.7

單位：公分

結果：發現挖三角形洞及菱形洞的塑膠布移動距離較長，正方形及長方形洞的塑膠布移動距離較短。

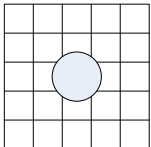
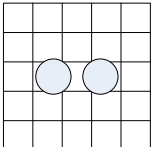
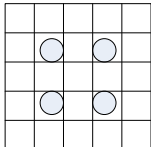
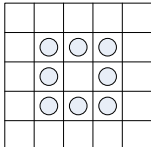
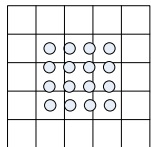
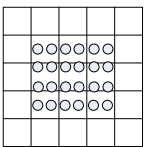


※我們的想法與討論 1：

- ▶ **根據**：從實驗(一)挖洞數量及實驗(二)挖洞大小的觀察結果。
- ▶ **想法**：在塑膠布上挖洞的總面積大小可能是影響塑膠布移動距離結果的重要因素。
- ▶ **討論**：雖然挖洞數量越多及挖洞越大都能使塑膠布移動距離越短，風阻較小，但是在改變挖洞數量越多及挖洞越大的實驗中，因為，同時已經改變了在塑膠布上挖洞的總面積，因此，我們討論認為「挖洞的總面積」可能是影響結果的主要因素，於是設計實驗加以探討「在維持挖洞總面積相同，但挖洞數量及大小不同的條件下，對塑膠布移動距離的影響？」

實驗(七)挖洞總面積相同、挖洞數量及大小不同與看板移動距離的關係。

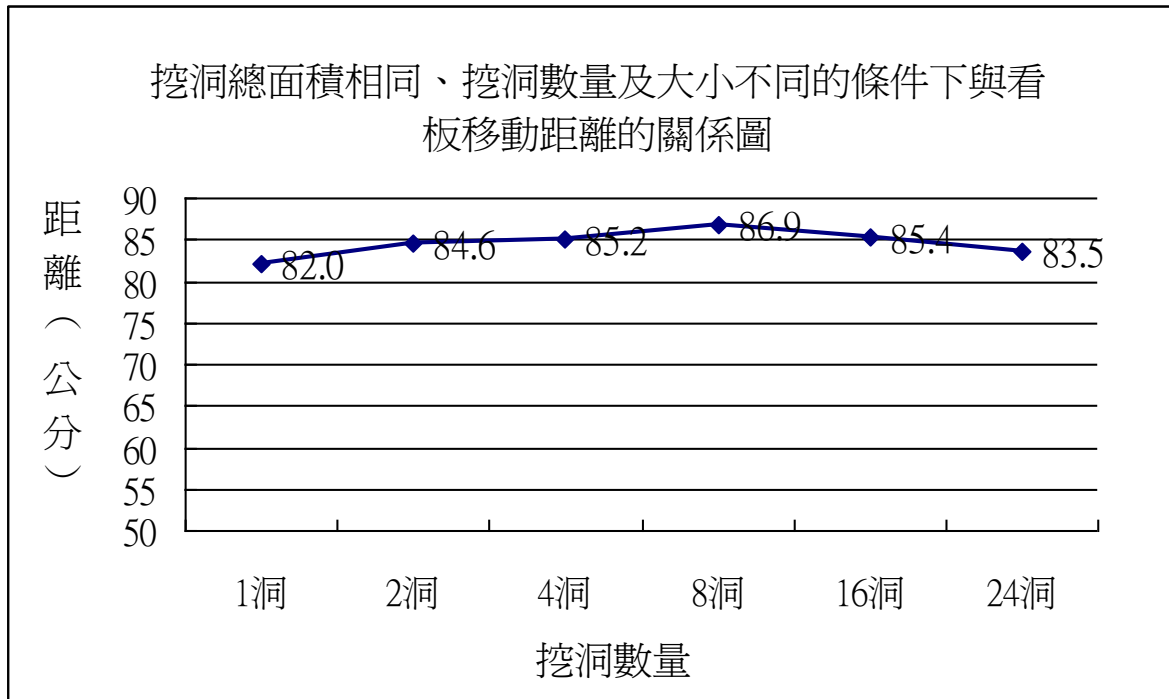
- 步驟 1. 取一張 50cm×50cm 的塑膠布，在塑膠布中央位置挖 1 個直徑約 14cm 大小的圓形洞，固定至「自製風洞箱」中。
2. 打開隔風板，以 2 級風力大小與布面成垂直方向吹向塑膠布 5 秒鐘再關上隔風板，觀測塑膠布移動的距離，重覆實驗十次。
3. 依序改變挖洞的數量及大小(但維持總面積相同)，重覆 1、2 步驟，觀察並記錄結果。

挖洞數量 及大小 次數	1 洞	2 洞	4 洞	8 洞	16 洞	24 洞
	 r=7.1cm	 r=5cm	 r=3.5cm	 r=2.5cm	 r=1.8cm	 r=1.4cm
1	82.5	85	87	85	86	81.5
2	83.5	82.5	86.5	86.5	84.5	84
3	81.5	85	86.5	86.5	86.5	84.5
4	82.5	84.5	84	87.5	85	84
5	79.5	83.5	86	86.5	85.5	81.5
6	82.5	85.5	82.5	88.5	85.5	84
7	83.5	86.5	84	88.5	83	85
8	83.5	84	84.5	88	85.5	83
9	81.5	84.5	85	85.5	86	84.5

10	79.5	85	85.5	86	86.5	83
平均	82.0	84.6	85.2	86.9	85.4	83.5

單位：公分

結果：發現當塑膠布上挖洞的數量越多，塑膠布移動的距離較長一點，但超過 8 個洞後，塑膠布移動的距離又開始慢慢變成較短一點。



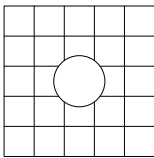
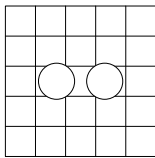
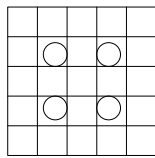
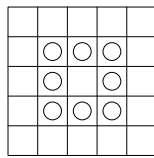
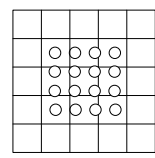
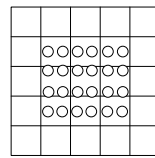
- **推論**：由實驗(七)的結果再與實驗(一)、實驗(二)結果比較，發現「挖洞總面積」才是影響塑膠布風阻大小的主要因素，並不是完全由挖洞的數量及大小來決定塑膠布受到風阻的影響。

※想法與討論 2：

- **根據**：從實驗(六)挖洞形狀的觀察結果。
- **想法**：塑膠布上的挖洞只有半挖可能會影響風的通過，假如全挖掉的話是不是塑膠布所受到的風阻更小？
- **討論**：從不同挖洞形狀的實驗中發現，當塑膠布的挖洞方式沒有全挖掉時，各種不同形狀半挖後，半開半遮的狀態下，連接部份的多少可能會影響到塑膠布所受風阻的大小，因此，設計實驗加以探討「塑膠布上洞的半挖與全挖掉對塑膠布移動距離的影響？」

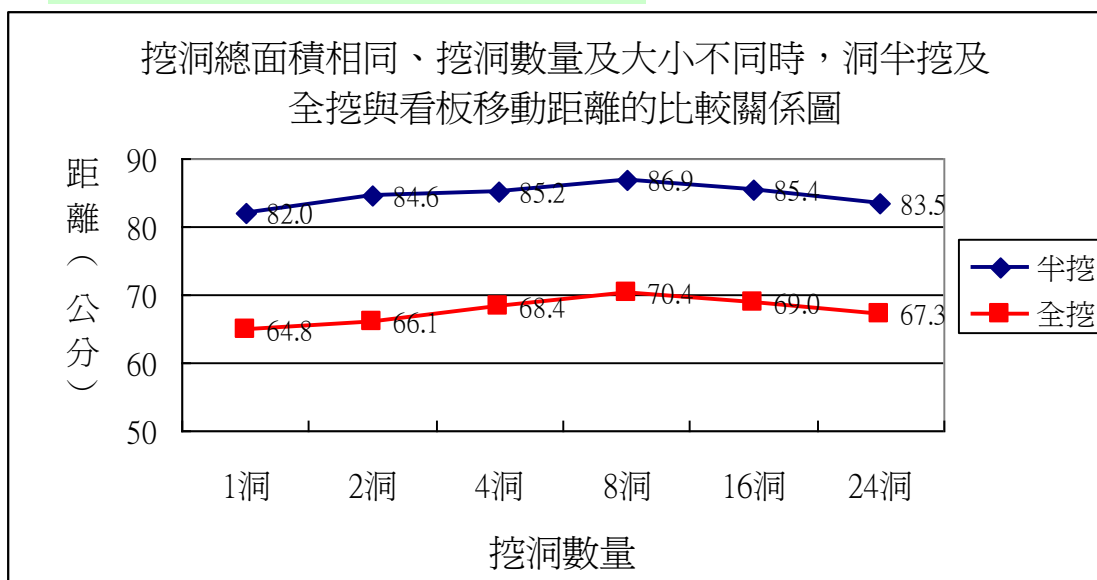
實驗(八)採全挖洞的總面積相同、挖洞數量及大小不同與看板移動距離的關係。

1. 取一張50cm×50cm的塑膠布，在塑膠布中央位置全挖掉1個直徑約14cm的圓形洞，固定至「自製風洞箱」中。
2. 打開隔風板，以2級風力大小與布面成垂直方向吹向塑膠布5秒鐘再關上隔風板，觀測塑膠布移動的距離，重覆實驗十次。
3. 依序改變全挖洞的數量及大小(但維持總面積大約相同)，重覆1、2步驟，觀察並記錄結果。

挖洞數量及大小 次數	1洞	2洞	4洞	8洞	16洞	24洞
	 r=7.1cm	 r=5cm	 r=3.5cm	 r=2.5cm	 r=1.8cm	 r=1.4cm
1	67	67.5	70.5	69.5	70	67.5
2	63	67.5	67.5	70	69.5	66
3	63.5	64	67.5	69	69	64.5
4	64.5	65.5	68.5	71.5	67.5	66
5	65.5	64.5	69.5	71	68	66.5
6	63.5	66	67	72	69	67
7	63.5	67	67.5	71.5	70	69.5
8	66.5	65	70	69.5	68	68
9	63.5	67.5	67.5	69	67.5	69.5
10	67	66.5	68.5	70.5	71.5	68
平均	64.8	66.1	68.4	70.4	69.0	67.3

單位：公分

結果：經與實驗(七)比較，發現在塑膠布上把洞全挖掉的方式比半挖洞的方式，塑膠布受風後移動距離都較短。






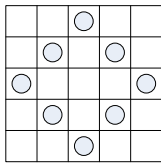
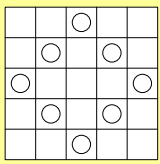
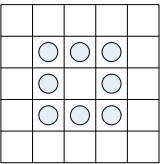
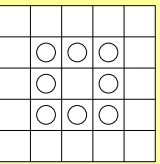
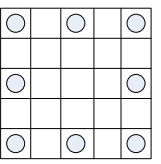
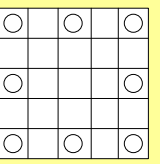
➤ **推論**：將塑膠布的洞全挖掉比半挖掉的方式塑膠布所受風阻較小。

※想法與討論 3：

- **根據 1**：從實驗(四)挖洞排列方式的觀察結果。
- **想法 1**：塑膠布上挖洞的排列方式集中中央與平均分開的方式所受風阻差異沒有很大，是不是可以設計挖洞在塑膠布周圍即可，避開看板上主要的圖文。
- **根據 2**：從實驗(五)挖洞位置的觀察結果。
- **想法 2**：塑膠布上挖洞的位置應該要集中於中央或平均分布於周圍，如果集中在某一角落，容易使塑膠布單一邊受到較大風阻。
- **根據 3**：從實驗(七)、(八)挖洞總面積的觀點及半挖、全挖洞的觀察結果。
- **想法 3**：塑膠布上可以挖許多小洞平均分布周圍，並且最好把洞全挖掉。
- **討論**：雖然挖洞的排列以集中中央位置所受風阻較小，但從數據中發現集中中央與平均分開挖洞所受的風阻差異並沒有很大。並且由實驗(八)得知全挖洞可以減少塑膠布所受風阻。因此，設計實驗探討比較「挖洞集中中央與分布周圍的半挖與全挖情形對塑膠布移動距離的影響？」

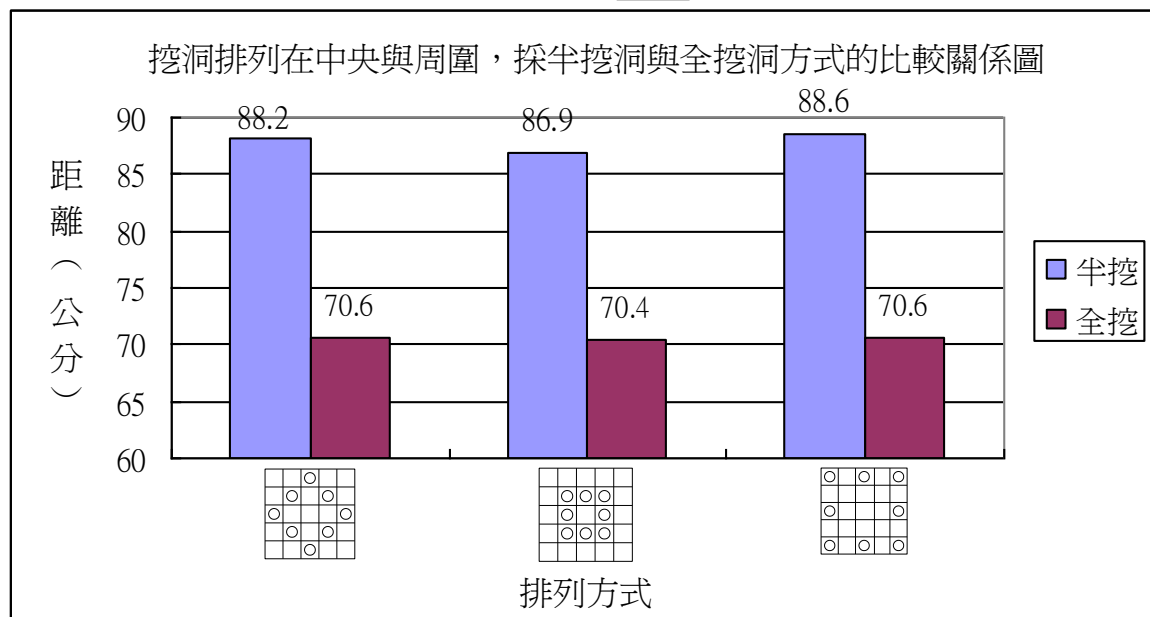
實驗(九)在塑膠布上挖洞集中中央與分布周圍及採半挖洞與全挖洞方式，其所受風阻的影響比較。

步驟：將 、、 三種排列方式的洞全挖掉，進行風阻實驗觀測記錄結果。

排列及挖洞方式 次數	半挖	全挖	半挖	全挖	半挖	全挖
						
1	87	72.5	85	69.5	88	69.5
2	87	70.5	86.5	70	87.5	69.5
3	88	70	86.5	69	88.5	70
4	88	70.5	87.5	71.5	88.5	72.5
5	88.5	69.5	86.5	71	87.5	73
6	89.5	70	88.5	72	88.5	71.5
7	89.5	69.5	88.5	71.5	90	71.5
8	87.5	71.5	88	69.5	89.5	70.5
9	88.5	70.5	85.5	69	88.5	69
10	88.5	71	86	70.5	89	69
平均	88.2	70.6	86.9	70.4	88.6	70.6

單位：公分

結果：發現在塑膠布上把洞全挖掉的方式比半挖洞的方式，塑膠布受風後移動距離都較短，而且挖洞集中中央與分布周圍與分布周圍沒有很大差異。



研究三、找到一種可以增加看板穩定性的方法。

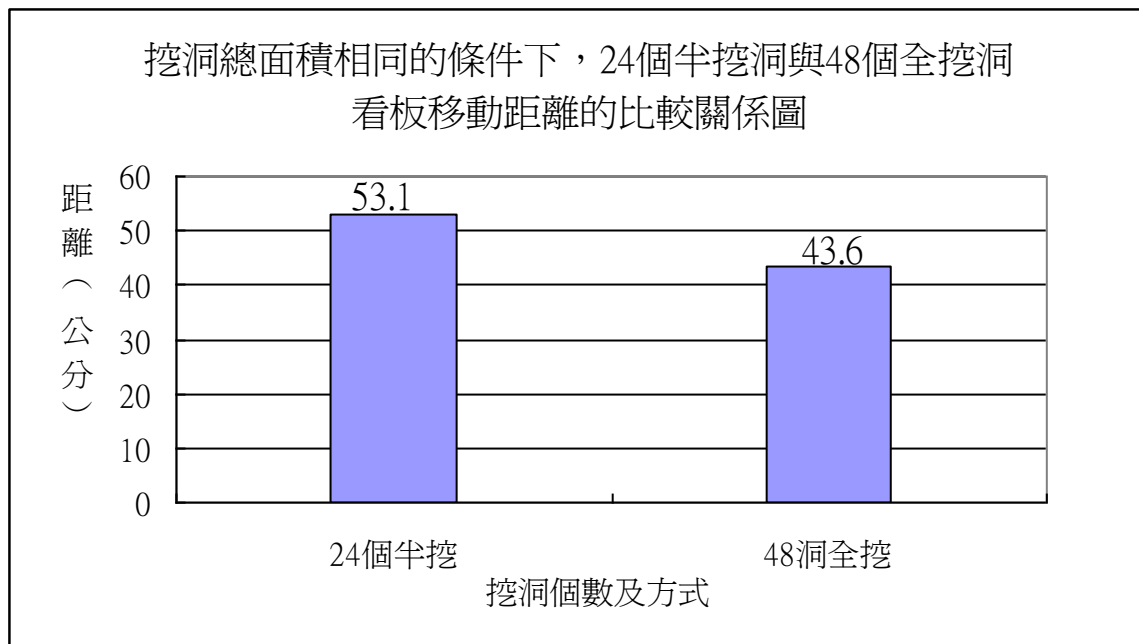
- **根據**：從所有實驗觀測結果與討論。
- **想法**：設計挖洞數量多一點(可增加挖洞面積)、採全挖方式分布於塑膠布周圍，是否可以使塑膠布所受風阻較小，又可以避開塑膠布中央的圖文區域，達到最佳效果？
- **討論**：根據實驗(七)、(八)、(九)的觀測結果與發現採全挖方式挖洞比半挖方式使塑膠布風阻較小，而挖洞分布於塑膠布周圍與集中中央所受風阻並沒有很大差異；因此，維持在總面積相同的條件下，設計實驗加以探討「採全挖方式挖洞 48 個(直徑較小)分布於塑膠布周圍，對塑膠布移動距離的影響？」再與研究二中的實驗(一)組別挖洞數量 24 個半挖平均分布整面塑膠布的情形進行比較。

挖洞情形	24 個半挖(r=2.5cm)	48 洞全挖(r=1.7cm)
次數		
1	51	44
2	50.5	43

3	51	43.5
4	51.5	44.5
5	54.5	45
6	54.5	43.5
7	54	44.5
8	54.5	42
9	55.5	43.5
10	53.5	42.5
平均	53.1	43.6

單位：公分

結果：發現在相同挖洞總面積的條件下，採全挖洞數量多而小的方式分布於塑膠布周圍，被風吹後移動距離較短，所受風阻較小。



伍、討 論

一、從實驗中我們得知，當塑膠布上的洞越少或挖洞的直徑越小，表示風阻越大，因此，被風吹的距離就越長；當塑膠布上的洞越多或洞的直徑越大，則其風阻就越小，相對的，被風吹的距離也就越短。



二、雖然挖洞數量越多及挖洞越大都能使塑膠布移動距離越短，風阻較小，但是在改變挖洞數量越多及挖洞越大的實驗中，因為，同時已經改變了在塑膠布上挖洞的總面積，因此，我們認為「挖洞的總面積」才是影響風阻大小的主要因素。

三、雖然挖洞的排列以集中中央位置所受風阻較小，但從數據中發現集中中央與平均分開挖洞所受的風阻差異並不大，後續再進行「半挖與全挖洞」的比較中也發現，平均分配挖洞於周圍的塑膠布所受風阻與集中央位置的風阻差不多，因此，我們建議挖洞應該可以挖在周圍即可，也可避開中央位置的圖文區域。

四、我們發現如果挖洞集中在塑膠布的某一角落，沒有挖洞的一邊塑膠布比較容易移動，所受風阻較大，所以，整面塑膠布最後會有歪一邊的現象出現，洞如果平均分布在各個地方，塑膠布就會比較平均的往後移動。

五、從不同挖洞形狀的實驗觀察中，發現像三角形挖洞因為只有一個尖角連接於塑膠布上，使得半挖的塑膠面容易下垂遮住了風的通過，所以，無意間造成了風阻加大，使塑膠布移動距離也較大，因此，進而探討「全挖洞」的方式，也發現了全挖的確比半挖的風阻減小了許多。



六、塑膠布的挖洞，採全挖方式挖洞的話，不可將洞挖的太大，否則可能會挖到重要的圖文內容，應該將洞挖小而數量增多，可避免挖到圖文，也可增加挖洞的總面積。

陸、結 論

- 一、經由資料我們得知，看板通常架設的位置在樓房的屋頂和路旁空地，支架材料大多是竹子或鐵架，而看板的材質都是類似塑膠布及帆布類的材質，大部份挖洞的看板所挖的洞都是規則排列的較多，挖洞方式包括半挖及全挖。
- 二、看板上挖洞的總面積越大(包括挖洞數量增多或挖洞直徑變大)，風對看板的阻力就越小。
- 三、風力越強，看板受到風的阻力就越大；風力越弱，看板受到風的阻力就越小。
- 四、看板挖洞的排列方式較集中在中央位置或平均挖洞在周圍的，看板受到風的阻力較小。
- 五、看板如果只是挖洞在某一角落，會使看板的單邊受到較大的風阻，容易發生倒塌或破損，因此，建議挖洞最好挖在中央位置或平均分布在整個看板上，不要因為避開圖文而挖洞在某一角落。
- 六、在有限的看板面積下，可以設計『挖洞小而數量多一點、採全挖方式分布於看板周圍』的挖洞方式，將可以使看板所受風阻較小，增加看板的穩定性，又可以避開破壞看板中央的圖文區域，達到最有效的設計與利用。

柒、未來研究展望

沒想到我們經常在路邊看到的廣告看板，經過打洞以後竟然有那麼多的學問。希望未來能找到更精確測量風阻力量的方式來操控實驗變因，並且能針對以下幾點進行探討：

- 一、可以設計更精密觀測塑膠布受風阻力量大小的方式，繼續改進探討，以蒐集更完整的結果。
- 二、看板設置的所在位置所受到的風力大小，也可能會影響到看板的穩定性，很值得針對不同位置可能遭受的風阻大小深入探討。

捌、參考資料

- 一、鄧美貴主編(民94)。國小自然與生活科技第一冊(3上)-第三單元空氣和風。台北：康軒文教事業股份有限公司。

二、【風洞；甚麼是風洞？是風居住的地方嗎？】。民國 95 年 11 月 10 日取自：
<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/?qid=1405120908777>

三、【風的形成過程】。民國 95 年 11 月 10 日取自：

<http://s3.ntue.edu.tw/nature/Inetpub/Wwwroot/Dgnat/book10-1/1.html>



實驗的測試



自行設計模型進行挖洞



認真畫上觀測用刻度



自製風洞箱器材配置



實驗(五)挖洞的位置

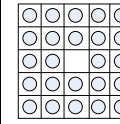


實驗(七)挖洞總面積相同
(半挖 24 洞 $r=1.4\text{cm}$)

※附件：各實驗挖洞面積大小核算記錄表

面積單位：平方公分(cm^2)

實驗(一) 控制改變變因：看板上挖洞的數量 $r=2.5\text{cm}$

洞的數量	0 個	4 個	8 個	12 個	16 個	20 個	24 個
次數							
單一面積	0	19.625	19.625	19.625	19.625	19.625	19.625
總面積	0	78.5	157	235.5	314	392.5	471

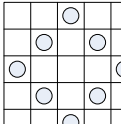
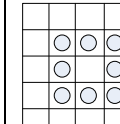
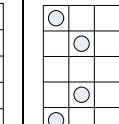
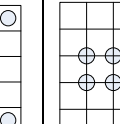
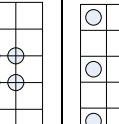
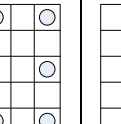
實驗(二) 控制改變變因：看板上挖洞的大小

洞的直徑	3cm	4cm	5cm	6cm	7cm
次數	$r=1.5\text{cm}$	$r=2\text{cm}$	$r=2.5\text{cm}$	$r=3\text{cm}$	$r=3.5\text{cm}$
單一面積	7.065	12.56	19.625	28.26	38.465
總面積	56.52	100.48	157	226.08	307.72

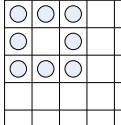
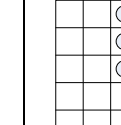
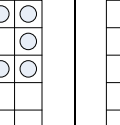
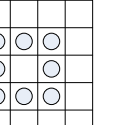
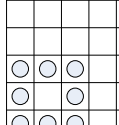
實驗(三) 控制改變變因：看板所受風力大小 $r=2.5\text{cm}$

風力大小	1 級(弱) (3V 電壓)	2 級(中) (4V 電壓)	3 級(強) (5V 電壓)
次數			
單一面積	19.625	19.625	19.625
總面積	157	157	157

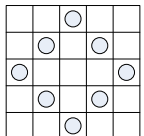
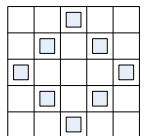
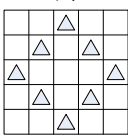
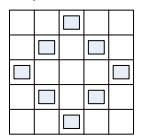
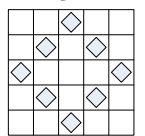
實驗(四) 控制改變變因：看板上挖洞的排列方式 $r=2.5\text{cm}$

洞的排列	A	B	C	D	E	F
次數						
單一面積	19.625	19.625	19.625	19.625	19.625	19.625
總面積	157	157	157	157	157	157

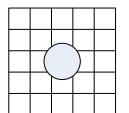
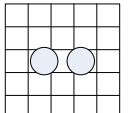
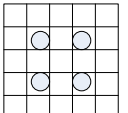
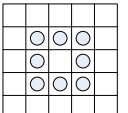
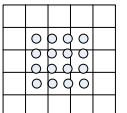
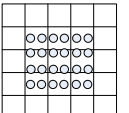
實驗(五) 控制改變變因：看板上挖洞的位置 $r=2.5\text{cm}$

洞的位置	左上	右上	中央	左下	右下
次數					
單一面積	19.625	19.625	19.625	19.625	19.625
總面積	157	157	157	157	157

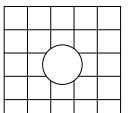
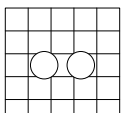
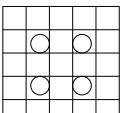
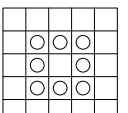
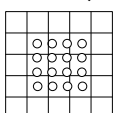
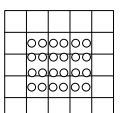
實驗(六) 控制改變變因：看板上挖洞的形狀

挖洞形狀	圓形	正方形	三角形	長方形	菱形
次數	 r=2.5cm	 邊長=4.4cm	 底=6.6cm、高=6cm	 長=4.9cm、寬=4cm	 邊長=4.4cm
單一面積	19.625	19.36	19.8	19.6	19.36
總面積	157	154.88	158.4	156.8	154.88

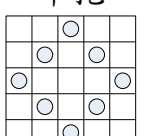
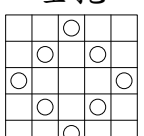
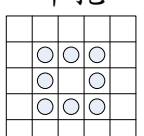
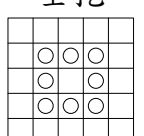
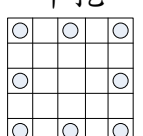
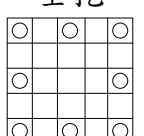
實驗(七)以半挖洞方式，維持挖洞總面積大約相同

挖洞數量及大小	1洞	2洞	4洞	8洞	16洞	24洞
次數	 r=7.1cm	 r=5cm	 r=3.5cm	 r=2.5cm	 r=1.8cm	 r=1.4cm
單一面積	158.2874	78.5	38.465	19.625	10.1736	6.1544
總面積	158.2874	157	153.86	157	162.7776	147.7056

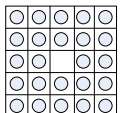
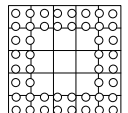
實驗(八)以全挖洞方式，維持挖洞總面積大約相同

挖洞數量及大小	1洞	2洞	4洞	8洞	16洞	24洞
次數	 r=7.1cm	 r=5cm	 r=3.5cm	 r=2.5cm	 r=1.8cm	 r=1.4cm
單一面積	158.2874	78.5	38.465	19.625	10.1736	6.1544
總面積	158.2874	157	153.86	157	162.7776	147.7056

實驗(九)挖洞集中中央與分布周圍及採半挖洞與全挖洞方式比較 r=2.5cm

排列及挖洞方式	半挖	全挖	半挖	全挖	半挖	全挖
次數						
單一面積	19.625	19.625	19.625	19.625	19.625	19.625
總面積	157	157	157	157	157	157

研究三、找到一種可以增加看板穩定性的方法。

挖洞情形	24個	48洞
次數	 r=2.5cm	 r=1.7cm
單一面積	19.625	9.0746
總面積	417	435.5808

洞悉真相～探討各種不同因素對大型看板
【評語】 080801 穩定性的影響

本作品探討大型看板上挖洞的總面積、大小、位置及分佈對其所受風阻力的大小與情況，以自製風洞箱及相關器材模擬試驗，整體試驗構想完整，並以團隊合作方式完成各項試驗，圖表製作精美，所得結論頗具業者參考實用價值，故推薦為第三名並獲最佳團隊合作獎。