

# 屏東縣第64屆國中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：生活與應用科學科(3) (含化學工程/環境科學)

組 別：國中組

作品名稱：關於百葉窗斜道上風先生與沙小姐分手的故事  
----百葉窗防塵與通風效果之探討

關 鍵 詞：百葉窗、防塵、通風

編號：B8010

## 摘要

本實驗用不同的葉片角度、寬度以及窗框直向或橫向對防塵、通風效果的影響作實驗探究。防塵方面:葉面橫向比直向防塵效果好；葉面寬的防塵效果好；總的來看，角度60度寬8公分的橫向百葉窗，在模型屋中防塵效果是較佳。通風率方面:向左或向右斜向優於向上或向下斜，但在寬度、角度上，通風率較無規律性仍需多設計實驗深入研究。整體而言，百葉窗橫向或直向固定時，防塵與通風兩件事是對立的事情。但實際運用在家中窗戶上，其實也還得有美感、清潔難易、開合順暢等實際問題來綜合考量設計，期望未來能以現代科技人工智慧，結合歷史上不同櫺窗造型兼備下，發展出更具美感及實用的百葉窗方向來努力。

## 壹、前言

### 一、研究動機：

偶然機緣逛學校旁的邱家古厝時，發現窗戶上有一條一條的東西，感覺跟現代百葉窗是有類似功用感覺，詢問導覽員，發現它的名子是百櫺窗；豎直條的被稱為直櫺窗，還有橫直條的，叫臥櫺窗，而百葉窗的前身就是百櫺窗，它可兼具隱私及控制光線的功能。這時使我們產生疑問，想找出百葉窗設計上那些因素會對通風、採光、隔熱及防塵通風等功能造成影響，並發揮最好的效果。經查詢資料發現，有關採光跟隔熱效果方主題都有被研究過；於是防塵與通風兩方面就成為我們探究的重點。影響百葉窗效能的因素包括葉片寬度、葉片的傾斜角度以及百葉窗橫向直向設置法.....等等，都是重要的變因。所以我們利用1：8的擬真縮小建築模型，針對各種變因對百葉窗效能之影響來進行實驗。



圖1-1現代百葉窗



圖1-2屏東邱家古厝直櫺窗

### 二、研究目的：

用自製的模型屋與百葉窗來模擬不同角度及寬度對生活中防塵、通風的影響，藉此來找出最符合使用者需求的樣式，並使其達到兼具節能減碳的效果和舒適感。

1. 研究探討橫向百葉窗不同寬度對防塵效果之影響。
2. 研究探討橫向百葉窗不同角度對防塵效果之影響。
3. 研究探討直向百葉窗不同寬度對防塵效果之影響。
4. 研究探討直向百葉窗不同角度對防塵效果之影響。

### 三、文獻探討：










1. 中國古代建築中，有直櫺窗，從戰國至漢代以來各時代都運用建築。直條叫直櫺窗，橫條的，叫做臥櫺窗。臥櫺窗即是百葉窗的一種原始式樣，也可以說它是百葉窗的原來的狀態。到了明代，臥櫺窗有很大發展。在宋代磚塔上做出各式的多種多樣的直櫺窗，在明代磚塔上也做臥櫺窗，橫條的即是百葉窗雛形。嚴格來說，臥櫺窗與百葉窗有一點不同，那就是臥櫺窗平列而空隙透明。
2. 百葉窗窗櫺做斜櫺，水平方向內外看不見，只有斜面看才可看到。但是近代的百葉窗是由美國人發明的，叫約翰·漢普遜並於1841年8月21日取得了該發明專利。
3. 防塵

國際號碼防護程度 定義0 無防護 無特殊的防護，1 防止大於50mm 之物體侵入，防止人體因不慎碰到燈具內部零件 防止直徑大於50mm 之物體侵入。2 防止大於12mm 之物體侵入，防止手指碰到燈具內部零件。3 防止大於2.5mm 之物全侵入，防止直徑大於2.5mm 的工具，電線或物體侵入。4 防止大於1.0mm 之物體侵入，防止直徑大於1.0的蚊蠅、昆蟲或物體侵入。5 防塵 無法完全防止灰塵侵入，但侵入灰塵量不會影響燈具正常運作。6 防塵 完全防止灰塵侵入。本實驗以阻隔沙塵進入室內的量來表示防塵效果。

## 貳、研究設備及器材

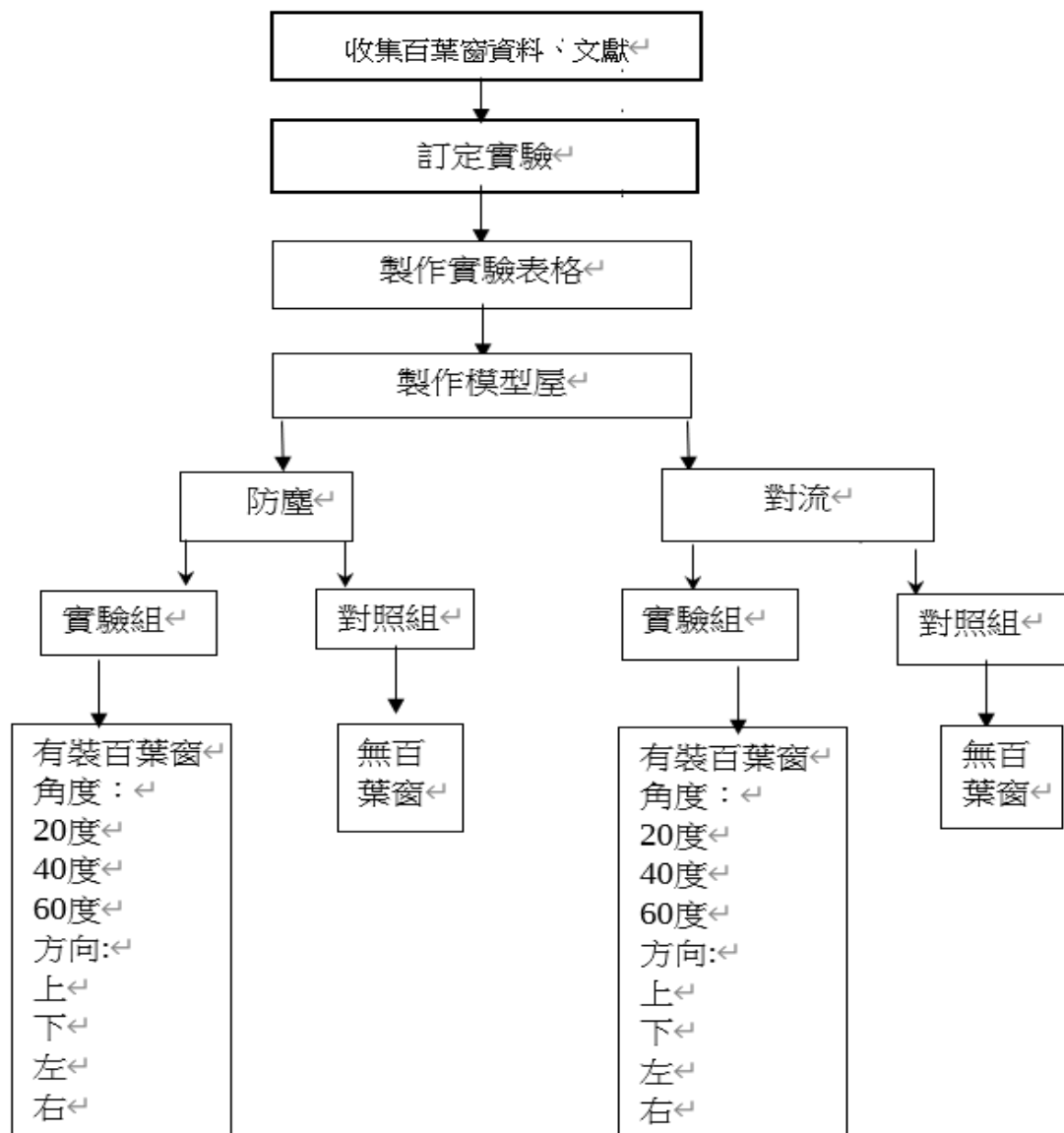
材料:紙板、珍珠板、沙子

設備: 電子天平、風速儀、電風扇、熱熔膠槍、自製百葉窗、自製模型屋

		
紙板	珍珠板	自製百葉窗
		
電子天平	風速儀	自製模型屋
		
電風扇	熱熔膠槍	模型屋加百葉窗

## 參、研究過程及方法

### 一.研究流程圖



### 二.研究方法

#### 1.模型屋之製作:

依據法規：開口大小依據建築技術規則第四十一條第 2 點—住宅之居室，寄宿舍之臥室，醫院之病房及兒童福利設施包括保健館，托兒所、育幼院、育嬰室、養建築物之居室，不得小於該樓地板面積八分之一。

- (1) 把珍珠板分別割 20\*2、20\*4、20\*8 三種不同寬度葉片和 20\*16 的窗框用熱融膠槍黏起來
- (2) 房子用 65 公分\*43.75 公分\*37.5 公分的紙板
- (3) 在房子的正中央開一個 20\*16 的口
- (4) 利用電風扇吹起沙塵以測試防塵效果，並使用風速計調整，保證風速相同，而後再測量風速

- 2.防塵率: 空窗時落入模擬屋灰塵量減去以加裝百葉窗後落塵於模擬屋灰塵量所得重量的差除以空窗時落入模擬屋灰塵量所計算出的百分比當作防塵率。百分率高即防塵效果好。  
防塵率=(空窗落塵量-加窗落塵量)÷空窗落塵量
- 3.通風率的定義:以空窗時模型屋內測得風速為基準；裝上百葉窗後模型屋內測得風速除以空窗時模型屋內靠近窗子 10cm 距離測得風速所得比值訂為通風率；比值越大通風率為佳。  
通風率=實際模擬屋內測得風速÷空窗模擬屋內測得風速
- 4.本實驗窗口向上或向下是以屋內向外看為準。
- 5.重要控制便因有:落沙防塵實驗落砂量均固定 500 公克重，風扇出風口風速 6.1m/s，至窗口距離為 100cm，模型屋前風速約為 3.0m/s。
- 6.依寬 2cm、4cm、8cm 百葉窗葉片寬順序先做橫向百葉窗落塵量(實驗一、二、三)及通風(實驗四、五、六)大小實驗並記錄。
- 7.重複繼續寬 2cm、4cm、8cm 百葉窗葉片寬順序先做縱向百葉窗落塵量(實驗七、八、九)及通風(實驗十、十一、十二)大小實驗並記錄。

## 肆、研究結果

實驗一.防塵橫向葉片寬2公分在不同角度下落入模型屋內落塵重量及防塵率測試

表4-1:葉片寬2公分不同角度落入模型屋內落塵重量及防塵率

落塵克數 (gw)	無窗	上 20 度	上 40 度	上 60 度	下 60 度	下 40 度	下 20 度
第 1 次	4	2.1	1.77	1.6	1.58	1.73	1.99
第 2 次	4.2	1.98	1.79	1.61	1.5	1.72	2
第 3 次	3.9	2.05	1.8	1.68	1.55	1.69	1.98
平均	4.03	2.04	1.78	1.63	1.54	1.71	1.99
防塵率	100	49.38	55.83	59.55	61.79	57.57	50.62

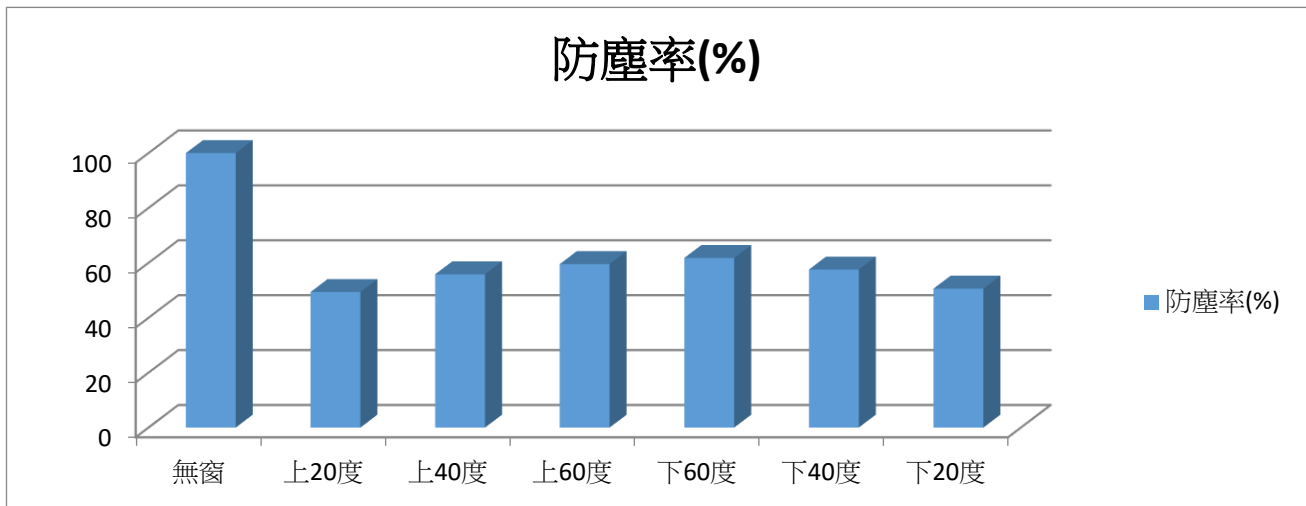


圖4-1:葉片寬2公分不同角度落入模型屋內防塵率

實驗結果角度最大的向下60度效果最佳，而度數相通時效果約略相同。

實驗二.防塵橫向葉片寬4公分在不同角度下落入模型屋內落塵重量及防塵率重量測試

表4-2:葉片寬4公分不同角度落入模型屋內落塵重量及防塵率

落塵克數 (gw)	無窗	上 20 度	上 40 度	上 60 度	下 60 度	下 40 度	下 20 度
第 1 次	4	1.89	1.7	1.64	1.48	1.66	1.91
第 2 次	4.2	1.95	1.72	1.6	1.45	1.7	1.93
第 3 次	3.9	1.97	1.75	1.58	1.44	1.61	1.92
平均	4.03	1.93	1.72	1.6	1.45	1.65	1.92
防塵率	100	52.11	57.32	60.30	64.02	59.06	52.36

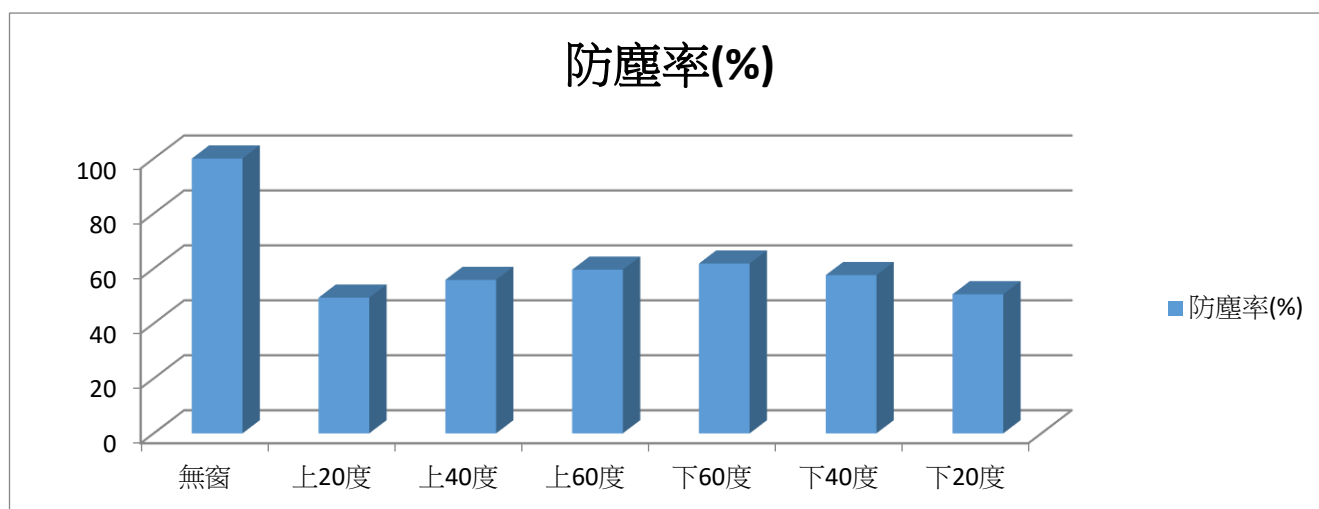


圖4-2:葉片寬4公分不同角度落入模型屋內防塵率

實驗結果角度最大的向下60度效果最佳，而度數相通時效果約略相同。



實驗三.防塵橫向葉片寬8公分在不同角度下落入模型屋內落塵重量及防塵率測試

表4-3:葉片寬8公分不同角度落入模型屋內落塵重量及防塵率

落塵克數 (gw)	無窗	上 20 度	上 40 度	上 60 度	下 60 度	下 40 度	下 20 度
第 1 次	4	1.97	1.65	1.57	1.42	1.57	1.94
第 2 次	4.2	1.98	1.66	1.55	1.41	1.56	1.96
第 3 次	3.9	1.95	1.6	1.59	1.44	1.58	1.95
平均	4.03	1.96	1.63	1.57	1.42	1.57	1.95
防塵率	100	51.36	59.55	61.04	64.76	61.04	51.61

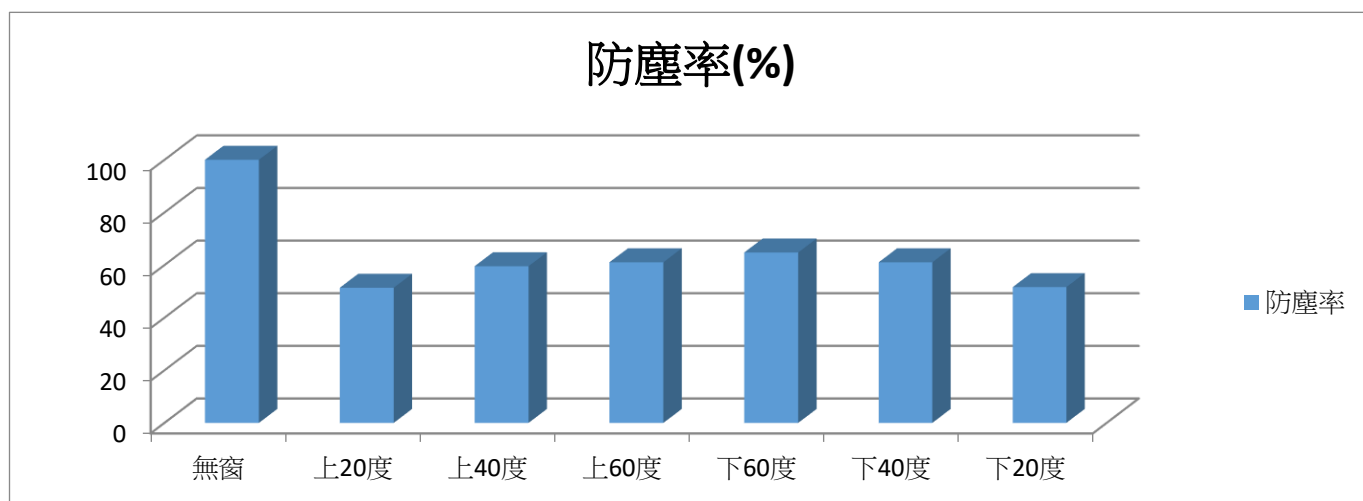


圖4-3:葉片寬8公分不同角度落入模型屋內塵率

由上述實驗結果可得知實驗結果角度最大的向下60度效果最佳，而度數相通時效果約略相同。  
。葉片寬度來看最大的8公分防塵最好。

實驗四. 通風橫向葉片寬2公分在不同角度下模型屋內風速及通風率測試

表4-4:葉片寬2公分不同角度模型屋內風速及通風率

風速(m/s)	無窗	上 20 度	上 40 度	上 60 度	下 60 度	下 40 度	下 20 度
第 1 次	2.8	2.2	1.9	1.2	0.9	1.7	2.4
第 2 次	3	2.4	1.5	1.3	1.2	1.6	2
第 3 次	2.9	2.5	1.7	0.9	1.1	1.8	2.2
平均	2.9	2.37	1.7	1.13	1.07	1.70	2.2
防塵率	100	81.61	58.62	39.08	36.78	58.62	75.86

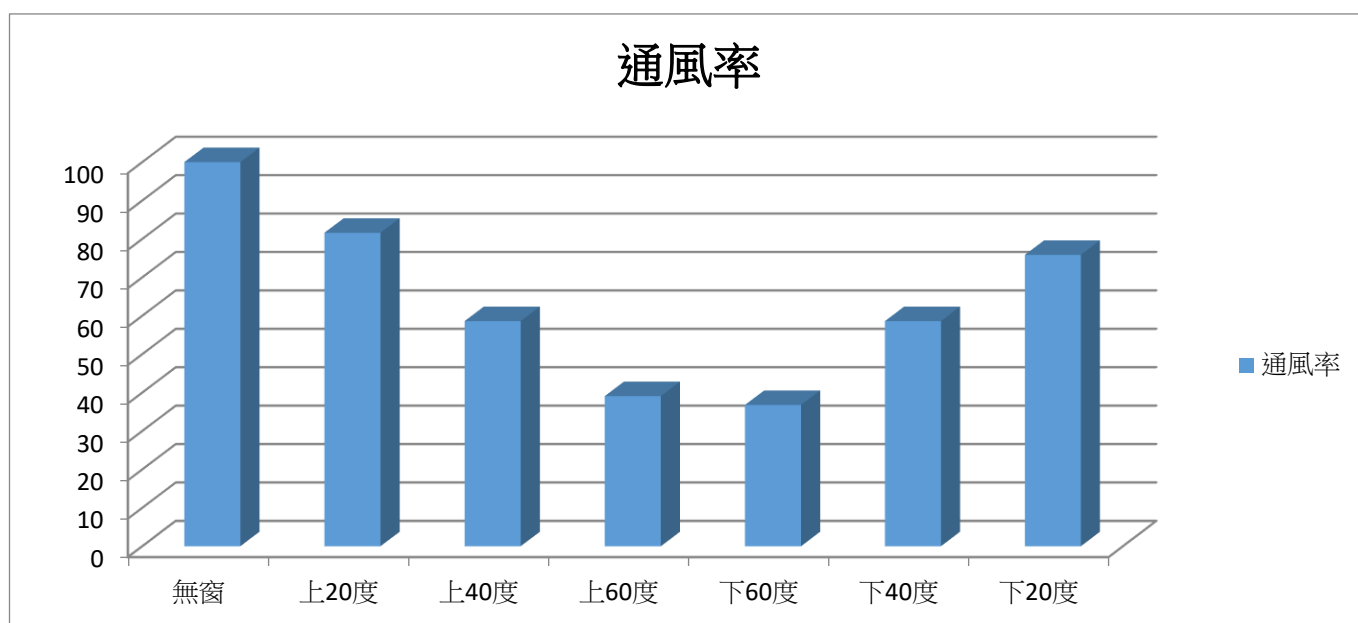
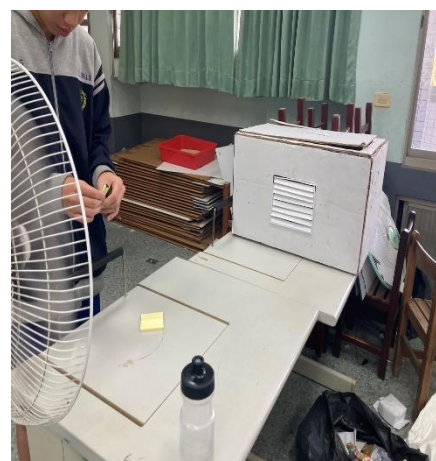


圖4-4:葉片寬2公分不同角度模型屋內通風率

實驗結果通風率角度最大的向下60度效果最差，而度數相通時效果約略相同。

實驗五.通風橫向葉片寬4公分在不同角度下模型屋內風速及通風率測試

表4-5:葉片寬4公分不同角度模型屋內風速及通風率

風速(m/s)	無窗	上 20 度	上 40 度	上 60 度	下 60 度	下 40 度	下 20 度
第 1 次	2.8	2	1.5	1	0.5	1.4	2.4
第 2 次	3	1.9	1.1	0.8	0.8	1	2.1
第 3 次	2.9	2.1	1.2	0.7	0.6	1.2	2.3
平均	2.9	2.00	1.3	0.83	0.63	1.2	2.27
防塵率	100	68.97	43.68	28.74	21.84	41.38	78.16

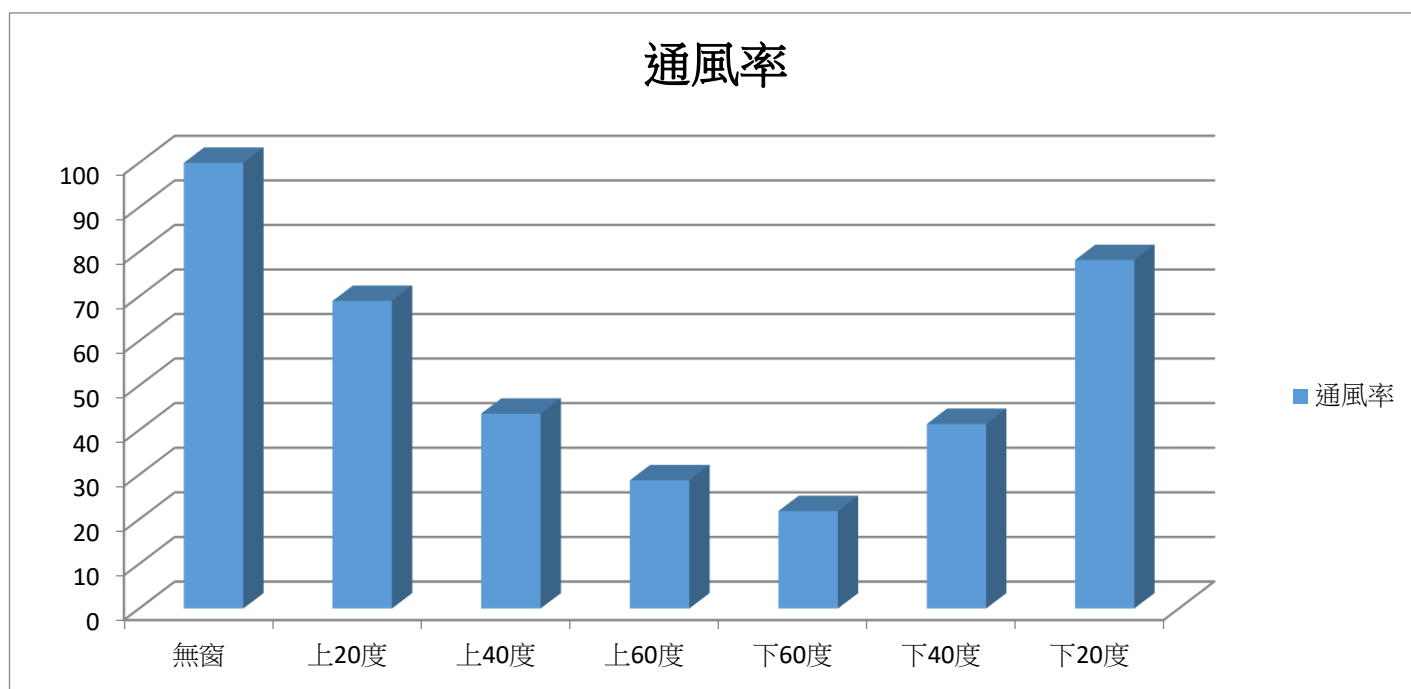


圖4-5:葉片寬4公分不同角度模型屋內通風率

實驗結果通風率角度最大的向下60度效果最差，而度數相通時效果約略相同。

## 實驗六.通風橫向葉片寬8公分在不同角度下模型屋內風速及通風率測試

表4-6: 葉片寬8公分不同角度模型屋內風速及通風率

風速(m/s)	無窗	上 20 度	上 40 度	上 60 度	下 60 度	下 40 度	下 20 度
第 1 次	2.8	1.8	1.6	0.6	0.4	1.6	2.3
第 2 次	3	1.9	1.3	0.6	0.6	1.8	2.5
第 3 次	2.9	2.1	1.4	0.8	0.7	1.5	2.6
平均	2.9	1.93	1.4	0.67	0.57	1.63	2.47
防塵率	100	66.67	49.43	22.99	19.54	56.32	85.06

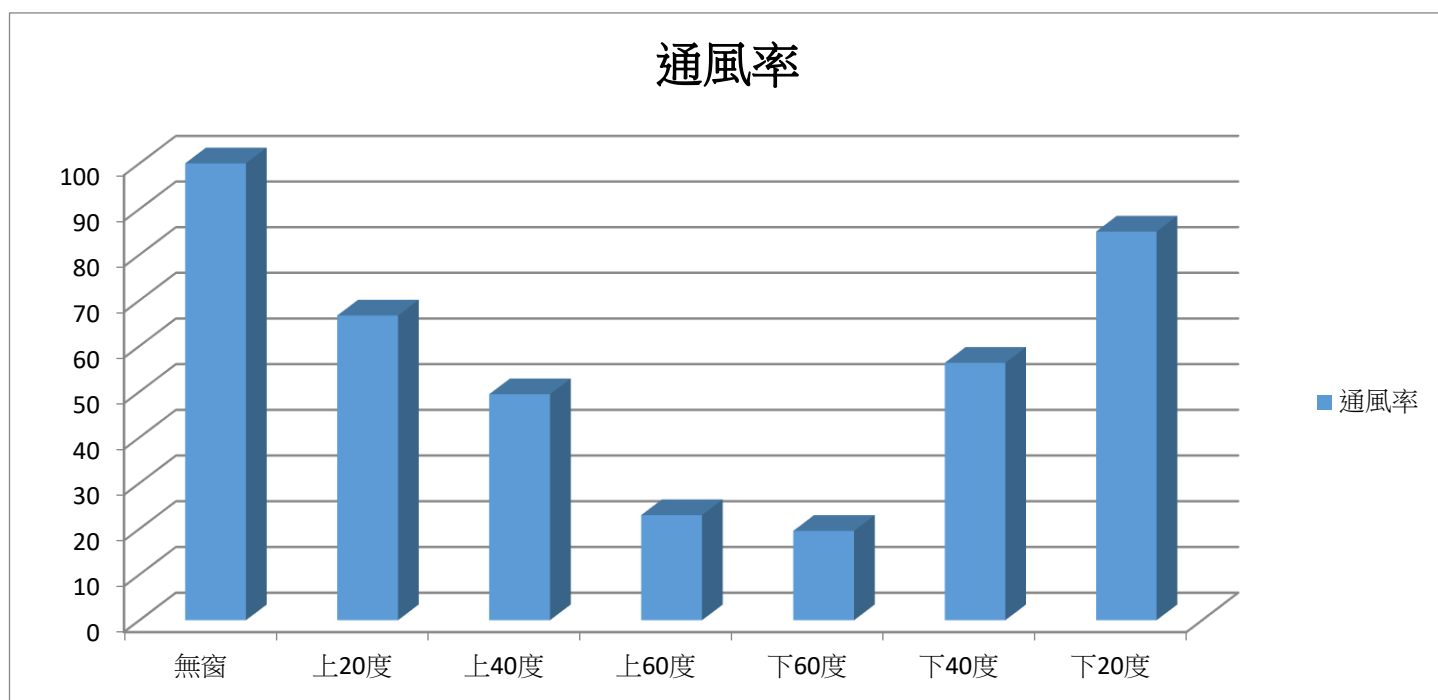


圖4-6:葉片寬8公分不同角度模型屋內通風率

由上述實驗結果可得知，葉片寬度2公分角度20度的通風最好，葉片向上或向下的通風效果幾乎一樣，葉片角度20度通風效果最好是因為，角度小擋到的風較少。

實驗七. 防塵直向葉片寬2公分在不同角度下落入模型屋內落塵重量及防塵率測試

表4-7:葉片寬2公分不同角度落入模型屋內落塵重量及防塵率

落塵克數 (gw)	無窗	左 20 度	左 40 度	左 60 度	右 60 度	右 40 度	右 20 度
第 1 次	4.22	2.65	2.56	2.32	2.36	2.53	2.66
第 2 次	4.24	2.63	2.55	2.34	2.38	2.56	2.69
第 3 次	4.28	2.62	2.5	2.39	2.4	2.54	2.65
平均	4.25	2.63	2.54	2.35	2.38	2.54	2.67
防塵率	100	37.99	40.27	44.66	43.96	40.11	37.21

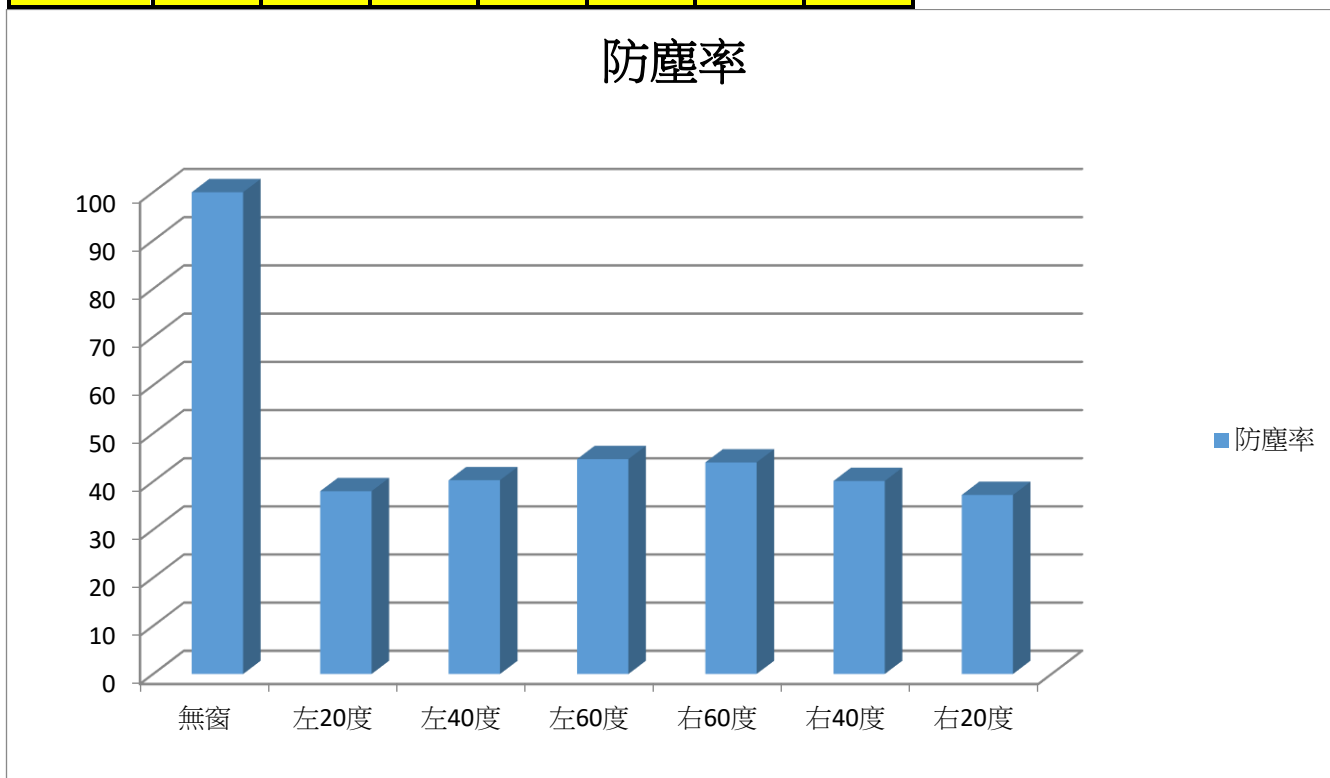


圖4-7:葉片寬2公分不同角度落入模型屋內防塵率

實驗結果角度最大效果最佳，而度數相通時效果約略相同。

實驗八.防塵直向葉片寬4公分在不同角度下落入模型屋內落塵重量及防塵率重量測試

表4-8:葉片寬4公分不同角度落入模型屋內落塵重量及防塵率

落塵克數 (gw)	無窗	左 20 度	左 40 度	左 60 度	右 60 度	右 40 度	右 20 度
第 1 次	4.22	2.01	1.95	1.82	1.87	1.98	2.03
第 2 次	4.24	2	1.98	1.84	1.82	1.92	1.99
第 3 次	4.28	2.03	1.98	1.85	1.88	1.89	1.97
平均	4.25	2.01	1.97	1.84	1.86	1.93	2.00
防塵率	100	52.59	53.61	56.75	56.28	54.55	52.98

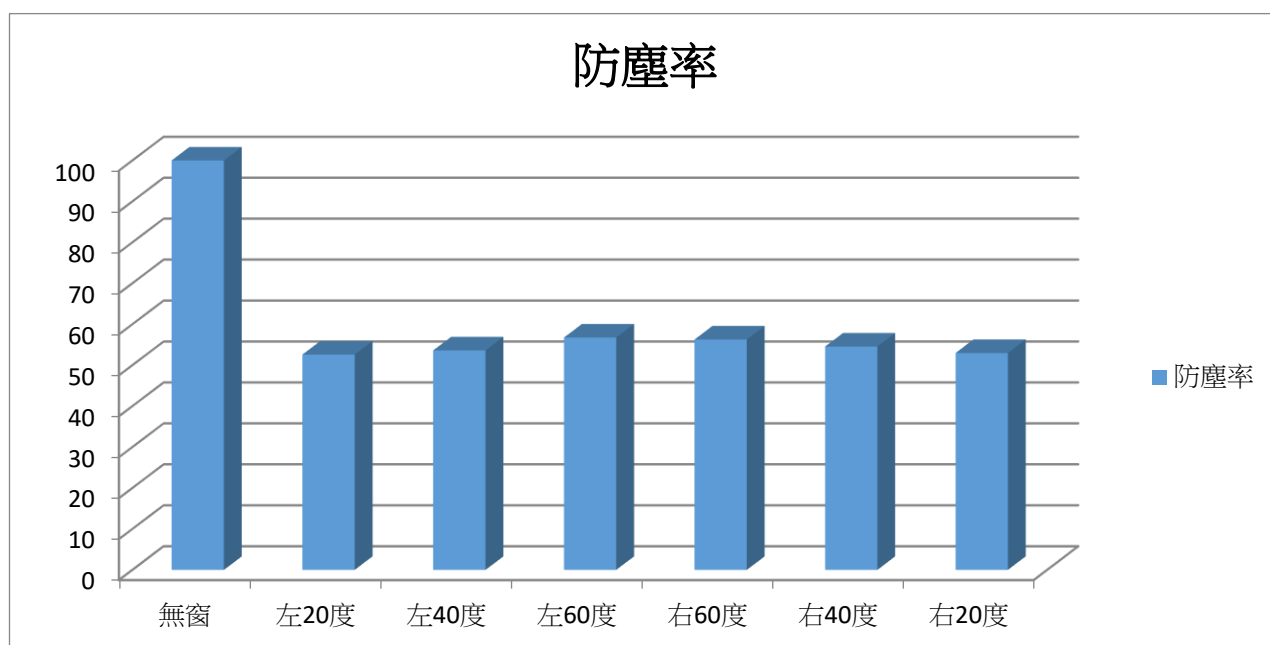


圖4-8:葉片寬4公分不同角度落入模型屋內防塵率

實驗結果角度大的效果最佳，而度數相通時效果約略相同。

實驗九.防塵直向葉片寬8公分在不同角度下落入模型屋內落塵重量及防塵率重量測試

表4-9:葉片寬8公分不同角度落入模型屋內落塵重量及防塵率

落塵克數 (gw)	無窗	左 20 度	左 40 度	左 60 度	右 60 度	右 40 度	右 20 度
第 1 次	4.22	2.05	1.85	1.72	1.72	1.82	2.06
第 2 次	4.24	2.01	1.86	1.75	1.67	1.89	2.04
第 3 次	4.28	1.97	1.82	1.69	1.75	1.85	1.95
平均	4.25	2.01	1.84	1.72	1.71	1.85	2.02
防塵率	100	52.67	56.59	60.50	59.65	56.36	52.51

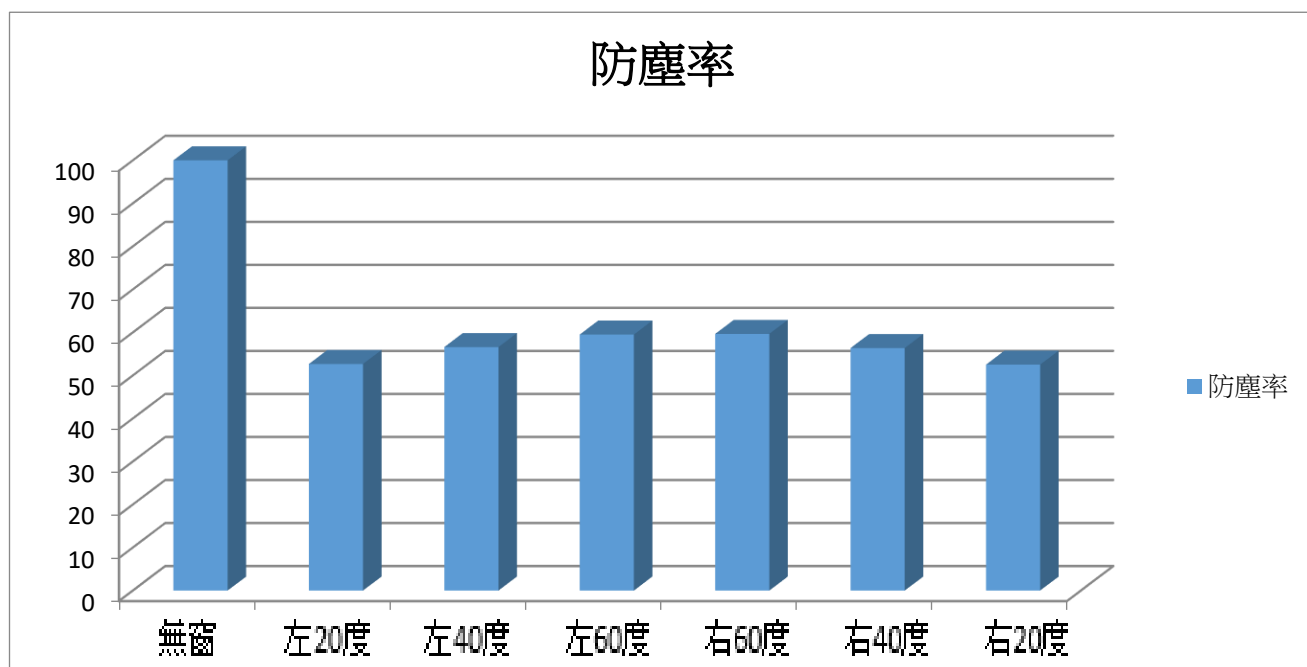


圖4-9:葉片寬8公分不同角度落入模型屋內防塵率

實驗結果角度最大效果佳，而度數相通時效果約略相同。

實驗十.通風直向葉片寬2公分在不同角度下模型屋內風速及通風率測試

表4-10: 葉片寬4公分不同角度模型屋內風速及通風率

風速(m/s)	無窗	左 20 度	左 40 度	左 60 度	右 60 度	右 40 度	右 20 度
第 1 次	2.8	2.3	1.9	1.5	1.5	2.1	2.5
第 2 次	2.6	2.1	1.8	1.6	1.6	2.2	2.4
第 3 次	2.7	2.4	1.7	1.7	1.4	2	2.6
平均	2.7	2.27	1.8	1.6	1.5	2.1	2.5
防塵率	1	83.95	66.67	59.26	55.56	77.78	92.59

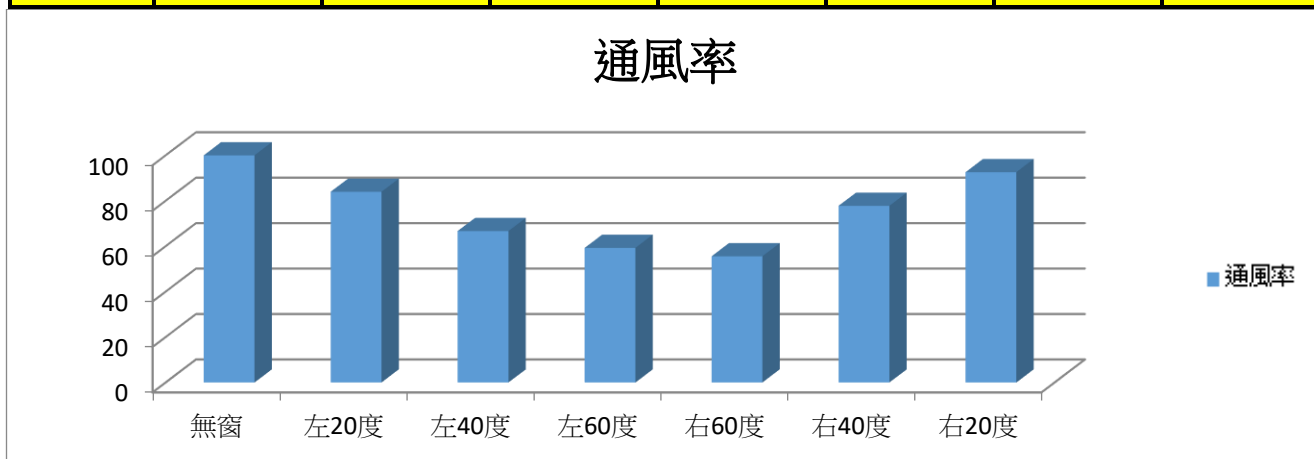


圖4-10:葉片寬4公分不同角度模型屋內通風率

角度相同左右開的方式約相同，夾角小通風好。



實驗十一.通風直向葉片寬4公分在不同角度下模型屋內風速及通風率測試

表4-11: 葉片寬4公分不同角度模型屋內風速及通風率

風速(m/s)	無窗	左 20 度	左 40 度	左 60 度	右 60 度	右 40 度	右 20 度
第 1 次	2.8	1.7	1.4	1.5	1.4	1.5	1.8
第 2 次	2.6	1.5	1.4	1.2	1.3	1.6	1.8
第 3 次	2.7	1.6	1.6	1.6	1.5	1.3	2
平均	2.7	1.6	1.47	1.43	1.4	1.47	1.87
防塵率	100	59.26	54.32	53.09	51.85	54.32	69.14

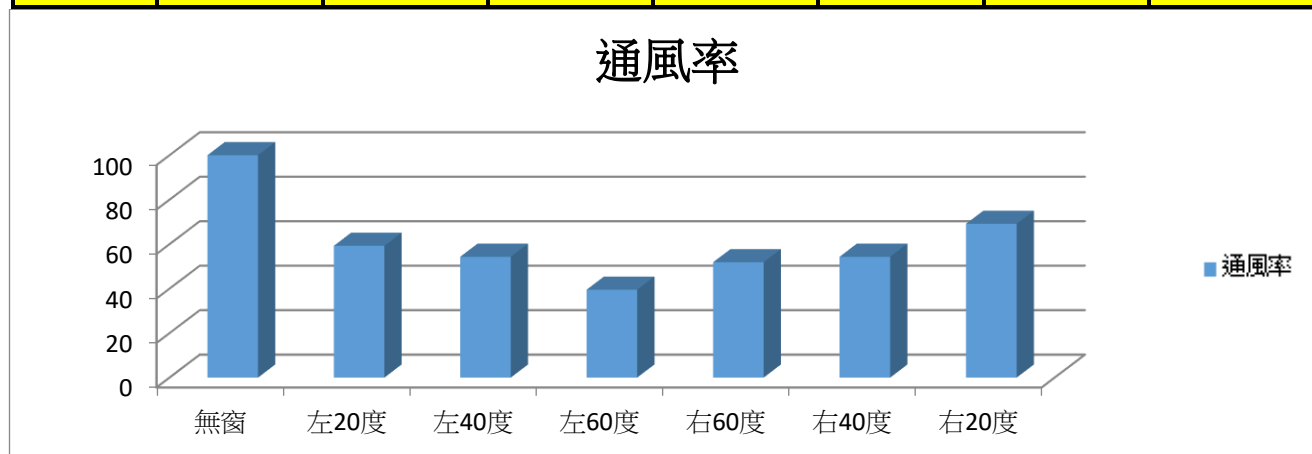


圖4-11:葉片寬4公分不同角度模型屋內通風率

角度相同左右開的方式約相同，夾角小通風好。

實驗十二.通風直向葉片寬8公分在不同角度下模型屋內風速及通風率測試

表4-12: 葉片寬8公分不同角度模型屋內風速及通風率

風速(m/s)	無窗	左 20 度	左 40 度	左 60 度	右 60 度	右 40 度	右 20 度
第 1 次	2.8	2.3	1.9	1.6	1.3	1.7	2.5
第 2 次	2.6	2.3	2	1.5	1.5	1.5	2.4
第 3 次	2.7	2.1	1.9	1.8	1.2	1.8	2.1
平均	2.7	2.23	1.93	1.63	1.33	1.67	2.33
防塵率	100	82.72	71.60	60.49	49.38	61.73	86.42

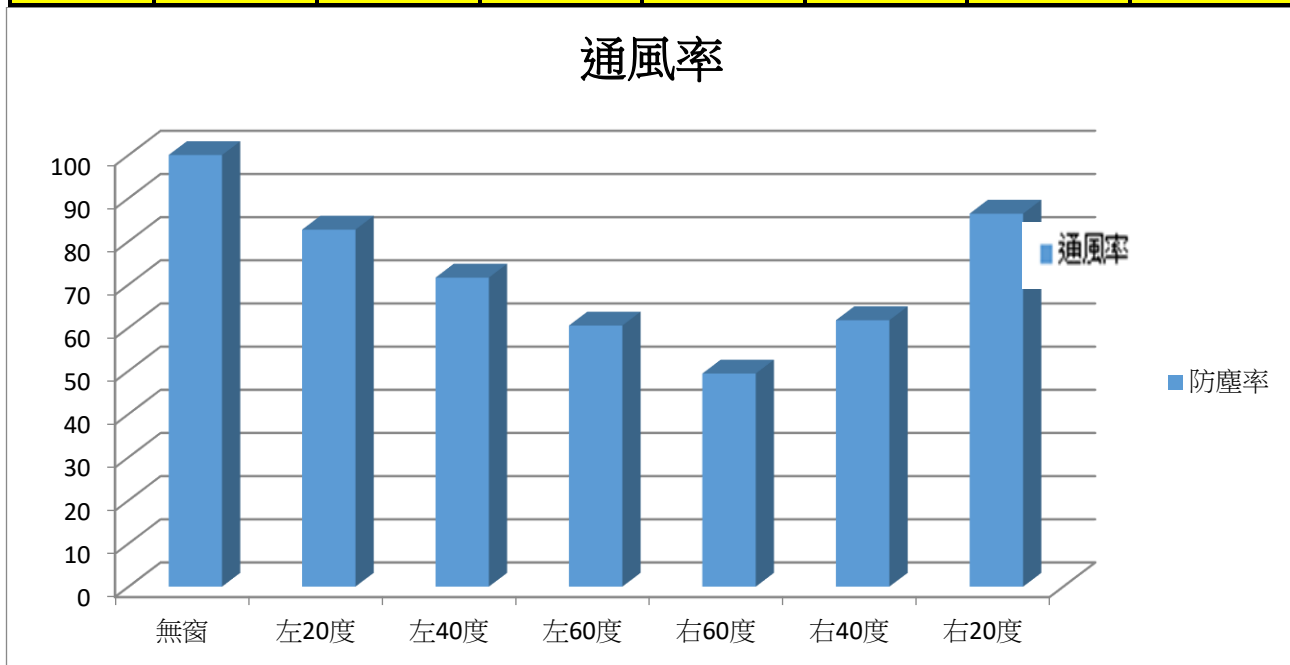


圖4-12:葉片寬8公分不同角度模型屋內通風率

角度相同左右開的方式約相同，夾角小通風好。

## 伍、討論

- 1.經過實驗驗證，通風與防塵是矛盾的事項；通風好則落塵機會大落塵量也就增加。
- 2.實驗結果尚能達到預期效果，但每做下個實驗前也得確實測驗風的來源是否到窗口時的風速是一致的以確定控制變因無誤；也就是此次實驗容易有失誤結果的地方，應加裝自製風洞設施，提高送風的穩定度才會讓實驗增加穩定。
- 2.這次落塵實驗源頭原始落塵量500公克重，每做一次開始到結束約10分鐘。若要增加實驗整體準確度是得增加原始落塵量，以減少實驗誤差方能獲的更好的實驗結果。
- 3.真實進行實驗開頭時，塵土落下原始落下時會有卡住的現象，難免得人為外力碰觸使其繼續落下，但這也增加實驗誤差機率，我們幾番測試過最好拿到的影印紙、透明墊片、海報紙....等材質。經在測試後發現光滑不易卡髒污的海報紙是最可以一洩到完畢的材質。想不到這裝沙容器讓沙子落下也很有學問。
- 4.實作實驗時環境的無風狀態得確實控制，方能減少誤差。

## 陸、結論

- 1.居住環境的舒適美觀性及隱密性是大家所共共同追求的目標；百葉窗的設計就是為住目的而漸進地發展變革已久；力求讓住家具備隱私及保有防塵、透氣、防雨、隔熱.....等諸多生活需求。本實驗目標在尋求百葉窗設施有關寬度及角度設計方式以到達防塵及通風的目標。
- 2.相同大小窗戶上裝寬度不同的百葉窗會有防塵效果上有所差異。**實驗1-3及實驗7-9結果，較寬的百葉窗葉片提供更好的防塵效果**；因為葉片間間距不同會影響塵埃進入的難易程度。葉片之間間距較少，塵埃難以進入。相反，較窄的葉片可能會讓塵埃更容易穿透。因此，在相同大小窗戶上，安裝較寬的百葉窗可有更好的防塵效果。

表6-1防塵率整合

防塵率	20度	40度	60度	60度	40度	20度
直葉片寬 2公分	49.38	55.83	59.55	61.79	57.57	50.62
直葉片寬 4公分	52.11	57.32	60.3	64.02	59.06	52.36
直葉片寬 8公分	51.36	59.55	61.04	64.76	61.04	51.61
橫葉片寬 2公分	37.99	40.27	44.66	43.96	40.11	37.21
橫葉片寬 4公分	52.59	53.61	56.75	56.28	54.55	52.98
橫葉片寬 8公分	52.67	56.59	60.5	59.65	56.36	52.51

防塵率圖表標題

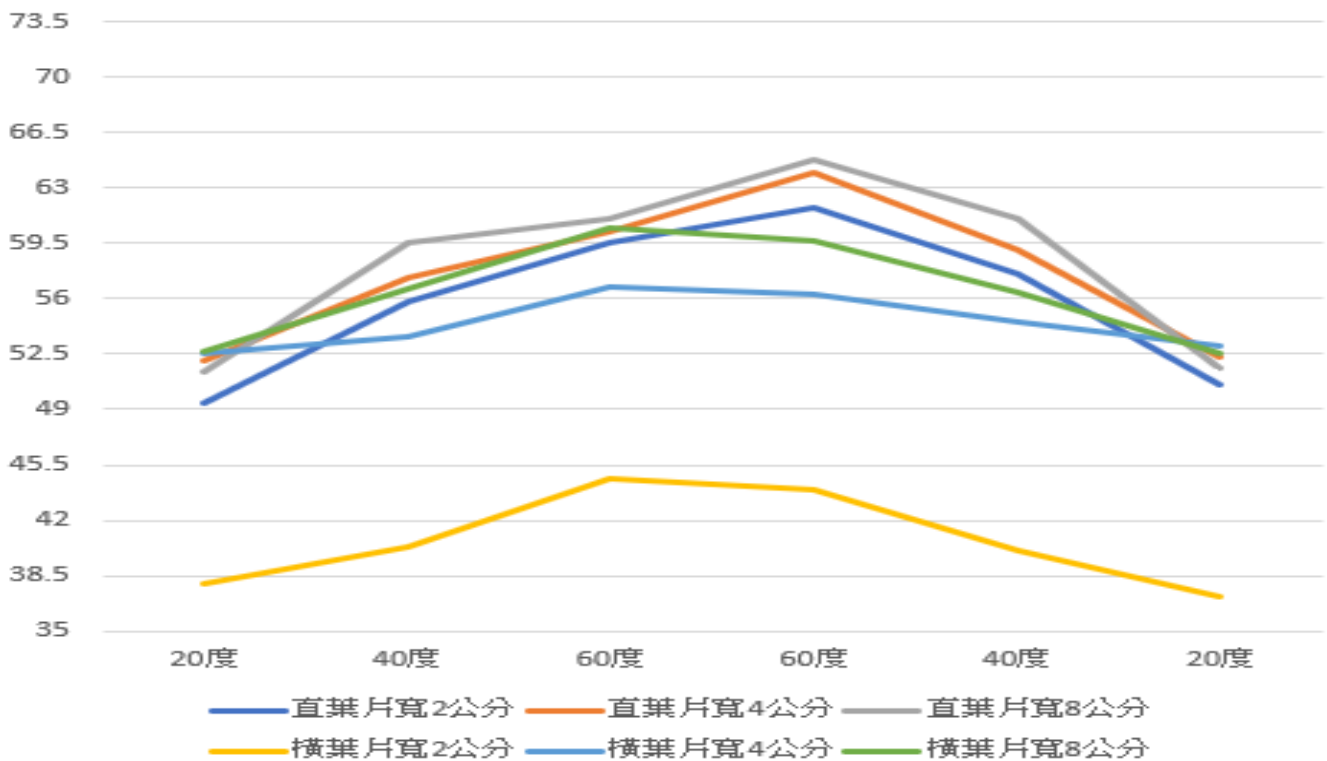


圖6-1防塵率整合圖

- 3.若以相同葉面寬度下做葉面角度與防塵效果探討，實驗發現百葉窗向上或向下的角度會在防止灰塵積聚方面有所不同。實驗結果百葉窗同方向時開60度角時防塵效果最好；同角度時向下開(由屋內向外看時)的效果又比向上的效果好。
- 4.當風吹向60度傾斜的百葉窗時，一部分風會直接進入房間，但另一部分風會被百葉窗反射。反射的風可能會在百葉窗的表面上形成旋渦狀流動，使得風向改變或者形成紊流。這種流動模式可能會影響室內的通風效果；若葉面傾斜向上時反射面向上砂石灰塵關係  
向上傾斜風通常會屋子上方流動，這樣可能會導致較少的外部灰塵被吹進屋內。這樣的設計有助於減少室內的塵埃量。相反，當窗戶的百葉窗向下打開時，風通常會以較水平的方向進入室內，這樣可能會更容易將外部的灰塵吹進屋內。
- 5.若百葉窗固定寬度，左右偏斜角度相同時，防塵效果幾乎無差別。但寬葉面防塵效果仍然優於窄的葉面。就葉面上下左右傾斜狀況來看仍舊是下斜60度防塵較優。雖然寬版有好效果優勢但就美觀上看還是得考慮適合寬度為佳。
- 6.在最後實驗左右斜面影響通風效果部分，以實驗數據看尚能看出角度大，通風率偏差；當然這是因為窗面更趨近於關閉，結果還算合理。其中以葉面寬度最大，角度最小的20度通風測驗裡

但在不同寬度下通風狀況卻看不出趨勢；發現後檢查了窗形狀有無偏斜不整或風速尚有無控制得當問題，幾番檢查下是這樣數據無誤，可能得原因還需再深入研究測試。

表6-2通風率整合

	20度	40度	60度	60度	40度	20度
直葉片寬 2公分	81.61	58.62	39.08	36.78	58.62	75.86
直葉片寬 4公分	68.97	43.68	28.74	21.84	41.38	78.16
直葉片寬 8公分	66.67	49.43	22.99	19.54	56.32	85.06
橫葉片寬 2公分	83.95	66.67	59.26	55.56	77.78	92.59
橫葉片寬 4公分	59.26	54.32	53.09	51.85	54.32	69.14
橫葉片寬 8公分	82.72	71.6	60.49	49.38	61.73	86.42

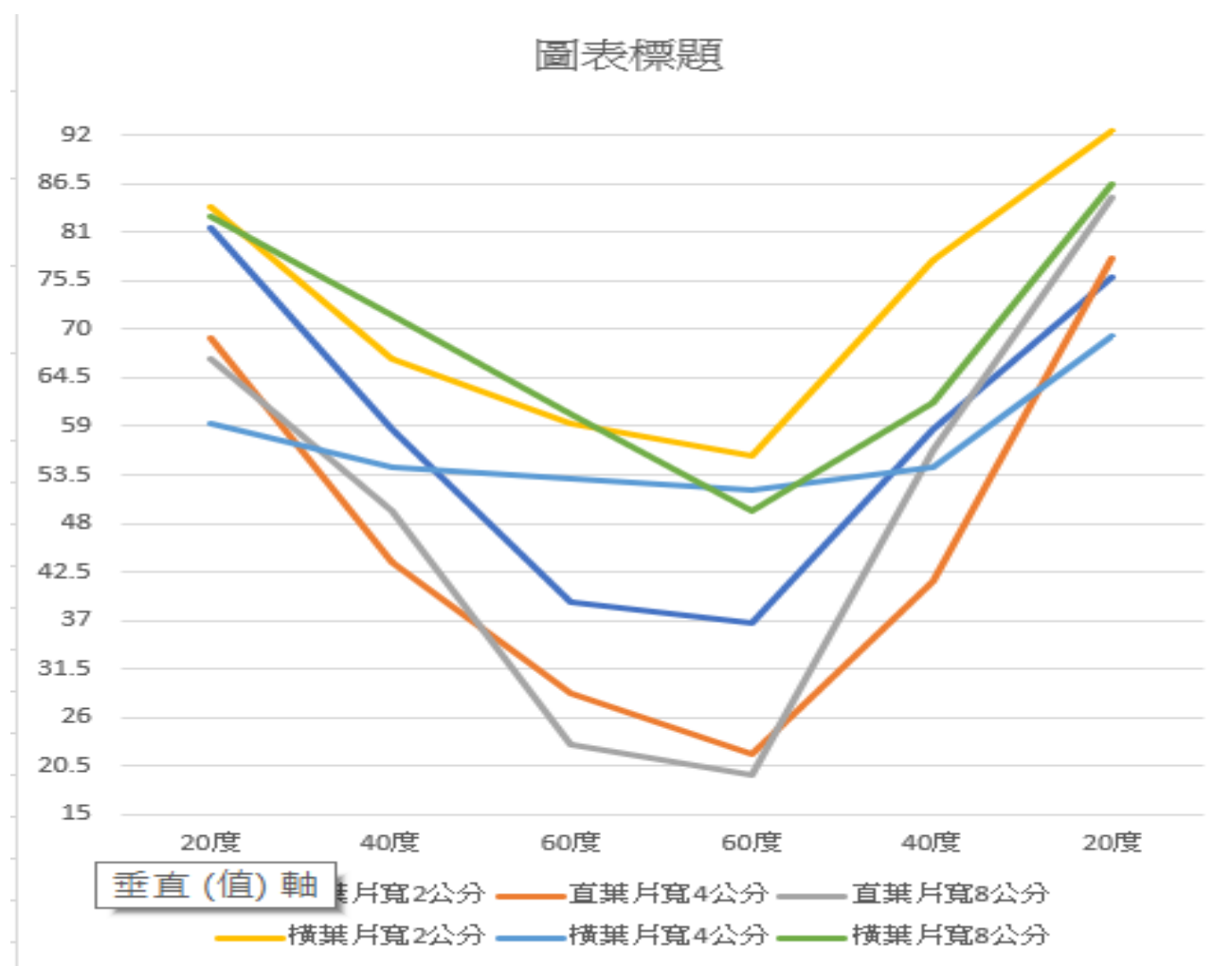


圖6-2通風率整合

## 柒、未來展望

- 1.影響通風或防塵效果，實際影響因素還很多，例如屋子周圍的環境、風向、風力強度等。如果希望最大程度地減少室內的灰塵量，可以考慮根據當地的風向和環境條件調整百葉窗的開合方式或者結合其他防塵措施。
- 2.目前人工智慧裝置盛行，爾後研究方向可由設定飛塵多時自動調整至防塵模式；當飛塵量少以通風良好模式來設計，更智慧人工來讓生活舒適感提升。

## 捌、參考資料及其他

- 1.中華民國建築技術規則 /內政部營建署
- 2.直櫺窗<https://baike.baidu.hk/item/%E7%9B%B4%E6%AC%9E%E7%AA%97/493821>
- 3.百葉窗優缺點。維基百科  
<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E7%99%BE%E8%91%89%E7%AA%97>