

風災防範研究暨蘭陽平原風力調查探討

高小組地球科學科第一名

宜蘭縣力行國民小學

作者：郭豐嘉、陳傑倫

指導教師：李榮春、李昭庸

一、研究動機

暑假中溫妮颱風的過境，暴風圈從東北角橫掃，使得北部及東北部地區災情慘重，靠近山坡地的建築與農作物幾乎無一幸免。想起林肯大郡的斜坡承受不了強大風力雨勢，整片坡面的下滑，整排樓房塌陷實叫人觸目驚心。而我們生活居住的蘭陽平原亦災情不少，住於此更須對我們生活環境加以調查認識。風災可怕，它可不可以預防呢？蘭陽平原三面環山，一面臨海是個畚箕地形，那一地區會承受風力特別嚴重須特別防範的呢？於是我們產生研究動機，關懷我們四周生活環境，在於蘭陽平原展開我們本次的研究活動。

二、研究目的

- 1.研究在同一面積上物體，正面迎風承受不同風力吹襲，該面積所承受風力變化關係如何？
- 2.研究在同一面積上物體，以不同平面角度承受固定風力吹襲，該面積所承受風力變化關係如何？
- 3.研究在同一面積上物體，以不同仰俯角度承受固定風力吹襲，該面積所承受風力變化關係如何？
- 4.研究在同一面積上物體，在離地面不同高度承受固定風力吹襲，該承受風力的變化關係如何？
- 5.研究在同一面積上物體，正面迎風承受固定風力吹襲，該物體前置放不同面積遮避物阻擋時，該物體面積所承受風力變化關係如何？
- 6.研究在同一面積上物體，該物體置放在前面有不同角度的斜面阻隔壁內，以固定風力向內吹襲，該物體面積承受風力變化關係如何？
- 7.蘭陽平原風力調查探討

三、研究器材和設備

鐵釘、保力龍、木片、塑膠盒、竹筷、鐵絲、膠帶、電鑽、指南針、照相機、電熱膠、腳架、小刀、剪刀、秤秤、刀片、剪刀、泡綿。

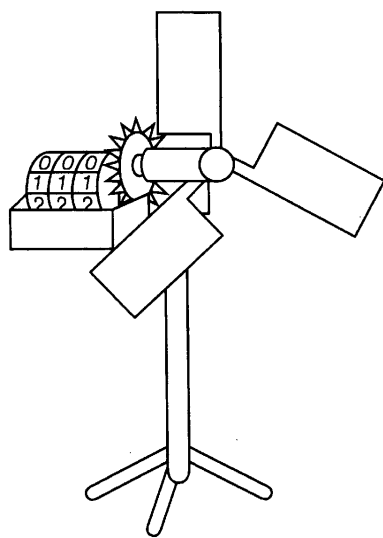
四、研究過程和方法

在研究探討主題前，首先須研究過程構思及研究器材準備製作

- 1.風災的防範研究必須先研究風力吹襲對該物體面所承受風力各種變因加以探討，從它的變因影響找出防範之道。
- 2.要研究風力影響變因必須有明確的研究實驗數據來研判比對，找出合乎邏輯的分析。
- 3.研究風力的影響實驗必須有風力測量器來記錄數據，於是我們自行設計製作簡易風力測量轉速器

製作方法：

- 1.裁剪三片長15公分寬7公分的防水泡綿做為三個葉片，中間固定在一隻轉軸，形成一個三螺旋轉片。
- 2.軸心連結一圓型竹籤棒，末端粘上一只半徑0.5公分齒輪，中間套一塑膠管，套管下粘一10公分木棒支撐。
- 3.將報廢的錄音機內的轉速數字器拆下，固定在支撐木棒上，並將內部的齒輪與軸心竹籤棒的齒輪連結一起，當葉片受風吹襲軸心套管內竹籤棒轉動，末端的齒輪就轉動，而連結的轉速器內的齒輪也轉動進而數字表亦轉動，如此可讀出葉片轉了幾轉有了測量的數據。如右圖



研究一、

研究在同一面積上物體，正面迎風承受不同風力吹襲，該面積所承受風力變化關係如何？

問題思考→

我們在吹電扇時如將電量開較大時，風吹拂臉上會覺壓力很大，那風力大小與受風面力量是否有相關。

求證方法解析→

以三段式電扇，用三種不同風力吹襲簡易風力測量轉速器，來觀察轉速變

化。

實驗方法(一)

1. 首先準備一台電扇三段式，第一段40秒／轉最強，第二段25秒／轉次強，第三段10秒／轉最弱。
2. 將簡易風力測量轉速器，固定在一定位。
3. 將電扇置於簡易風力測量轉速器前一公尺處，分三段強中弱吹襲。
4. 每段風力吹襲一分鐘，實驗七次取平均值並記錄。

實驗一、數據收集：

| 次數 電力 | 第一次 | 第二次 | 第三次 | 第四次 | 第五次 | 第六次 | 第七次 | 平均 |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 第一段 | 225轉 | 232轉 | 227轉 | 234轉 | 222轉 | 229轉 | 218轉 | 227轉 |
| 第二段 | 191轉 | 187轉 | 192轉 | 195轉 | 189轉 | 196轉 | 188轉 | 191轉 |
| 第三段 | 109轉 | 111轉 | 105轉 | 107轉 | 112轉 | 106轉 | 104轉 | 108轉 |

實驗一、結果：

由第一項實驗比對實驗數據以第一段最強電力的風力吹襲，葉片平均旋轉數最多、第二段次之、第三段旋轉數最少。所以一個物體的受風體的受風面受風壓力與風力大小成遞增。

實驗一、討論分析：

由本項實驗推論，當風力越強時，一個物體受風面承受的風壓就越大。一個受風面積越大相對風力對物體受風面承受的推力就越多。

以林肯大郡災害，觀看受災區的坡面，範圍又高又長整個坡面需承受的強風風壓非常的大，如無妥善的導風排水及堅固的地錨，這災害的發生是可悲的。

研究二、

研究在同一面積上物體，以不同平面角度承受固定風力吹襲，該面積所承受風力變化關係如何？

問題思考→

每當颱風的強風吹襲時，在同一區域有些房子正面鐵門都被吹陷，但有些房子卻完好不受影響。再細部觀察雖屬同一區域但房子座落朝向不同卻完好不受影響。這受風角度難到這麼有關係嗎？我們再實驗。

求證方法解析→

利用簡易風力測量轉速器，以面向各種不同受風角度，以固定風力吹襲來求

取相互變化關係。

實驗方法（二）

- 1.與實驗一同。
- 2.將電扇置於簡易風力測量轉速器前一公尺處，面向電扇風向角度分0度、30度、60度、90度、120度、150度、180度、七種受風角度。
- 3.每種角度以第一段40秒／轉最強的風力來吹襲一分鐘，實驗吹襲七次取平均值，並將實驗數據記錄分析。

實驗二、數據收集：

| 次數 角度 | 第一次 | 第二次 | 第三次 | 第四次 | 第五次 | 第六次 | 第七次 | 平均 |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0度 | 0轉 | 0轉 | 0轉 | 0轉 | 0轉 | 0轉 | 0轉 | 0轉 |
| 30度 | 68轉 | 64轉 | 71轉 | 66轉 | 64轉 | 69轉 | 72轉 | 67轉 |
| 60度 | 142轉 | 139轉 | 140轉 | 144轉 | 138轉 | 140轉 | 136轉 | 139轉 |
| 90度 | 219轉 | 225轉 | 230轉 | 226轉 | 223轉 | 228轉 | 231轉 | 226轉 |
| 120度 | 135轉 | 141轉 | 132轉 | 138轉 | 142轉 | 140轉 | 136轉 | 137轉 |
| 150度 | 61轉 | 64轉 | 70轉 | 71轉 | 66轉 | 63轉 | 67轉 | 66轉 |
| 180度 | 0轉 | 0轉 | 0轉 | 0轉 | 0轉 | 0轉 | 0轉 | 0轉 |

實驗二、結果：

由第二項實驗比對實驗數據，當風扇對簡易風力測量轉速器從0度開始吹襲實驗、角度越大葉片的旋轉數就逐漸增加，到達正面受風90度時葉片旋轉數最多，再超過90度後葉片旋轉又逐漸遞減。

實驗二、討論分析：

由本項實驗推論，當風力正面90度直接吹襲一個物體，受風面承受的風壓是最大，與風力吹襲方向平行時風力對物體受風面影響就越小。我們在建築物建築設計上須考量受風面建築的安全性，承受的風壓非常大的正面受風面必須裝設防風阻隔板盡量將災害的發生減到最低。

研究三、

研究在同一面積上物體，以不同仰俯角度承受固定風力吹襲，該面積所承受風力變化關係如何？

問題思考→

我們常看到一些斜頂屋，它除了能順利排水以及防熱以外是否亦能有效導引強風的風壓，又山壁的斜坡它的斜角過於垂直時是否比較容易遭受強大風壓的影響？面對受風面的仰俯角與承受風壓有什麼關係？

求證方法解析→

利用簡易風力測量轉速器，面向風向以各種不同仰俯受風角度，以固定風力吹襲來求取相互變化關係。

實驗方法（三）

1. 首先準備一台電扇三段式，以第一段40秒／轉最強的風力來吹襲。
2. 將電扇置於簡易風力測量轉速器前一公尺處，面向電扇風向仰俯角度分0度、30度、60度、90度、120度、150度、180度、七種受風角度。
3. 每種角度以第一段40秒／轉最強的風力來吹襲一分鐘，實驗吹襲七次取平均值，並將實驗數據記錄分析。

實驗三、數據收集：

| 次數 仰俯角 | 第一次 | 第二次 | 第三次 | 第四次 | 第五次 | 第六次 | 第七次 | 平均 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0度 | 0轉 | 0轉 | 0轉 | 0轉 | 0轉 | 0轉 | 0轉 | 0轉 |
| 30度 | 62轉 | 65轉 | 73轉 | 62轉 | 69轉 | 61轉 | 71轉 | 66轉 |
| 60度 | 137轉 | 144轉 | 135轉 | 141轉 | 132轉 | 146轉 | 138轉 | 139轉 |
| 90度 | 221轉 | 227轉 | 226轉 | 224轉 | 225轉 | 229轉 | 235轉 | 227轉 |
| 120度 | 131轉 | 138轉 | 133轉 | 140轉 | 139轉 | 133轉 | 135轉 | 135轉 |
| 150度 | 72轉 | 65轉 | 71轉 | 69轉 | 62轉 | 61轉 | 65轉 | 66轉 |
| 180度 | 0轉 | 0轉 | 0轉 | 0轉 | 0轉 | 0轉 | 0轉 | 0轉 |

實驗三、結果：

由第三項實驗比對實驗數據，當風扇對簡易風力測量轉速器平角0度開始吹襲實驗、角度越大葉片的旋轉數就逐漸增加，到達正面垂直受風90度時葉片旋轉數最多，再超過90度後葉片旋轉又逐漸遞減。

實驗三、討論分析：

當風力正面仰角到90度直接吹襲一個物體，受風面承受的風壓是最大，與風力吹襲方向平行平角時風力對物體受風面影響就越小。

研究四、

研究在同一面積上物體，在離面不同高度承受固定風力吹襲，該面積所承受風力變化關係如何？

問題思考→

我們常看到一些建築都在高高的山坡上，而颱風一來較高地勢的建築以及山路都遭受嚴重破壞，這地勢高低角與承受風壓有什麼關係？

求證方法解析→

找尋適當地點最容易受風地方的大樓，利用簡易風力測量轉速器，以多種不同高度來做實地探勘測量實驗。

實驗方法（四）

- 1.將簡易風力測量轉速器面向風向從平地開始測量。
- 2.再來面向風向置放於該大樓二到六樓平台。
- 3.在大樓場地風力恆吹非常平均，取值較準確每個實驗地置放10分鐘，逐樓而上依次做七次，記錄葉片旋轉數平均值。

實驗四、數據收集：

| 次數 樓層 | 第一次 | 第二次 | 第三次 | 第四次 | 第五次 | 第六次 | 第七次 | 平均 |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 一樓 | 102轉 | 91轉 | 89轉 | 103轉 | 98轉 | 88轉 | 105轉 | 96轉 |
| 二樓 | 148轉 | 143轉 | 168轉 | 156轉 | 144轉 | 161轉 | 152轉 | 153轉 |
| 三樓 | 183轉 | 176轉 | 179轉 | 188轉 | 159轉 | 182轉 | 171轉 | 176轉 |
| 四樓 | 206轉 | 198轉 | 219轉 | 203轉 | 196轉 | 199轉 | 205轉 | 204轉 |
| 五樓 | 293轉 | 281轉 | 285轉 | 301轉 | 288轉 | 275轉 | 279轉 | 286轉 |
| 六樓 | 357轉 | 361轉 | 373轉 | 358轉 | 365轉 | 361轉 | 370轉 | 363轉 |

實驗四、結果：

由第四項實驗比對實驗數據，當簡易風力測量轉速器從置放平地開始受風實驗、高度越高葉片的旋轉數就逐漸增加，到達發射台鐵架上時葉片旋轉不停止旋轉數最多，所以經本項實地測試，得知風力的強弱與地勢高度成遞增狀態。

實驗四、討論分析：

由本項實驗推論，當風力正面直接吹襲一個物體，受風面承受的風壓是隨著地勢的增高而增加。每當颱風吹襲時常看到最頂樓的加蓋鐵皮屋受損最嚴重。而我們在建築物建築設計上屋頂的設計美觀以外多數以斜面來減少風壓的影響。

研究五、

研究在同一面積上物體，正面迎風承受固定風力吹襲，該物體前置放不同面積遮避物阻擋時，該物體面積所承受風力變化關係如何？

問題思考→

我們在現場實驗回程看到鄉下的瓦屋都在一個個的竹圍內，歷經多少颱風的侵襲還是一樣完好無損。一日間田園中央的獨立瓦屋只靠著四週的竹子圍住，居然有這麼大的功用。這遮避阻隔物與受風物體受風面的關係變化又如何？

求證方法解析→

模擬設立阻隔物，以不同的間距不同阻隔面積，來模擬阻擋看簡易風力測量轉速器在固定風力下葉片旋轉的變化。

實驗方法（五）

- 1.將簡易風力測量轉速器面向風向擺在固定位置。
- 2.再來準備一台電扇三段式，以第一段40秒／轉最強的風力來吹襲。
- 3.依次將電扇置於簡易風力測量轉速器前40公分處。
- 4.在電扇與簡易風力測量轉速器中間擺設阻隔物體。
- 5.阻隔物體以保麗龍製作，高50公分寬5公分下鑲粘木片、中心以鐵釘穿入可轉動共製作7片成一百葉窗組。
- 6.實驗時從左閉1片阻隔受風1分鐘，記錄測量轉速器葉片轉幾轉。
- 7.再次左閉2片、3片……6片、全閉、阻隔記錄各葉片轉數。

實驗五、數據收集：從左開始逐次關閉阻隔片記錄葉片受風轉速

| 次數 阻 隔 數 | 第一次 | 第二次 | 第三次 | 第四次 | 第五次 | 第六次 | 第七次 | 平 均 |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 全 開 | 201轉 | 196轉 | 185轉 | 203轉 | 199轉 | 185轉 | 204轉 | 196轉 |
| 閉一片 | 188轉 | 179轉 | 172轉 | 177轉 | 181轉 | 171轉 | 180轉 | 178轉 |
| 閉二片 | 160轉 | 156轉 | 161轉 | 152轉 | 146轉 | 151轉 | 159轉 | 155轉 |
| 閉三片 | 139轉 | 132轉 | 121轉 | 130轉 | 123轉 | 122轉 | 119轉 | 126轉 |
| 閉四片 | 89轉 | 93轉 | 95轉 | 84轉 | 85轉 | 99轉 | 93轉 | 91轉 |
| 閉五片 | 0轉 | 0轉 | 0轉 | 0轉 | 0轉 | 0轉 | 0轉 | 0轉 |
| 閉六片 | 0轉 | 0轉 | 0轉 | 0轉 | 0轉 | 0轉 | 0轉 | 0轉 |

實驗五、結果：

由第五項實驗比對實驗數據，當簡易風力測量轉速器從置放定位開始受風實驗、阻隔物面積越少時，葉片的旋轉數就越多，當阻隔物面積隔物面積越多時，葉片的旋轉數就越少，由本項實驗數據應證：

受風物體承受風力的影響與阻隔物面積的多寡成遞減狀態。

實驗五、討論分析：

平時我們居家防範風災就必須注重水土的保持，山林樹木除鞏固土石外，它還有遮避阻擋強勁風力的效果。在田園中間的獨立瓦屋，能承受多少寒暑的強勁風力而不倒，竹圍是它最佳的保護網。

研究六、

研究在同一面積上物體，該物體置放在前面有不同角度的斜面阻隔壁內，以固定風力向內吹襲時，該物體面積所承受風力變化關係如何？

問題思考→

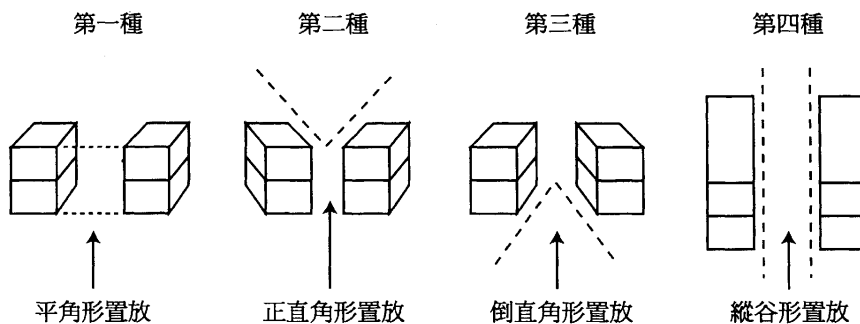
新聞報導林肯大郡最靠近斜坡下一整排建築物的下陷傾斜是在八點多風雨最強勁的時候，要倒塌前二十分鐘該棟建築已開始搖晃，這風速極快速的吹襲山谷產生推力地錨斷裂，而風勢循地勢吹襲，而這山勢不同缺口大小是否會產生風力加速效應呢？這山谷不同缺口入角角度與物體受風面承受風壓關係變化又如何？

求證方法解析→

模擬設立立體壁，以不同的缺口角度來模擬風力通過，觀察簡易風力測量轉速器在不同缺口入角角度，風力對葉片旋轉的變化。

實驗方法（六）

- 1.準備一台電扇三段式，以第一段40秒／轉最強的風力來吹襲。
- 2.依次將電扇置於簡易風力測量轉速器前方1公尺處。
- 3.準備長50公分×寬40公分×高35片的塑膠箱四只，擺在簡易風力測量轉速器與電扇中間。
- 4.實驗時兩箱塑膠箱堆起模擬山谷山壁、以四種不同風吹切入角擺置



以上每種吹七次取平均值記錄葉片轉數。

實驗六、數據收集：

| 次數 切入角 | 第一次 | 第二次 | 第三次 | 第四次 | 第五次 | 第六次 | 第七次 | 平均 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 第一種 | 108轉 | 119轉 | 104轉 | 116轉 | 109轉 | 120轉 | 111轉 | 112轉 |
| 第二種 | 127轉 | 120轉 | 119轉 | 117轉 | 122轉 | 126轉 | 125轉 | 122轉 |
| 第三種 | 78轉 | 82轉 | 75轉 | 72轉 | 75轉 | 79轉 | 73轉 | 76轉 |
| 第四種 | 145轉 | 152轉 | 141轉 | 149轉 | 150轉 | 146轉 | 148轉 | 147轉 |

實驗六、結果：

由第六項實驗比對實驗數據，當簡易風力測量轉速器從置放定位開始受風實驗、受風切入角成第四種縱谷形時，葉片的旋轉數是最多，受風面所承受的風壓最大。而以第三種倒直角形風切入角葉片的旋轉數是最少，受風物體受風面承受風壓的影響也最少。

實驗六、討論分析：

由本項實驗推論，當風力正面直接吹襲一個物體，受風面承受的風壓是隨地形地物有所改變。

研究七、蘭陽平原風力調查探討：

我們在前六項實驗中，研究一物體受風面它承受風力影響各種變因不同，所得受風壓亦不同，我們從其間相互關係來研究防範之道。進而將我們的研究實驗落實在我們的生活周遭，關懷我們鄉土從事我們蘭陽平原風力調查探討，將我們研究與實際結為一體。

調查主體分為六大項：沿海、平地、丘陵、河口、山地、山谷

調查一、蘭陽平原沿海地區風力風向調查

調查二、蘭陽平原平地地區風力風向調查

調查三、蘭陽平原丘陵地區風力風向調查

調查四、蘭陽平原河口地區風力風向調查

調查五、蘭陽平原山地地區風力風向調查

調查六、蘭陽平原山谷地區風力風向調查

調查時間：86.09.28——86.11.09選擇全縣區57個測量點，攜帶自製簡易風力測量轉速器、自製風向儀、指南針每地測量20分鐘記錄。受限於篇幅57個測量點數據（省略）

研究七、蘭陽平原風力風向調查結果：

在本項研究經半個多月實地測量蘭陽地區風力風向的分佈結構中發現：

- 1.在入秋季節裡，沿海地區風力最為強勁，其中又以海岸靠近中心點過嶺、東港沿岸為最強盛。
- 2.在平地的風向風力測量以沿蘭陽平原中心貫穿的鐵路沿線為調查主體。在平原的北端、與南端風力較大、風向較難定位，在平原的中心風力較弱，風向較固定。
- 3.蘭陽地區丘陵山麓分佈不少，風力分佈較平均，風向較不定性。
- 4.在各溪河出海口的風力比較，以蘭陽溪出海口風力相當強勁，是各溪流出口之最。
- 5.在本縣數個知名高山風力風向調查發現，入秋季節偏北或東北風較多，與沿海偏東風或東北風有所不同，又不同時段又有不同風向，這高山氣候較難掌控。
- 6.在山谷風力風向的調查，本縣山谷與海岸線垂直者風力較強盛，與海岸線平行者風力較緩和。

五、心得感想

本次研究風災防範研究暨蘭陽平原風力調查探討，主要有感於風災之可怕，人類生存無時無刻需與大自然搏鬥，我們求知就是要與生活息息相關的人、事、地、物結合，大家共同的來研究防範。

在我們模擬六項研究中，在建築物受風角度、阻隔物、建築高度、阻隔角度等等的防範風災研究，經過我們實地蘭陽平原風力風向測量中，發現：山谷少有建築、山麓造林、高山禁止砍伐、沿海廣造防風林，我們已在受過無數生命財產損失中學到教訓，亦使我們深深覺得雖然調查辛苦但研究得有價值。

六、結論

- 1.由研究一得知：一個物體的受風面受風壓力與風力大小成遞增。當風力越強時，一個物體受風面承受的風壓就越大。一個受風面積越大相對風力對物體受風面承受的推力就越多。
- 2.由研究二得知：受風角度越大葉片的旋轉數就逐漸增加，到達正面受風90度時葉片旋轉數最多，再超過90度後葉片旋轉又逐漸遞減。
- 3.由研究三得知當風力正面仰角到90度直接吹襲一個物體，受風面承受風壓最大，與風力吹襲方向平行風力對物體受風面影響就越小。

- 4.由研究四得知風力的強弱與地勢高度成遞增狀態。
- 5.由研究五得知受風物體承受風力的影響與阻隔物面積的多寡成遞減。
- 6.由研究六得知：受風切入角成第四種縱谷形時，葉片的旋轉數是最多，受風面所承受的風壓最大。倒直角形風切入角葉片的旋轉數是最少，受風物體受風面承受風壓的影響也最少。

七、參考資料

- 1.小牛頓雜誌
- 2.普通氣象學——正中書局
- 3.中華兒童百科全書
- 4.蘭陽風土
- 5.宜蘭縣總體規劃簡介

評語

- 1.作者利用自製簡易的風力觀測儀器，比較不同的環境下的風力影響，以探討減少風災的方法，並對蘭陽平原的風向與風力，做初步的觀測分析。
- 2.本作品善於利用周遭的工具，設計簡易的儀器是相當難得的。
- 3.整個研究的構想，及推理過程，均符合科學學習精神，也頗適合國小學生的程度。