

風兒多可愛－擋風牆的設計與應用

國中組應用科學科第一名

台中縣立清水國民中學

作 者：楊耀程、楊永全
謝長其、黃鐘銘
指導教師：韓順興、張錫坤

一、研究動機

聯課活動時，我們參加科學研習組，老師帶我們去參觀台中港，想要了解港灣設計。路途中，強烈的東北季風使我們的腳踏車幾乎無法前進，我們心想：住在海邊的人真是不幸啊！到了台中港，裏面的港灣技術人員一一為我們介紹，走到兩座像馬的貨櫃架前，談到最近因為東北季風的影響，使得貨櫃架無法順利作業，貨櫃船停留的時間過久，影響了台中港的營運。回來之後，我們決定著手展開「擋風牆的設計與應用」這項研究工作，以期有效控制沒有污染的風能。

二、研究目的

- 1.尋找良好的風源，使風的大小和方向均能加以控制。
- 2.自製數種風速計，比較各種風速計的優劣及適用性，並對設計的擋風牆作測試，找出最好的擋風牆。
- 3.探討擋風牆的應用及擋風範圍與高度的關係。

三、研究器材設備

- | | | |
|---------|------------------------------|----------|
| 1.電風扇兩台 | 2.鐵片 8 片、鐵網三塊（井 8，井 26，井 40） | |
| 3.自製風箱 | 4.玩具小馬達 | 5.安培計……。 |

四、研究過程

〔主題一〕：風源的設計：

(一)方法：

1. 製作一個與電風扇約相等的木箱。

2. 在箱內改變了幾種障礙物，分別如下：

(1) 對照組：不加任何東西。

(2) ㄩ：在箱前加一塑膠套。

ㄩ：在箱內 15 、 30 、 45 公分等處設置三片井 40 鐵網。

ㄇ：在箱前加一塑膠套，裏面同ㄩ。

匚：在箱內放置由厚紙板分隔而成的方格。

ㄤ：在箱前加一塑膠套，裏面同匚。

3. 用最強的風速（第一擋），及學校的風速計測試各種風源後 20 公分處的風速各 5 分鐘，結果記錄之。

4. 分別用玩具煙霧彈及棉線（綁在棒針上）測試風經過風箱後的情形，記錄之。

(二)討論：

1. 內部裝有方格，不加塑膠套的風源，風速減弱較小，且為直線風，是最理想的風源。以次實驗，我們都以此為風源。

2. 每一種風源加上塑膠套後，風速減弱很多，可能是加套後，內部壓力增大；或因風碰撞套壁反彈後互相抵消而使風速減弱。

〔主題二〕：自製風速計的設計：

(一)方法：將自製的風速計在風源後 100 公分處做測試，並將結果記錄。

(二)討論：在自製的九種風速計中，我們選出了最適合本實驗的有三種，即量角器風速計、風杯風速計、電流風速計。

〔主題三〕：擋風牆的設計：

(一)方法：

1. 將下列設計的不同擋風牆模型標上編號。

ㄩ：牆面式長條板（封閉式）。

ㄩ：打洞板(一)（直徑 1 公分的圓洞有 76 個）。

匚：打洞板(一)（直徑 1 公分的圓洞有 200 個）。

匱：鐵網板(一)（井 8 鐵網）。

匱：鐵網板(二)（井 26 鐵網）。

匱：鐵網板(三)（井 40 鐵網）。

匱：直立分隔片（長 15 cm，高 20 cm）。 

匱：60°摺片：

匱：120°摺片：

匱：上折 120° 摺片：

匱：半圓筒片：

2. 準備一根長 120 公分的木條將長條板固定，分隔板在實驗時每 5 公分設置一個。

3. 在風源後 5 公分處放下擋風牆，測量擋風牆後 20 、 40 、 60 、 80 公分處的風速大小，記時 15 秒鐘，將結果記錄。

(一) 討論：

1. 各種擋風牆的優缺點比較：（略）。

2. 我們曾試過雙層擋風牆，但因太複雜而作罷。

3. 根據實驗結果，我們選出最好的擋風牆為鐵網較密者（井 40），它擋風效果可達 95 %，且無迴流產生。這與海邊常種植木麻黃樹，可就是不謀而合了。

[主題四]：探討擋風牆的擋風範圍：

(一) 方法：

1. 選定長 100 cm，高 50 cm 的牆面式擋風牆，在風源後每升 10 cm 作為一種擋風牆的高度。

2. 將 9 條繩子分別從底部起每 7 公分處繫上小細繩，觀察牆前、牆後 10 ~ 120 公分處小細繩飄動的情形，並記錄、繪出風的可能路徑圖。

(二) 結果：如圖 4—1，4—2。

(三) 討論：

1. 本主題主要是研討擋風牆的高度改變對擋風範圍的影響，因此我們只用牆面式的長條板，而各種擋風板的影響，我們未加以研討。

2.由結果證明，擋風牆的高度增高時擋風範圍亦隨著增大，且比例約 $1:3$ 。擋風牆愈高，迴流範圍也隨著增大，而且連牆前亦有迴流。

[主題五]：擋風牆的應用——擋風牆可用來發電嗎？

(一)方法：

- 1.用長120公分，寬8公分的長紙條，摺成階梯狀，往中間穿一個洞，此洞略小於棒針，以便插入後牢牢固定。
- 2.將做好的螺旋扭轉 $\frac{1}{2}$ 圈，插在螺旋架上，做擋風效果測定，方法同主題三測試，將結果記錄。
- 3.改變螺旋扭轉程度，並使其展開後約為17公分長的螺旋。再作測試，再將結果記錄。

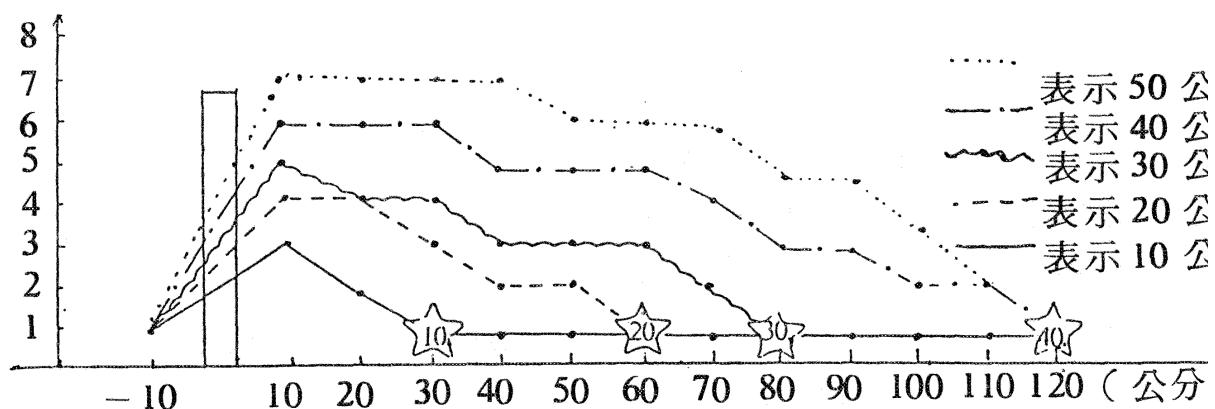


圖 4-1

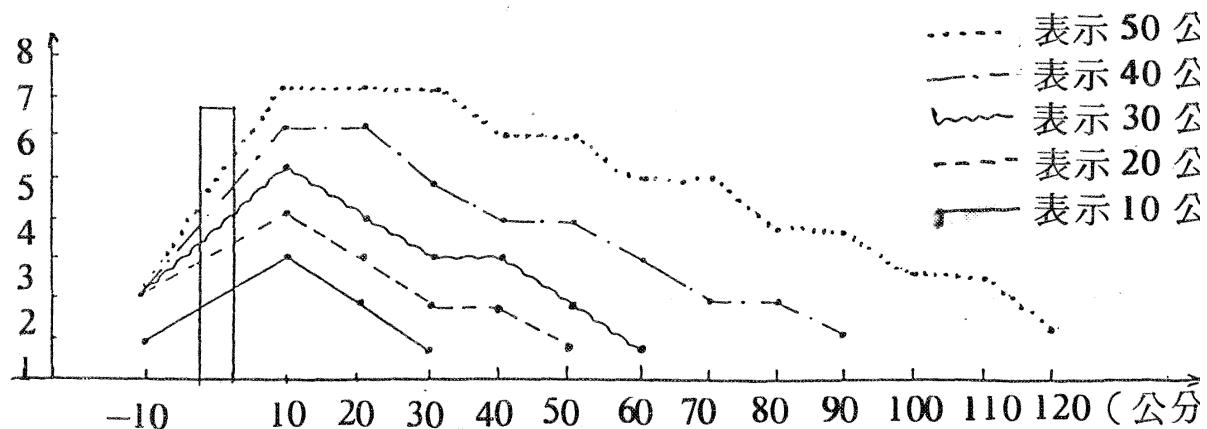


圖 4-2

(二) 討論：

1. 因為此次實驗量角器風速計常有負的數據，轉向不定，故此次實驗不採用量角器風速計。
2. 螺旋扭轉愈多時，愈容易旋轉。可能是力矩較大之故。
3. 階梯式螺旋的擋風效果不是很好，但在 40 公分處後却有出乎意外的減低，可能是風經過螺旋架後，在牆後會有旋轉的風，而各股旋轉風互相抵消後，風速就減少了。

五、總結論

1. 本實驗主要為研究擋風牆，因此我們製造了“風源”來控制風的情況，使其成為直線風，增加實驗的準確度。實驗結果證明在箱內隔著方格狀的厚紙板，風經過後會成直線風，且風速減弱很少。
2. 風速計的改良是本實驗的特點之一，例如電流風速計，我們是使風來轉動馬達，以產生電流，但是接上安培計在牆後測試的結果卻不動，可能是小馬達摩擦力太大，產生阻力，使過小的風速無法測得。
3. 在此次實驗中，我們所設計的擋風牆各有優缺點，但我們的理想是能減少大量風速且較無迴流情形的擋風牆，實驗結果，我們認為密鐵網最合乎我們所需。
4. 由實驗四我們得知擋風高度愈高，擋風範圍愈大，比例約為 1：3。
5. 階梯式螺旋擋風牆擋風效果很好，若在螺旋軸心設置發電機，藉風轉動後，便可發電，真可說是一舉兩得。

六、參考資料

1. 光復書局編輯部，大英科技百科全書，V 6，P 10～P 15，1986。
2. 徐氏基金會編輯部，風力發電，1972。
3. 教育廳編輯小組，中華兒童百科全書，V 3，P 947～P 950，1986。

4. 連秀華，幼獅少年科學研習百科全書，V5，P 318～P 324，
1984。
5. 戚啓勳，中央氣象局研究報告，1985。
6. 荷蘭鹿特丹港消風牆設計報告，港灣技術研究所，1986。

評語

1. 觀察周圍的環境，挖取問題。以科學嚴謹的態度與方法，去探討
擋風牆的設計和風速的相關性，具有創意。
2. 著者自己設計及製作簡單的風源及能測微風的風速計，具有創作
、研究之能力。
3. 實驗之進行及數據收集，頗為完整。
4. 細線裝置、測擋風牆之效果及迴流頗具特色。