

# 中華民國第 52 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

---

國小組 地球科學科

### 最佳團隊合作獎

080505

### 風與沙的奇幻之旅

— 探討風、沙與障礙物之間的關係

學校名稱：苗栗縣後龍鎮成功國民小學

作者：  小六 蔡坤佑  小六 周俊麟  小六 李崇堂  小六 藍永勝	指導老師：  黃培中  謝怡珮
---	-----------------------------

關鍵詞：風、沙、障礙物

# 風與沙的奇幻之旅

## — 探討風、沙與障礙物之間的關係

### 摘要

因為風沙的關係，校園非常難打掃，我們就想藉著這項研究，找到風沙的落腳處佈下重兵，使校園打掃工作事半功倍。但考量到許多因素，我們把研究簡化成在「模擬風場」裡面，利用積木做成的障礙物和人造風，搭配上同學想到的一些簡單變因，進行實驗。希望能找出這些變因，和風沙堆積情形的關係。我們得到的結果是，掃地時要多注意建築物容易積風沙的背風面，而且越矮的障礙物，風速不強時，還有比較窄小的走廊，造成積沙的範圍都比較大，更要費心打掃。可沿著建築物背風面兩側設置 90 度的導風轉角，且尺寸不宜太大。

## 壹、 研究動機

我們學校位在海邊，校園西面就是防波堤和沙灘。校園常常受到東北季風和海風的吹拂，尤其在秋冬兩季，吹來的風更是強勁。一陣陣風所帶來的風沙，常使校園佈滿沙土，學校設施的表面，不一會兒就堆積了一層厚厚的灰塵。我們平常在打掃外掃區時，都要同時一手拿掃把，一手拿畚斗，馬上將掃起來的砂土和落葉倒入垃圾桶中，否則轉眼間就被強風吹散了。而且最不公平的是，有的同學根本就不用打掃，掃區就被風幫忙「掃」得一乾二淨了；有些同學不管怎麼認真掃，沙子和樹葉卻不停的被風「補充」過來，簡直就是事倍功半，永遠也掃不完。

所以風與沙是我們學校校園整潔的最大敵人，老師和同學們如何跟隨校園裡「風與沙的奇幻之旅」，找到風沙的落腳處佈下重兵，甚至使用機關，將使校園打掃工作事半功倍，也能解省更多時間和人力，去做其他更有意義的事情。



落葉永遠積在我的掃區！



還沒開始掃，就滿天風沙了！

## 貳、 研究目的

我們觀察校園建築物附近的積沙情形，大家覺得中走廊附近最有趣。經過同學的討論之後，我們提出了許多風和障礙物及中走廊之間，可能互相影響的情形，這些都是可以做做看的實驗，因此我們選定了下面幾項，作為這次研究的目的：

- 一、 探討風沙會堆積於障礙物的迎風面或背風面。
- 二、 探討障礙物高度與積沙的關係。
- 三、 探討風的強度與積沙的關係。
- 四、 探討風沙經過走廊大小與積沙的關係。
- 五、 探討風向與走廊的夾角與積沙的關係。
- 六、 探討輕鬆省力的消除積沙方法。



參、 研究設備及器材



海沙



積木



工業用電扇



空氣循環機



碼表



風速計



櫥櫃門板



玻璃窗戶

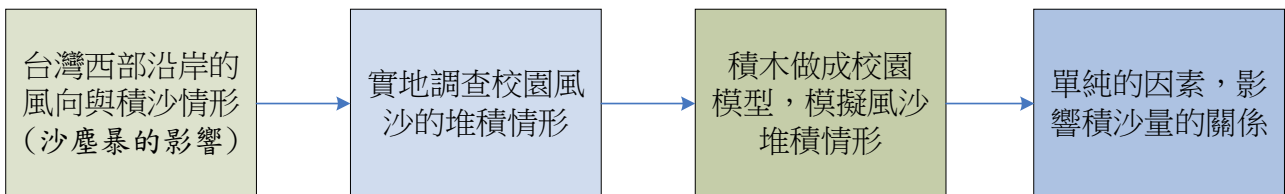
## 肆、 研究過程及方法

### 一、 確定題目及實驗內容

我們的題目其實在去年就已經訂好了，但是要做的內容卻不斷的改變。本來大家想要研究台灣西部沿岸的風向與積沙情形，甚至還想找出大陸沙塵暴對台灣的影響範圍。後來覺得有點難，就改成配合季風和海陸風，實地調查校園風沙的堆積情形。但是考慮到風向常常不確定，也會忽大忽小，甚至一早來積沙和落葉都被同學打掃光了，經過快一個月的觀察，我們也放棄了。

過程中老師提醒我們，要把許多不確定的因素都固定下來，所以我們決定把校園的平面圖描繪出來，用積木做成模型，在無風的走廊以人造風做實驗，最後又將模型移到教室裡面來。

但經過觀察後，我們還是認為學校模型太複雜了，不容易看出積沙量的改變情形。我們只好把模型再「簡單化」，確定只改變障礙物、風和走廊這些單純因素，和積沙量間相互的關係。雖然研究內容經過了快三個月的改來改去，我們的心情也像洗三溫暖一樣，一下子沮喪一下子又開心，但這樣子的過程卻是讓我們非常難忘，應該有很多科學家也是這樣子過來的吧！



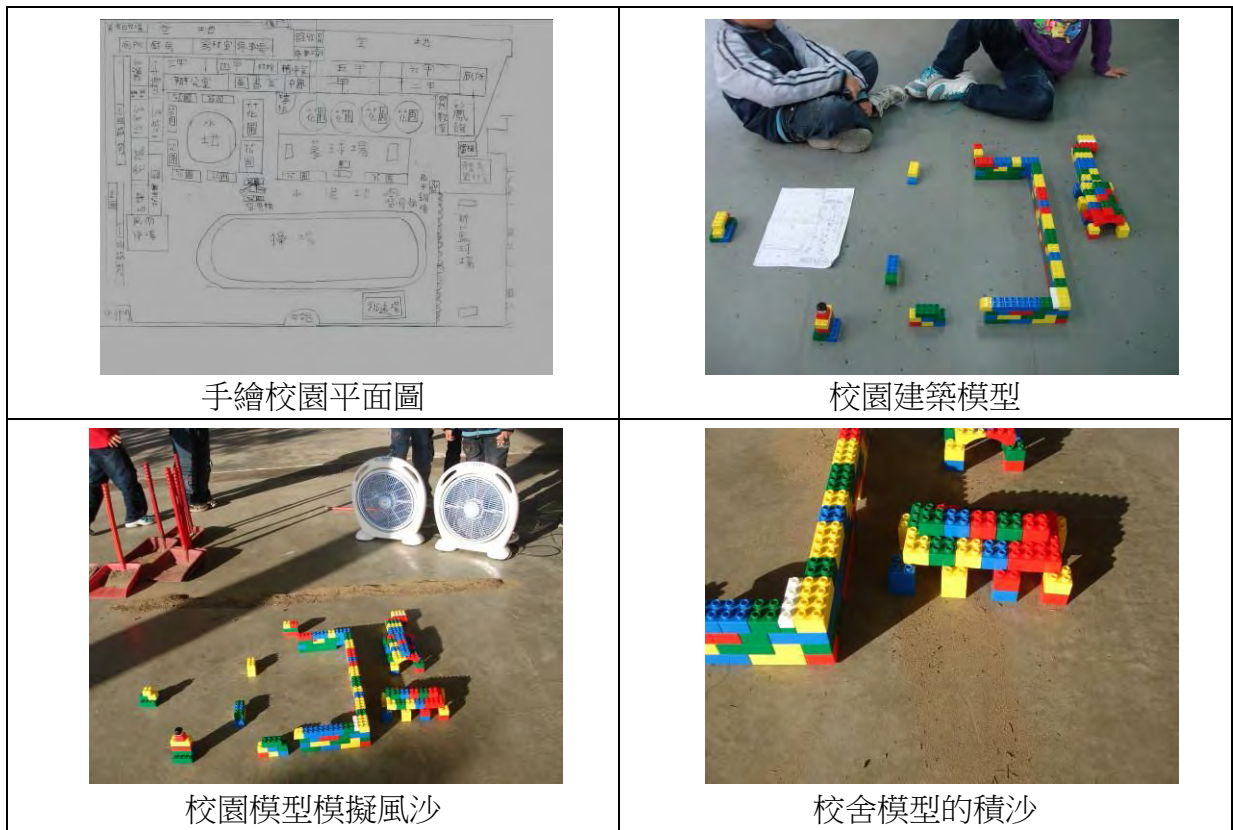
研究內容改變的歷程



實訪氣象局外埔測站



實訪海巡署記錄風向風力



## 二、蒐集資料

我們搜尋了網路及相關資料後，發現許多可能影響沙塵堆積的原因，包括：濕度、風向、風速，還有沙的種類、粒徑大小、重量，和障礙物的大小、排列情形以及地面的材質和許多其他不確定的因素，這些都是可以考慮並用來做實驗的。我們本來全部都想要測試看看，順便加上走廊的寬度、高度、深度，還有和風向的夾角等。不過考量到我們的設備、時間和能力範圍，也許不能做到這麼多的變因。

## 三、確定實驗器材及架設模型

### (一) 載運海沙

我們到學校旁的沙灘，找了一處被太陽完全曬乾，又沒有其他垃圾、雜質的沙堆，載運三大桶的沙子回來學校，每一次的實驗都重複使用這些沙子，就解決了沙子材質不確定的問題。所以前面考慮到沙子的各樣因素，都成了我們的控制變因。

### (二) 控制風速

我們從戶外無法控制風向、風速的自然風，試到用學校電風扇吹出的人造風，但始終無法達到想要的穩定又強力的風量。最後我們借了同學家的工業用電扇，還有老師家的空氣循環機，才能製造出穩定，可以吹動沙子的強風。我

們還考慮了戶外吹來得是平行風，大家用吸管製成了一組「風洞」。不過透過「風洞」，吹出來的風頓時小了许多，因此我們還是用前面的兩種風扇，吹出各組實驗都一樣的風，使風的各樣因素，也成了實驗的控制變因。



工業用電扇



空氣循環機



風洞的製作



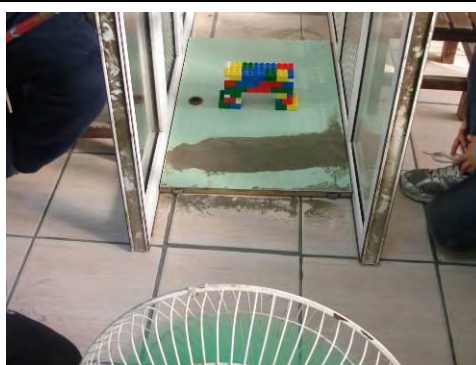
風洞在風扇前

### (三) 實驗器材的架設「模擬風場」

我們用了學校一間堆雜物的教室，當作實驗的場地。為了怕沙子一吹就跑滿整間教室和物品之間，既難清理，沙子也無法會收再利用。我們在風吹經過障礙物的兩旁，都圍了學校拆除的玻璃窗戶，避免風沙亂跑。而且拆來了櫃子的門板墊在障礙物下當作地表，避免沙子卡在教室地板的磁磚縫中間；更方便的是，一做完實驗後，可以立刻用鉛筆在門板表面描出沙子的堆積情形，整組實驗做完後還可以擦掉重複描畫，真是好用！我們將這整組搭好的實驗設備，取名叫做「模擬風場」。



模擬風場 1

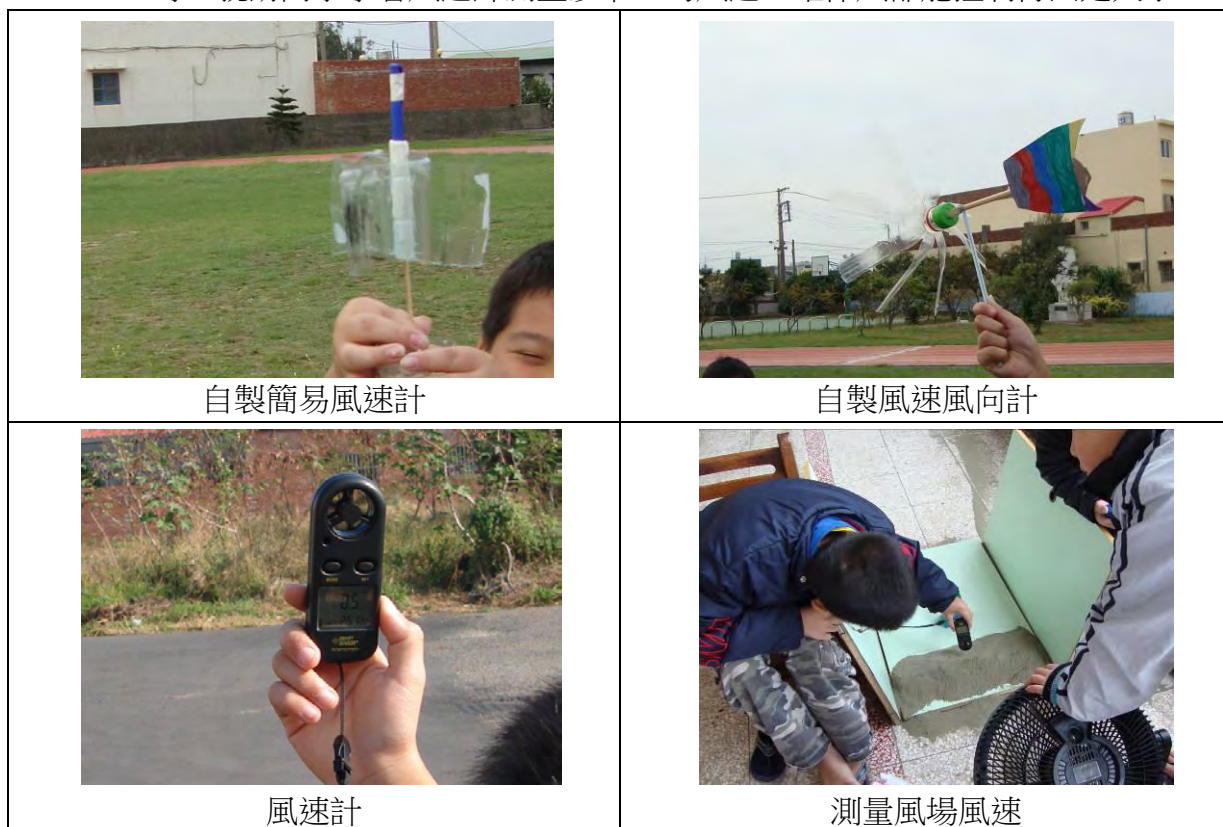


模擬風場 2



#### (四) 測量實驗中的風速

我們剛開始用保特瓶，切割成風扇形狀，自製簡易風速計。但隨著風速控制越精準，讀取風速更方便，還是買了市面上的風速計來用，它可以很快的就量出當時的瞬間風速。我們每一次實驗都讓風持續吹沙子二分鐘，在一分鐘整時，就請同學拿著風速計測量沙堆上的風速，確保風都能控制得固定大小。



#### 四、 確定要實驗的操作變因

由於沙的種類和地表材質已經固定了，兩塊玻璃窗間也不能改變風吹入的角度了，所以我們捨棄了「沙」、「地表」、「風向」這些操作變因。而環境的濕度，障礙物間的排列情形，都較複雜無法模擬出來，我們也放棄了。最後我們決定實驗的內容是：先觀察「風沙堆積在障礙物的迎風面或背風面」情形；在實驗操作變因分別是：「障礙物高度」、「風的強度」、「走廊大小」、「風向與走廊夾角」，與應變變因「積沙分布形狀」的關係。

#### 五、 尋找輕鬆省力的自然除沙方法

由觀察到的「風沙堆積在障礙物的背風面」，我們用生活中垂手可得的「L型物品」，或「挖了洞的紙杯」，將風導到積沙的背風面，試著將這些積沙吹走。並以「導風角度」、「L形導風物件大小」為變因，尋找出最有效的自然除沙方法。

## 伍、 研究結果

### 一、 風沙會堆積於障礙物的迎風面或背風面

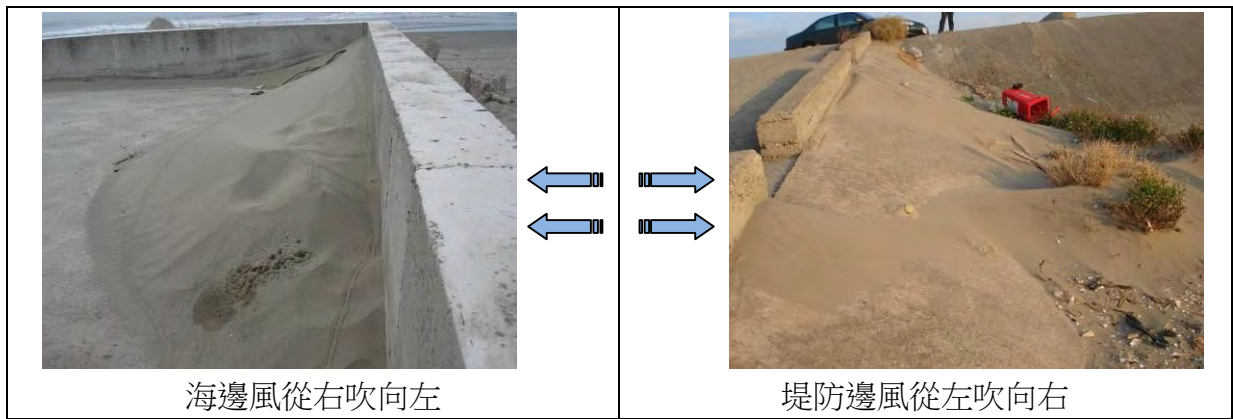
#### (一) 研究方法

我們覺得，要觀察風沙的堆積情形，一定要先知道到底風沙會堆積在障礙物的哪一面，是迎風面還是背風面，這樣我們才能觀察到對的那一面。剛好冬天的時候，學校這附近幾乎都吹東北季風，而學校旁邊的廢棄大樓頂樓很空曠，周圍都有矮圍牆，所以我們只要仔細看看頂樓風沙的堆積情形就可以了。

#### (二) 實驗步驟

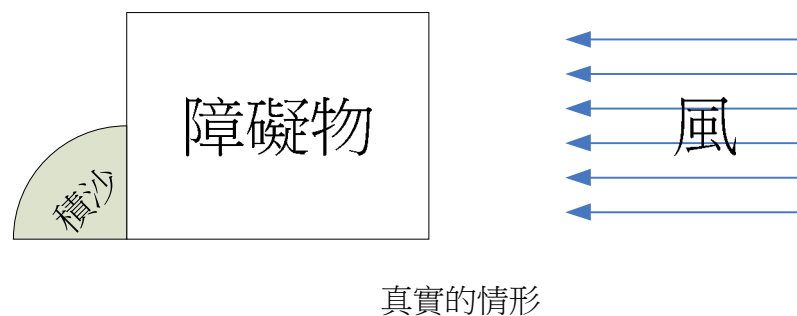
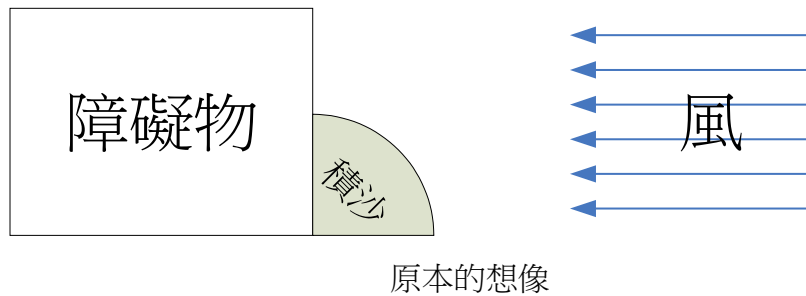
1. 帶著我們自製的簡易風向計和路邊拔的小草，確定廢棄大樓樓頂的風向。
2. 將沙堆倒於廢棄大樓頂樓的正中央。
3. 觀察大樓頂樓，矮圍牆周圍風沙的堆積情形。
4. 注意風向改變後，積沙情形是不是也跟著改變。
5. 到海邊沙灘，觀察積砂情形，是否與廢棄大樓樓頂相同。





### (三) 研究結果

我們本來以為風吹起沙子，最後會被障礙物擋住而停下來，風沙會堆積在障礙物的迎風面(如下圖)。結果出乎我們意料之外的，迎風面反而都沒有沙子，風沙都堆積在障礙物的背風面(如下下圖)。



### (四) 研究發現

風吹動沙子遇到障礙物，沙子會堆積在障礙物的背風面。

### (五) 原因探討

大概有一半的組員預測正確。儘管障礙物的迎風面風勢超大，首當其衝；但障礙物的背風面會有一塊無風的小區域，成為積沙的「避風港」。

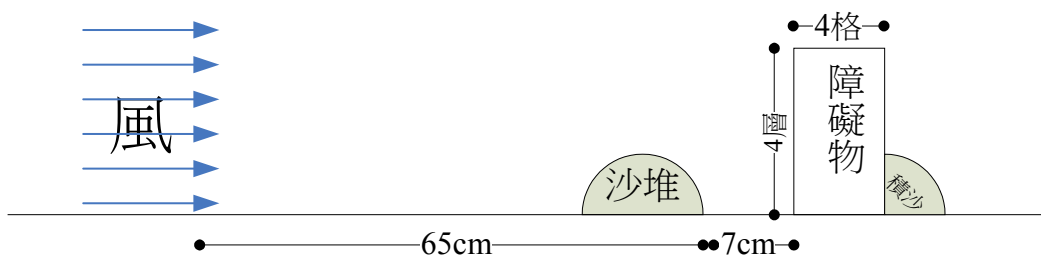
## 二、障礙物高度與積沙的關係

### (一) 研究方法

同學提出一個疑問，障礙物的高度，和積沙的情形會不會有關係。所以我們決定用積木疊成不同高度的障礙物，放到「模擬風場」中，看看不同高度的障礙物，背風面的積沙情形會有什麼不同。

### (二) 實驗步驟

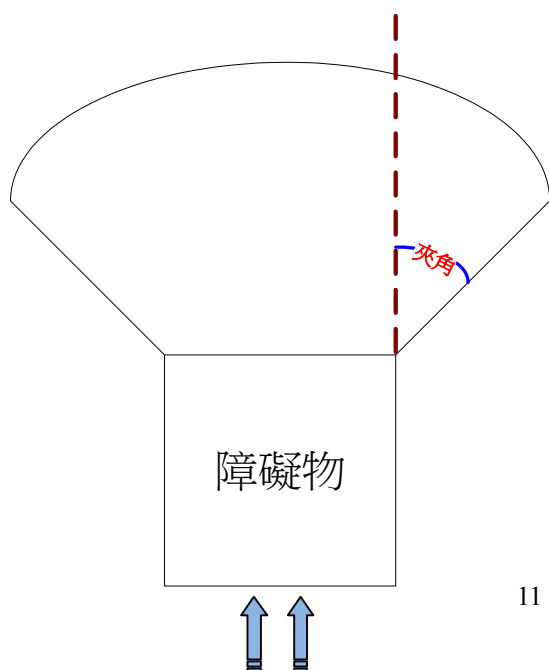
1. 在沙堆後方放置長度、寬度各為四格的積木，高度四層。
2. 在沙堆前方製造固定大小的風量（風速 4.1~4.3 公尺 / 秒），持續吹二分鐘，如下圖。

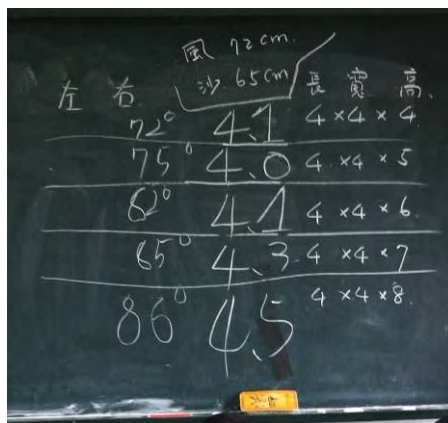


3. 重複前面步驟四次，觀察障礙物後方積沙分布的情形。
4. 將障礙物高度依序增加到五、六、七、八層，重複步驟 1~3。

### (三) 研究結果

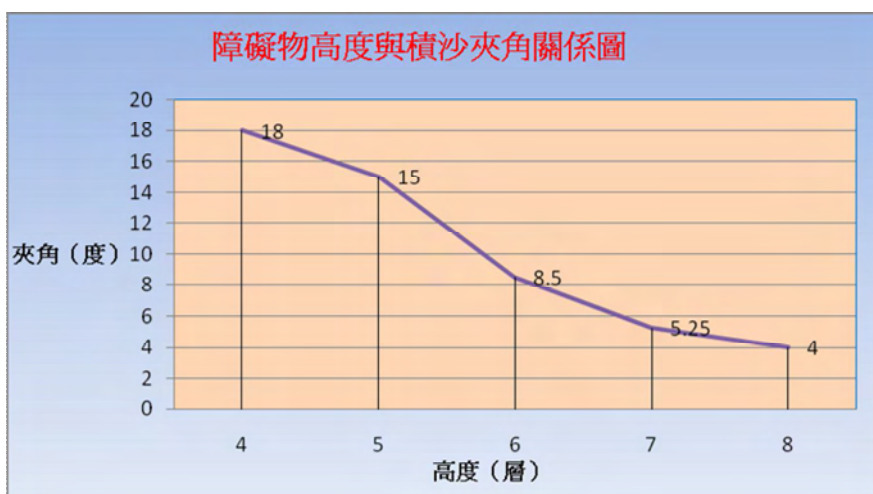
我們發現，沙子被風吹到障礙物後面後，會成扇形堆積，雖然兩股的線條不是完全的直線，但是很明顯得能看出來是個左右對稱的扇形。而且只要障礙物的高度改變，扇形張開的夾角也會跟著改變。





高度 (層)		4	5	6	7	8
第一次	左右夾角平均(度)	18	15	8	5	4
第二次		16	10	7	4	5
第三次		14	19	10	8	4
第四次		24	16	9	4	3
平均 (度)		18	15	8.5	5.25	4

\* 長寬均為 6 cm，每層高度 2 cm。



#### (四) 研究發現

障礙物高度越高，背風面的積沙分布展開的夾角就越小。

#### (五) 原因探討

這樣的實驗結果，與我們大家原本的預測完全相反。我們想了好久，推測應該與障礙物上方的風有關係，上方的風越有障礙物阻隔，無法從上面通過，只好從障礙物兩側通過，自然就會吹到後方的積沙，使夾角縮小。

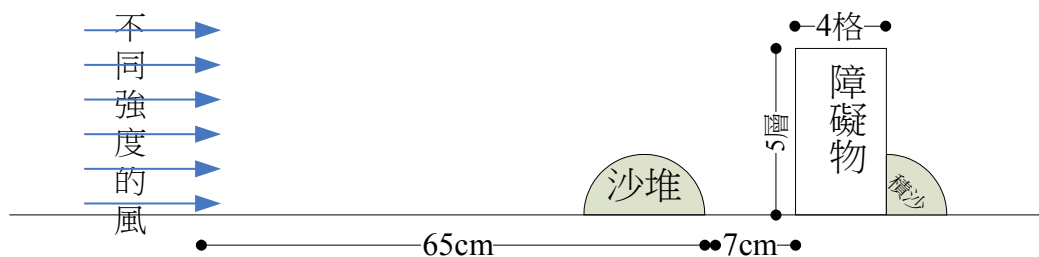
### 三、風強度與積沙的關係

#### (一) 研究方法

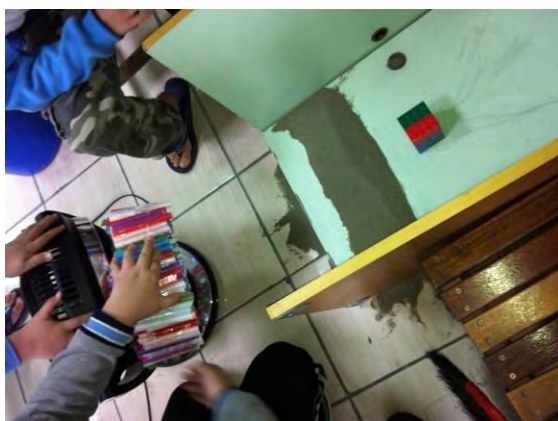
我們想研究看看，風的強度，和積沙的情形會不會有關係。所以我們決定在「模擬風場」中，製造出四種不同強度的風，看看障礙物背風面的積沙情形會有什麼不同。

#### (二) 實驗步驟

1. 在沙堆後方放置長度、寬度各為四格的積木，高度五層的障礙物。
2. 在沙堆前方以黑色電扇前加風洞（如下圖左），製造固定強度的風（風速 3 公尺 / 秒），持續吹二分鐘，如下圖。



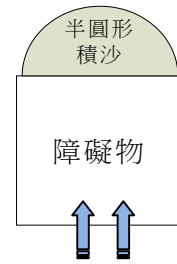
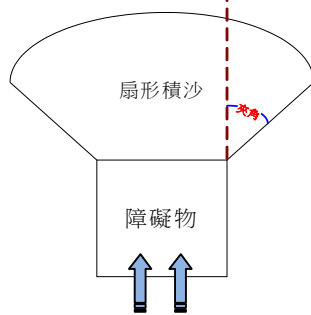
3. 重複前面步驟四次，觀察障礙物後方積沙分布的情形。
4. 將黑電扇前的風洞移除，製造固定強度的風（風速 4.1 公尺 / 秒），重複步驟 1~3。
5. 在沙堆前方以工業用風扇前加風洞（如下圖右），製造固定強度的風（風速 5.0 公尺 / 秒），重複步驟 1~3。



6. 將工業用風扇前的風洞移除，製造固定強度的風（風速 5.6 公尺 / 秒），重複步驟 1~3。

### (三) 研究結果

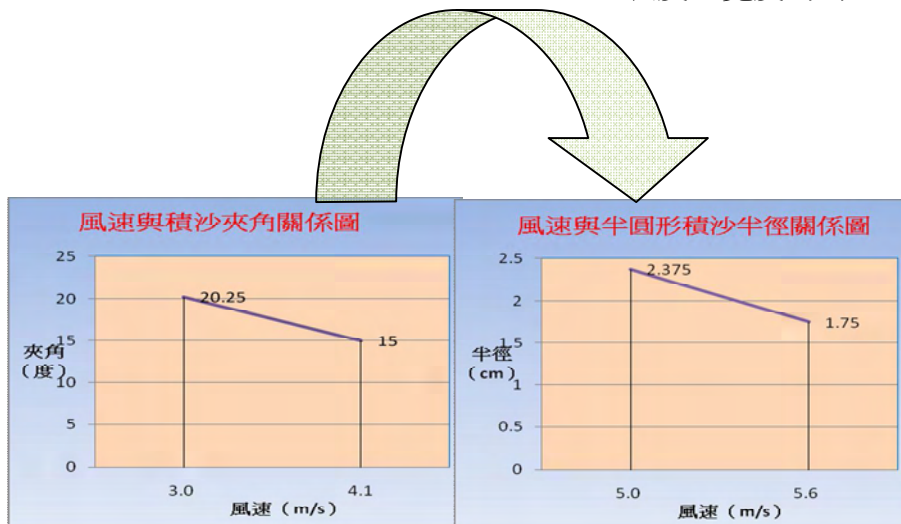
我們發現，當沙子被前兩種強度較弱的風（風速 3.0、4.1 公尺 / 秒），吹到障礙物後面後，會成扇形堆積，如下圖左。但後兩種強度較強的風（風速 5.0、5.6 公尺 / 秒）吹了沙子，卻無法在障礙物後面形成扇形堆積，只有越來越小的半圓形分布，如下圖右。雖然我們沒有精確的秤重儀器可以量出沙子的重量，但我們用肉眼可以判斷出，風速越大，障礙物後的沙子越少。



風速 (m/s)	3.0	4.1	5.0	5.6
第一次	20	15	無夾角	
第二次	16	10		
第三次	24	19		
第四次	21	16		
平均 (度)	20.25	15	無夾角	

風速 (m/s)	5.0	5.6
第一次	2.6	1.8
第二次	2.4	2.1
第三次	2.1	1.6
第四次	2.4	1.5
平均 (cm)	2.375	1.75

\* 長度、寬度均為 6 cm，高度 10 cm

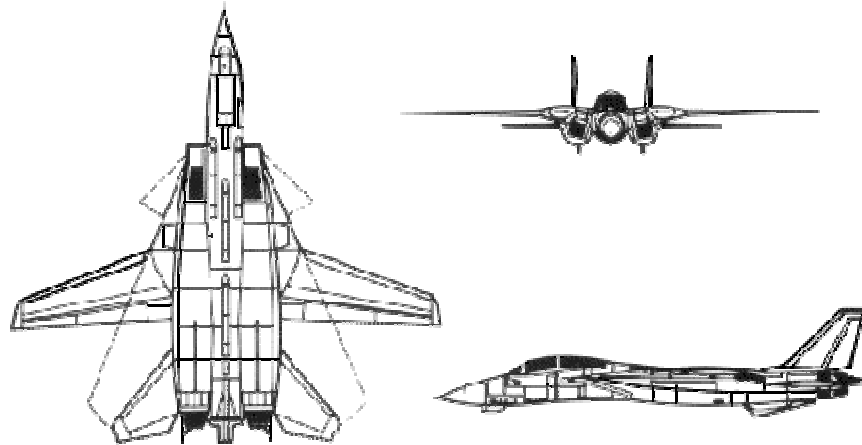


#### (四) 研究發現

1. 隨著風速增強，障礙物後方扇型積沙的夾角會越來越小。
2. 當風速增至一定程度後，後方積沙會呈半圓形，且半徑逐漸縮小。
3. 後方單位面積的積沙量是隨著風速的增強而逐漸減少的。

#### (五) 原因探討

實驗結果，與我們原本的預測大致相符。風速越強，積沙夾角越小，最後成為半圓形越來越小的積沙；有人聯想到 F-14 熊貓式戰鬥機，飛行速度加快時，機翼就會收折起來，角度也會越小。



F-14 戰鬥機三視圖



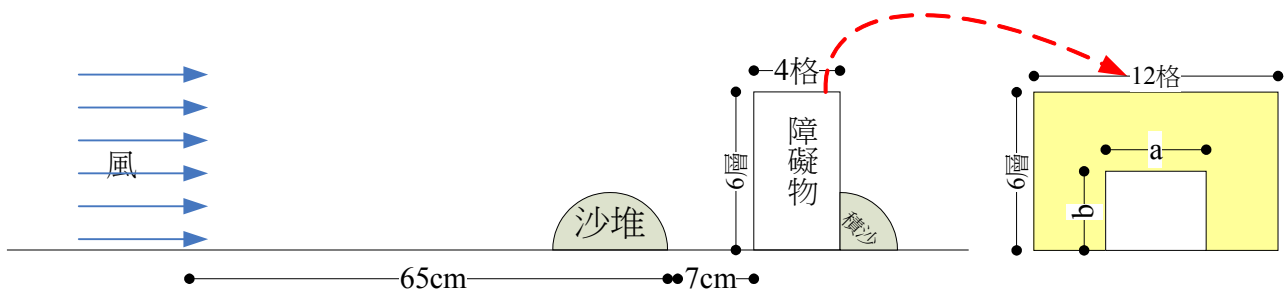
## 四、走廊大小與積沙的關係

### (一) 研究方法

每次風大的時候，學校的中走廊附近就會積沙，打掃起來非常麻煩。於是有同學提議，我們可以研究看看，風吹著沙經過走廊後，沙子是如何堆積的，到時掃地就知道要先從哪裡下手了。

### (二) 實驗步驟

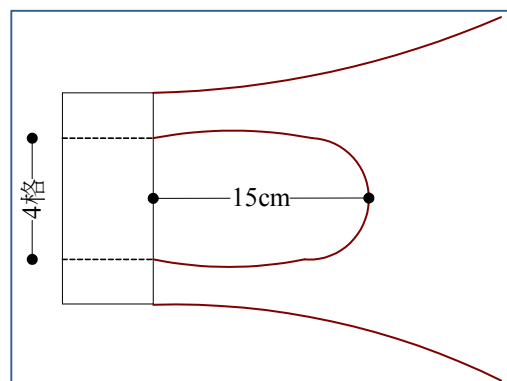
1. 在沙堆後方放置深度 4 格、寬度 12 格、高度 6 層的障礙物，中間開出寬 4 格、高 2 層的洞為走廊。
2. 在沙堆前方製造固定大小的風量（風速 4.1~4.3 公尺 / 秒），持續吹二分鐘，如下圖（ $a=4$  格、 $b=2$  層）。



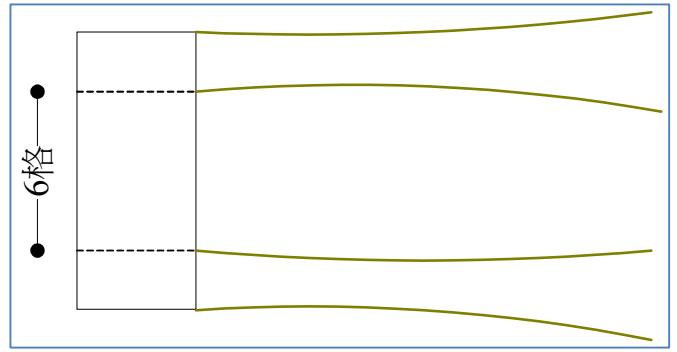
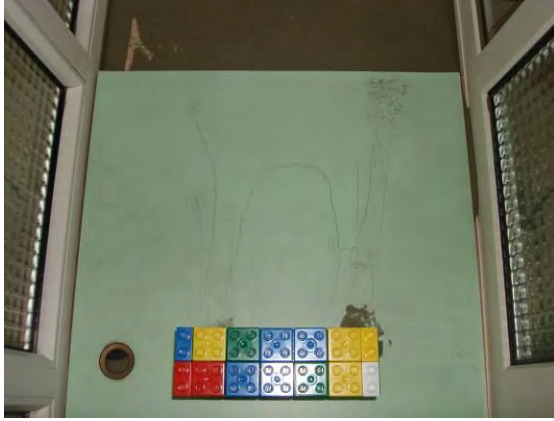
3. 重複前面步驟三次，觀察障礙物後方積沙分布的情形。
4. 將障礙物中間的洞改為  $a=6$  格、 $b=3$  層，重複步驟 1~3。
5. 將障礙物中間的洞改為  $a=8$  格、 $b=4$  層，重複步驟 1~3。

### (三) 研究結果

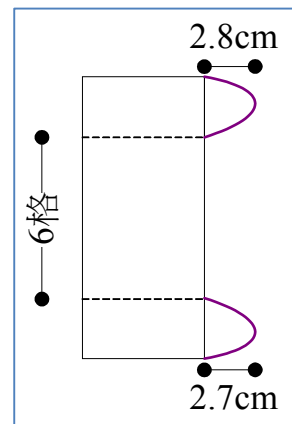
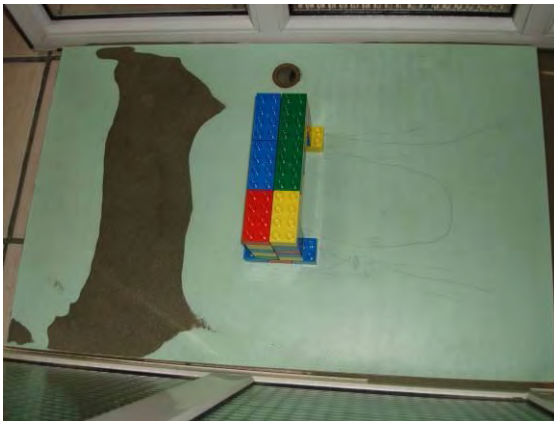
1. 當走廊洞最小  $a=4$  格、 $b=2$  層時，我們連續做了三次，積沙的情形幾乎都相同。



2. 當走廊洞為  $a=6$  格、 $b=3$  層時，積沙的情形為：



3. 當走廊洞為  $a=8$  格、 $b=4$  層時，積沙的情形為：



我們可以發現，隨著走廊洞的加大，背風面的積沙面積會越來越小，從 U 字形，漸漸成為兩條直線，最後變成兩個小半圓。而且用眼睛就可以非常清楚看出，積沙面積裡的沙會越來越稀疏。

#### (四) 研究發現

1. 隨著走廊洞的增大，後方積沙的面積會逐漸減小，範圍也會越來越短。
2. 隨著走廊洞的增大，單位面積的積沙量也會越來越稀疏。

#### (五) 原因探討

實驗結果，也與我們原本的預測大致相符。走廊洞越大，通過的風量越多，越能吹走後面的積沙，自然而然積沙面積就會逐漸縮小，也越來越稀疏。

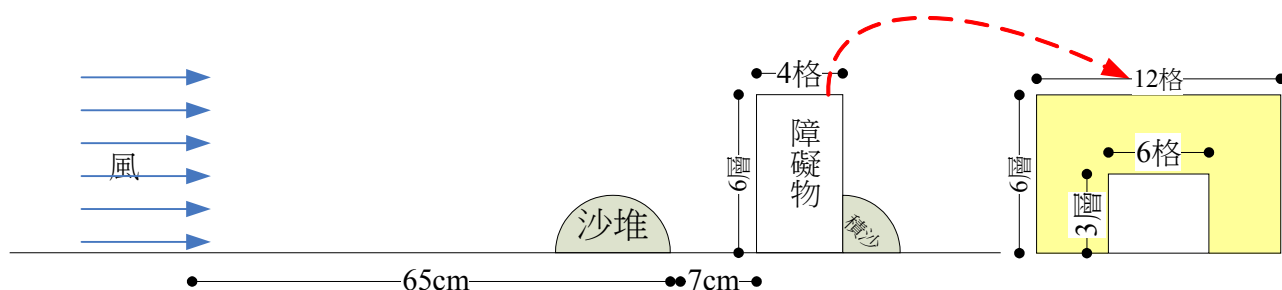
## 五、風向和走廊的夾角與積沙的關係

### (一) 研究方法

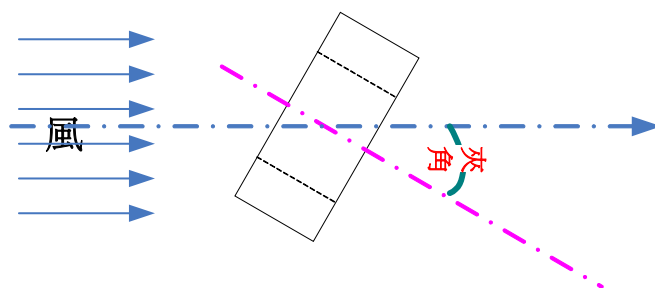
做了前一個實驗後，同學提出疑問，不可能每次風吹來的方向，都會和走廊的方向都一樣，如果風向和走廊的方向不一致，積沙的情形會如何呢？所以我們就設計了三種夾角，看看沙子是如何堆積的。

### (二) 實驗步驟

1. 在沙堆後方放置深度 4 格、寬度 12 格、高度 6 層的障礙物，中間開出寬 6 格、高 3 層的洞為走廊。



2. 轉動障礙物，讓走廊的方向和風的方向呈 30 度夾角。

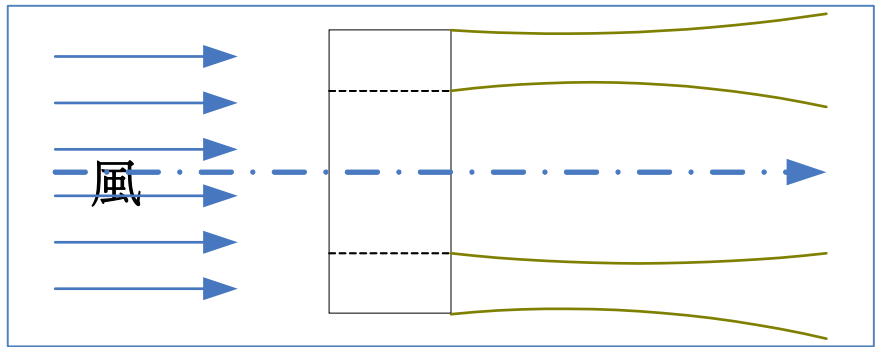
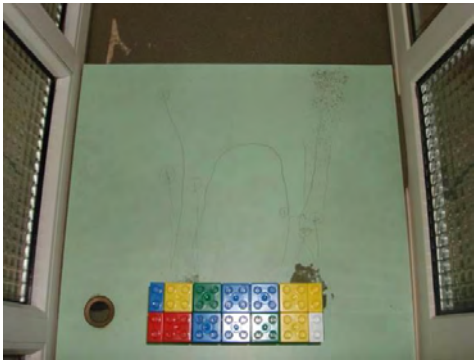


3. 在沙堆前方製造固定大小的風量（風速 4.1~4.3 公尺 / 秒），持續吹二分鐘。
4. 重複前面步驟三次，觀察障礙物後方積沙分布的情形。
5. 將走廊的方向和風的方向呈 60 度夾角，重複步驟 1~4。
6. 將走廊的方向和風的方向呈 80 度夾角，重複步驟 1~4。

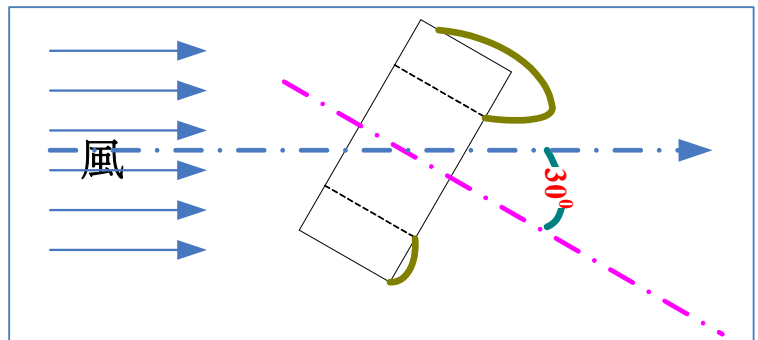
### (三) 研究結果

這次的實驗，走廊開洞的大小和前一項實驗的第二種走廊是一樣的，所以我們就用那次實驗的結果，來當做夾角為 0 度時的結果，再和夾角為 30 度、60 度、80 度做比較。

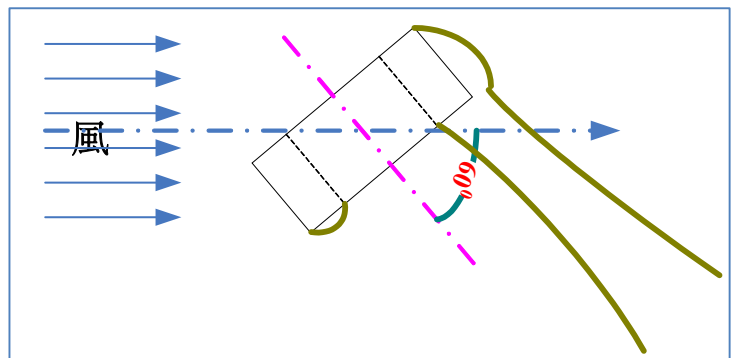
1. 夾角為 0 度時，積沙的情形為：



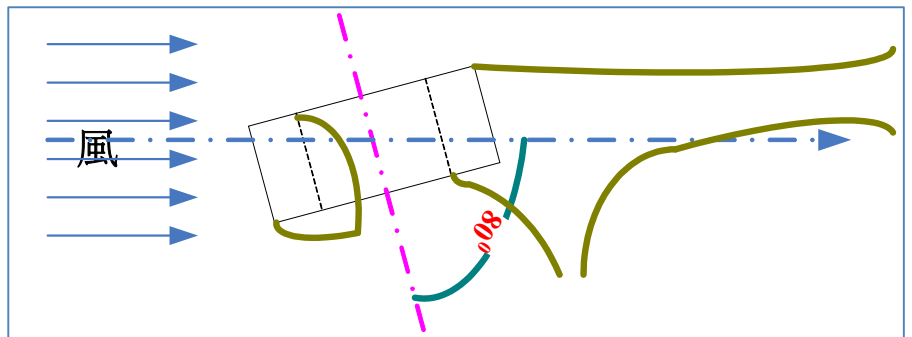
2. 夾角為 30 度時，積沙的情形為：



3. 夾角為 60 度時，積沙的情形為：



4. 夾角為 80 度時，積沙的情形為：



#### (四) 研究發現

1. 隨著夾角的增大，單位面積的積沙量會越來越密。
2. 雖然積沙形狀無法找出規則，但夾角越大，積沙的延伸方向會逐漸趨近於風向。

## （五） 原因探討

實驗結果，幾乎沒有組員能完全正確預測到：

1. 隨著夾角的增大，前方有更多的障礙物擋風，甚至到 80 度時，幾乎有兩層障礙物擋風；所以背風面的積沙更可以高枕無憂，越來越密。
2. 角度超過 30 度後，風通過走廊會轉彎，到 60 度時，積沙受風轉彎的干擾更大，故有圖中積沙形狀與風向角度的產生。
3. 但隨著角度更大，風不會從走廊中過了，幾乎可將這形狀的積木視為單純無走廊的障礙物，所以積沙延伸的方向就會逐漸趨近風向了。

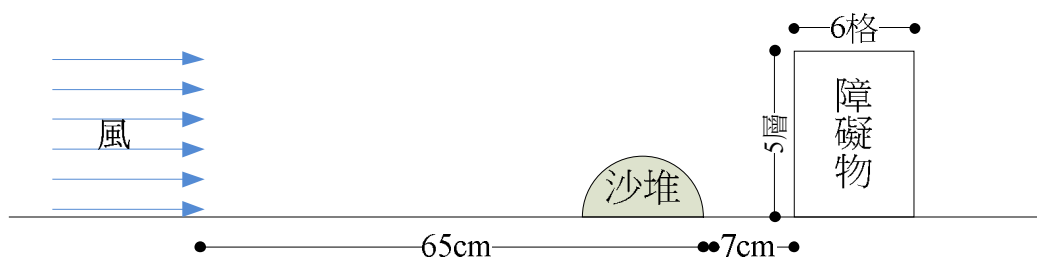
## 六、 導風角度與積沙的關係

### （一） 研究方法

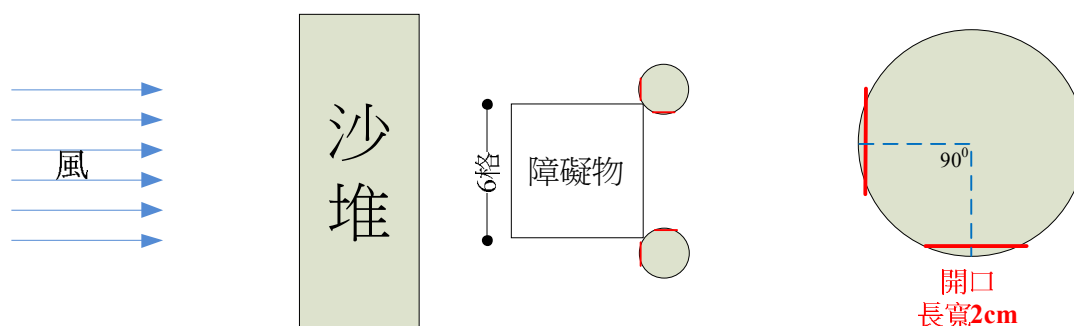
我們試著用小形圓形紙杯，剪出 90 度及 120 度不同的導風角度，看看風繞過不同導風角度後，所造成的積沙情形。

### （二） 實驗步驟

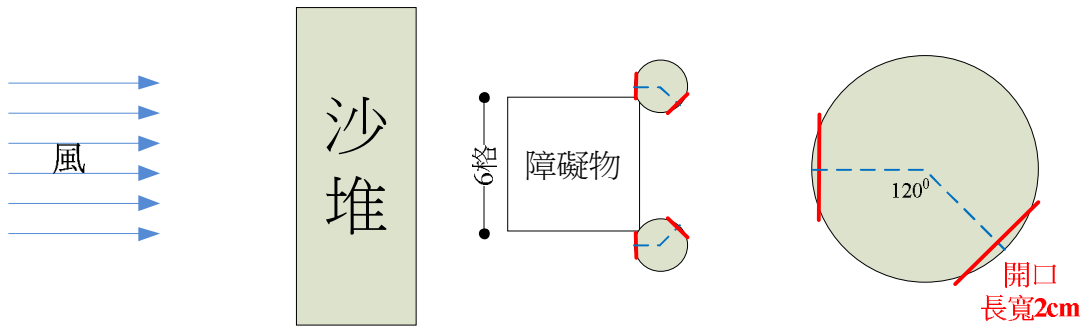
1. 在沙堆後方放置長度、寬度各為六格，高度五層的積木。



2. 在積木背風面左右前側轉角處放置小型紙杯，且紙杯各開出兩個夾角為 90 度，長寬各為 2cm 的開口。
3. 在沙堆前方製造固定大小的風量（風速 4.1~4.3 公尺 / 秒），持續吹一分鐘。
4. 重複前面步驟三次，觀察障礙物後方積沙分布的情形。

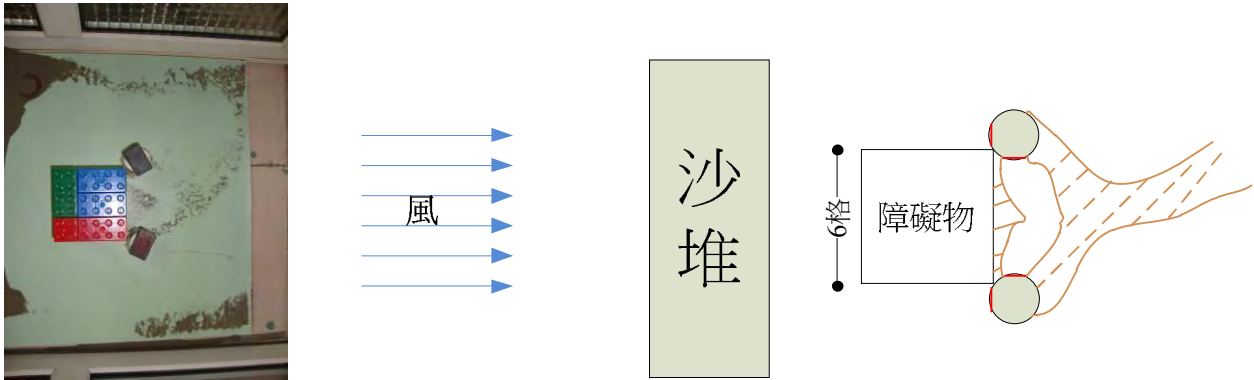


5. 在積木背風面左右前側轉角處放置小型紙杯，且紙杯各開出兩個夾角為 90 度，長寬各為 2cm 的開口。重複步驟 1~4。

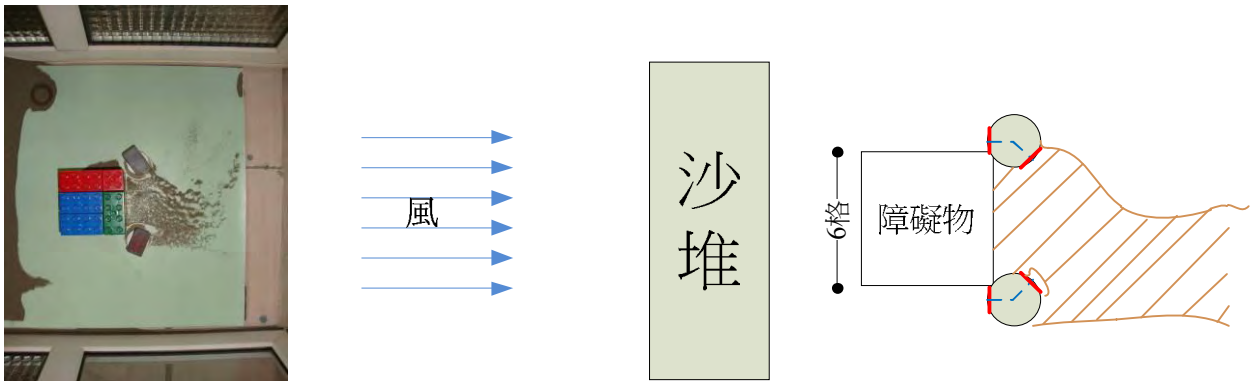


### (三) 研究結果

1. 導風紙杯開口夾角為 90 度，出風口明顯吹掉一塊沙，且積沙較稀疏。



2. 導風紙杯開口夾角為 120 度，出風口吹沙不明顯，且積沙較密，範圍明顯。



### (四) 研究發現

兩側用導風角度為 90 度的紙杯，除沙效果會比 120 度的紙杯效果好。

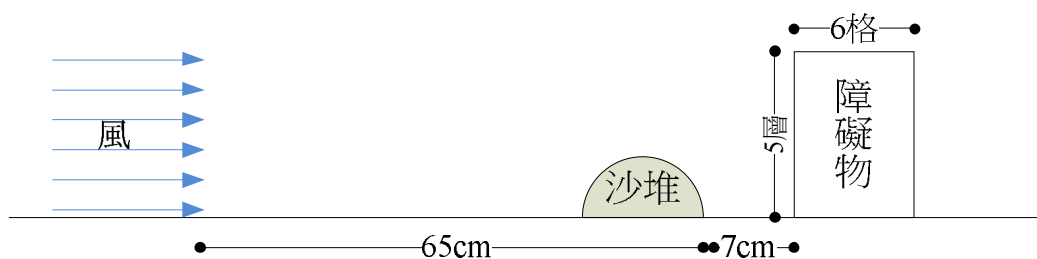
## 七、L形導風物品大小與積沙的關係

### (一) 研究方法

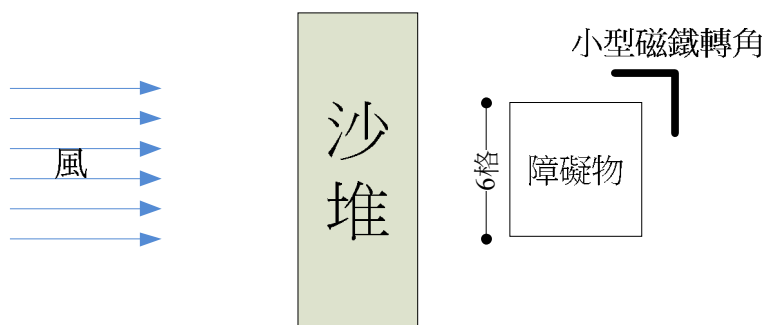
由觀察到的「風沙堆積在障礙物的背風面」，我們試著用L形（90度）物品，將風導到障礙物背風面，把沙吹走，希望在現實生活中，能讓建築物背風面的沙，不用人來打掃就自動消失了。我們選用了兩塊長方形磁鐵組成的L形小轉角，和L型鐵製書架（大轉角），並分別用一個與二個來試試看。

### (二) 實驗步驟

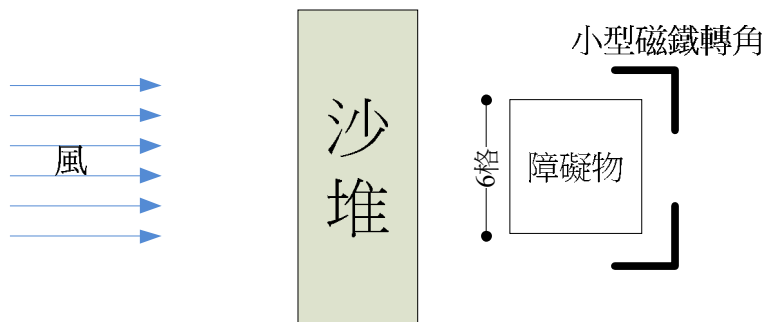
1. 在沙堆後方放置長度、寬度各為六格，高度五層的積木。



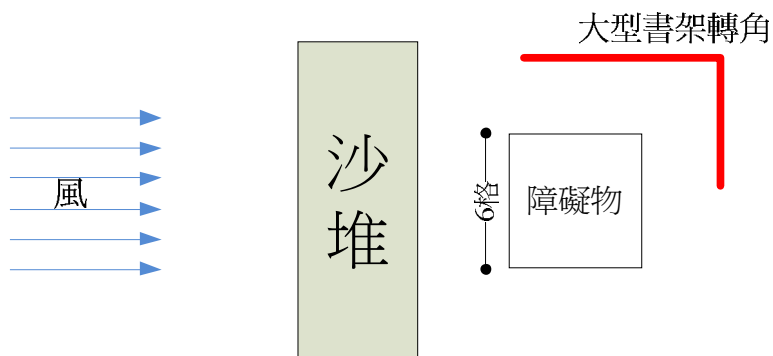
2. 在積木背風面左前側 2cm 處放置小型 L 形磁鐵轉角。
3. 在沙堆前方製造固定大小的風量（風速 4.1~4.3 公尺 / 秒），持續吹一分鐘。
4. 重複前面步驟三次，觀察障礙物後方積沙分布的情形。



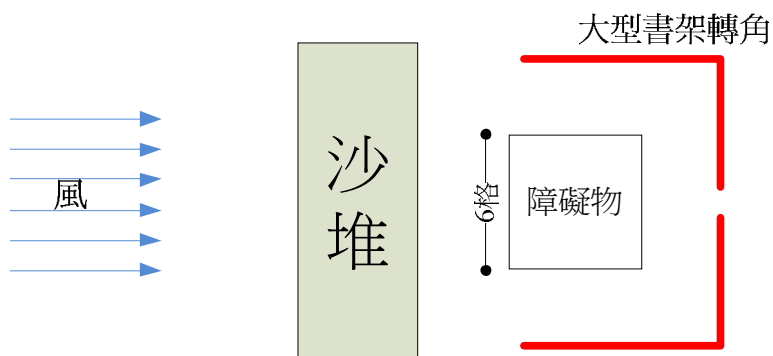
5. 在積木背風面左右兩前側 2cm 處放置小型 L 形磁鐵轉角，重複步驟 1~4。



6. 在積木背風面左前側 4cm 處放置 L 形鐵製書架，重複步驟 1~4。

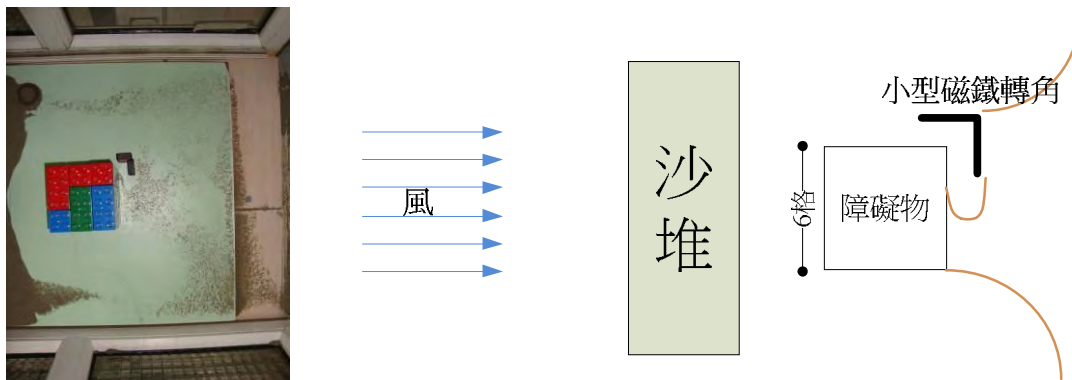


7. 在積木背風面左右兩前側 4cm 處放置 L 形鐵製書架，重複步驟 1~4。



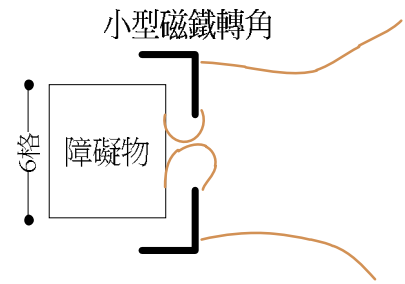
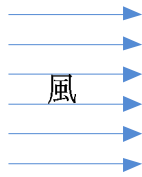
### (三) 研究結果

1. 在積木背風面左前側 2cm 處放置小型 L 形磁鐵轉角，風經過轉角後，即吹掉一塊積沙，且背風面積沙比較稀疏。

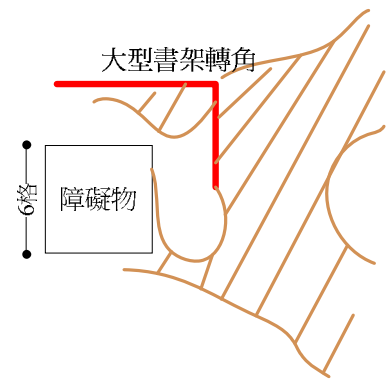
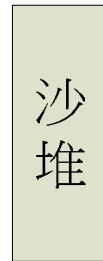
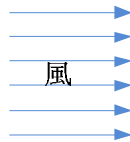


2. 在積木背風面左右兩前側 2cm 處放置小型 L 形磁鐵轉角，風經過兩側轉角後，均各吹掉一塊積沙，且背風面積沙又更稀疏了。

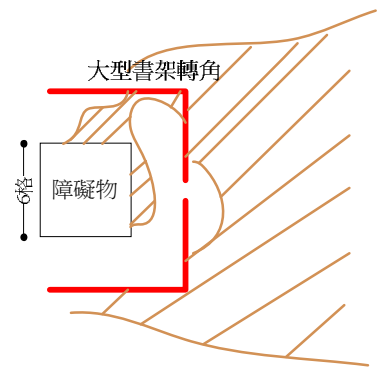
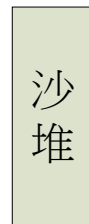
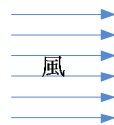




3. 在積木背風面左前側 4cm 處放置 L 形鐵製書架，風經過轉角後，吹掉一塊積沙的面積更大，但另一側轉角處積沙更密，且書架也成為一個大型障礙物，書架的背風面也積了更多的沙了。



4. 在積木背風面左右兩前側 4cm 處放置 L 形鐵製書架，雖然風經過兩側轉角，都明顯吹掉兩塊積沙，但兩個書架後的積沙也更密更大塊了。



#### (四) 研究發現

1. 導風轉角較小時，兩側會比一側的除沙效果好。
2. 導風轉角較大時，雖能於轉角處明顯吹掉積沙；但轉角可視為一大型障礙物，也會更多造成積沙。且兩側轉角會比一側轉角積沙更密更廣。

## 八、於校園現場的運用

### (一) 研究方法

找出學校建築物的背風面，將上一點 L 形轉角實際設置在校園中，以減輕實際打掃時的負擔，讓建築物的背風面，積沙更少一點。

### (二) 實驗步驟

1. 呼應上一點，L 形轉角不用太大。我們用學校辦活動的塑膠帆布標語和椅子，製作成 L 形轉角，讓風可以轉彎，吹過建築物的背風面，且帆布的底邊貼齊地面。



2. 為了增加帆布的穩定度，我們將帆布頂部的繩子，綁在椅背最上面處，方便固定。使得整個帆布懸空，下方有一些空隙。



### (三) 研究結果與發現

原本我們只是因為要將帆布固定更穩固，而將帆布懸空綁在椅子上：

1. 懸空的 L 形轉角，建築物後面的積沙，竟然比貼齊地面的 L 形轉角，積沙還要來得少。
2. 帆布本身的背風面都沒有積沙了。

## 陸、 討論

一、 由上述實驗結果我們發現：

- (一) 風吹動沙子遇到障礙物，沙子會堆積在障礙物的背風面。
- (二) 障礙物高度越高，背風面的積沙分布展開的夾角就越小。
- (三) 隨著風速增強，障礙物後方扇型積沙的夾角會越來越小，最後縮小成為半圓形，且單位面積的積沙量會逐漸稀疏。
- (四) 隨著走廊洞的增大，後方積沙的面積會逐漸減小，單位面積的積沙量也會越來越稀疏。
- (五) 隨著風向與走廊夾角的增大，單位面積的積沙量會越來越密，積沙的延伸方向會逐漸趨近於風向。
- (六) 導風轉角為 90 度時，自然吹除背風面沙的效果，比 120 度時好。
- (七) L 形 (90 度) 導風轉角越大，反而會形成另一障礙物，造成更多積沙；所以設置兩側的小型 L 形導風轉角即可。
- (八) 若 L 形導風轉角可以懸空，除沙的效果會比貼齊地面更好。

二、 從 (二)、(三)、(四) 點看來，障礙物越高、風速越強或走廊的洞增大，障礙物背風面的積沙量都會逐漸減少。

三、 我們做的實驗考量的情形有點單純，還有其他許多因素都要納入，其實真正的情況是很複雜的，如果時間或器材許可，我們還可以將實際情況模擬得更真實。

四、 我們這次實驗，模型和沙子的比例，和真實現場比起來，可能有點不同，如果有經費，當然越真實越好。且真實的風沙，顆粒大小都有，還夾帶著樹葉垃圾，不可能都會被均勻的吹起。

五、 模擬的風和現實的風大不相同，自然中的風風向不定，瞬時風速可能會非常大，都增加很多不確定性。

六、 雖然以上三點和現實情形不一樣，不過我們體驗了利用作研究的過程，探究現象形成的原理，解決日常生活的問題，很好玩！

## 柒、 結論

我們掃地時，要多注意建築物容易積風沙的背風面，而且越矮的障礙物，風速不強時，還有比較小的走廊，積沙的範圍都比較大，更要費心打掃。可沿著建築物背風面兩側設置 90 度懸空的導風轉角，且尺寸不宜太大。

## 捌、 參考資料及其他

康軒書局主編（2011）。自然與生活科技課本第 7 冊，1 天氣的變化。台北：康軒。

康軒書局主編（2011）。自然與生活科技課本第 7 冊，2 大地的奧秘。台北：康軒。

## 【評語】 080505

1. 實驗步驟詳實，同時以校園實際風沙堆積情形製做模擬進行實驗，具有實用性。
2. 團隊合作表現佳。
3. 若能將變數再加強的話，如沙堆與障礙物位置、風速等則會更加完整。