

力與美的結合

校 名：高雄市三民區愛國國民小學

指導教師：陳清桔、吳幸家、郭馨雅、陳建良

類 別：物理類

一、活動目的

亞洲新灣區有許多建築設計與流體力學息息相關，其中包含著名的曲面屋頂、無柱空間的高雄展覽館，其外觀採波浪意像，流線型曲線屋頂設計，抗風壓特別好，能將風阻降低，在我們這緊鄰海岸的高雄市更顯特別需要。

我們將設計各種造型之屋頂結構，搭配不同大小的風力，藉由學生實地的製作、操作與觀察，讓孩子們更加理解生活中無所不在的科學。

二、實驗器材

吸管、紙條、紙盒、塑膠瓦楞板、小型風扇、自製風洞。

三、活動過程

(一)伯努利原理體驗練習

1. 準備 1 個盒子，盒內裝 1 顆保麗龍球，闖關者持吸管口吹球的上方，觀察球的移動情形。(如右圖 1)
2. 準備 1 個盒子，將一口字形紙條置於盒內，闖關者持吸管口吹口字形紙條的上方，觀察上方紙條的變化情形。(如右圖 2)
3. 過程中，只能以吸管吹氣的方式使球或紙條作動，不可以利用手或吸管推動球或紙條。

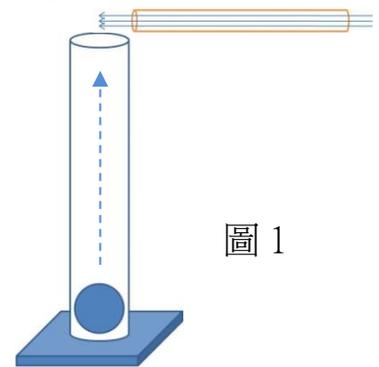


圖 1

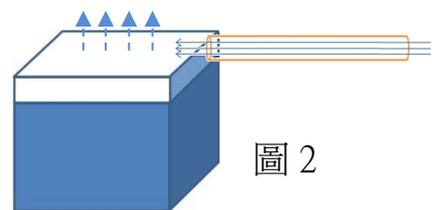


圖 2

(二)屋頂風樂園

1. 準備 4 個不同屋頂形狀的模型，使用紙張浮貼在上方。(如下圖 3)
2. 闖關者手持吸管向紙張吹氣，想一想如何把紙張吹起，模擬風經過屋頂情形。
3. 過程中，只能以吸管吹氣的方式使紙張飄動，不可以利用手或吸管推動紙張。
4. 闖關者對屋子上方模擬屋頂進行吹氣，挑戰不同形狀的屋頂，找出較佳抗風(最不易受風影響)的屋頂設計，就算闖關成功。

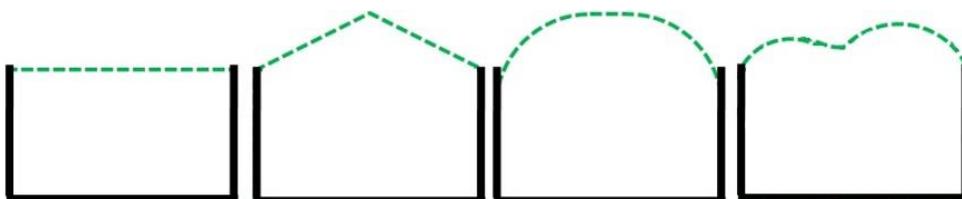


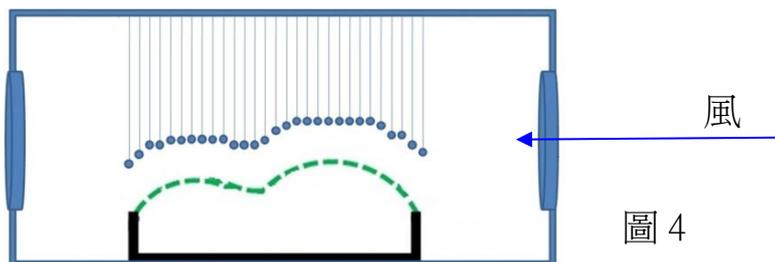
圖 3

(三)抗風大作戰

1. 準備紙盒及長條紙材料。
2. 闖關者依據個人想法設計屋頂形狀，將紙條折成特定形狀後固定於紙盒內，製作模擬小屋。
3. 自製屋頂模型紙條能通過關主風力測試區，找到出較佳抗風(最不易受風影響)的屋頂設計，就算闖關成功。

(四)體驗區

1. 透過模型展示屋頂抗風情形，進行高雄展覽館屋頂設計原理解說。
2. 利用風洞實驗櫃，測試不同風力大小流經建築物屋頂時，屋頂上方風的流動情形，並配合解說。(如下圖4)

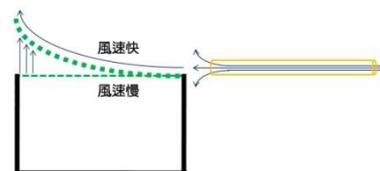


四、活動原理探討

從白努力原理(Bernoulli principle)—流動的流體(液體或氣體)其壓力比靜止時低可以推知，當風通過有形狀變化的屋頂(如瓦片或波浪狀的鐵皮屋頂)時，必須經過較長距離的那一端就會加速，由於加速，使得壓力下降，壓力下降的程度與風速的平方成正比。但在建物內側，即屋頂下方的氣壓並未改變，而此壓力差會使屋頂承受一股往上的作用力，尤其在屋脊、屋簷處，流體通過此銳緣後產生造成極大之吸力(suction force)，建築物的屋頂常因此被掀飛。這些在空中飛行的石板或鐵板是非常危險的。為了預防屋頂被掀飛，在常有大風侵襲的地區，往往會特別注意屋頂的設計，如支座固定的加強，或用石頭來加重屋頂的重量等。

※屋頂風樂園說明

模擬颱風時風吹過屋頂，風速很高，壓力變小，屋內空氣壓較大大，所以屋頂會被掀起。



※抗風大作戰說明

藉由觀察風吹過屋頂的現象，尋找出各式的應變方法，設計可行的屋頂架構。

五、參考資料：

(一)「科學 Online」高瞻自然科學教學資源平台。

<http://highscope.ch.ntu.edu.tw/>

(二)高雄展覽館。<https://pwbgis.kcg.gov.tw/kec/index.html>