



# 吊扇怎麼吹才會涼之探討

陳正治

國立科學工藝博物館 科技教育組  
807 高雄市三民區九如一路 720 號  
電郵：[nelson@mail.nstm.gov.tw](mailto:nelson@mail.nstm.gov.tw)

收稿日期：二零一零年五月六日 (於六月十一日再修定)

---

## 內容

- [摘要](#)
- [研究動機](#)
- [研究目的](#)
- [研究對象及研究時間](#)
- [研究限制](#)
- [研究方法](#)
- [探討問題成因](#)
- [實驗結果](#)
- [結論](#)
- [建議](#)
- [參考文獻](#)

---

## 摘要

眾所皆知，一般使用的排風扇的功能具有排風與吸風的功能，大部份排風扇使用目的，是把熱空氣由室內排到室外出去，然而一般學校教室，天花板僅裝設著吊扇，並沒有更多的預算，可以幫每間教室裝排風扇，甚至冷氣機，所以當天氣變熱時，教室裡雖然有吊扇吹著，但是教室裡還是讓人感覺很悶熱。基於不花費額外的預算，本文試著將一般的天花板吊扇改良具備排風扇排風的功能，將教室內吊扇上裝置的風向轉換器，由原來的往下，改為往上扳動，吊扇的轉向相反了，熱風運動的方向由下往上，並藉由上層開啓的氣窗，飄逸到室外。在實際進行教室溫度量測，也確實得到溫度下降的證據，讓實驗的班級，更能感受到「涼意」，解決教室內在天熱季節裡悶熱的困擾，在不支出額外費用下，一個小研究與動作，即能達到環保兼節能的概念，希望將此結果推廣到全台各個教室內，進而提升學習成效。



## 研究動機

有一天上自然科時，學生嘉義縣立民和國小五年級學生團團對著老師提問說：「我每次冬天洗澡時，會發現整間浴室充滿霧氣，覺得很悶很熱，當洗完澡時，打開門和窗戶時，霧氣才慢慢消失。另外在天熱的季節裡，教室裡的直立電扇，雖然也轉動著，但是還是感覺很熱，即使風速轉到最大，僅有風在動的感覺，卻無涼意。同時也發現，在家裡看電視時，把吊扇打開，過了很久，還是不會涼。」

在旁的圓圓也說：「我曾經在學校的電腦教室裡看到排風扇，當時不知道排風扇的作用」。後來聽老師說，排風扇的目的是把熱空氣抽出去。既是如此，有無可能將吊扇改為排風扇使用呢？此段學生與教師互動的過程，開啓研究者對吊扇功能改變之可行性研究動機。

## 研究目的

爲了探討有無其它辦法可以在不花費額外的費用，本文以嘉義縣立民和國小五年級學生班級爲研究對象，進行一個嚐試讓教室內溫度降低的實驗。一般國民中、小學，因爲沒有額外的預算，可以幫每間教室裝排風扇，更沒有錢裝冷氣；如果在上課拿著扇子搨風，一邊上課，可能會不專心，也可能會影響到其他同學，而且手也會很酸；所以研究者在想，有沒有辦法用教室現有的設備使教室內空氣變得更涼，並能提高學生的學習效果，進一步推廣到其他班級？

## 研究對象及研究時間

研究者爲順利進行研究，徵求民和國小二位班級老師，同意協助本研究之實驗紀錄，並擇在同一樓層、位置相鄰班級人數差不多的三年乙班和五年乙班（圖 1），作爲控制變因之一，進行必要之實驗紀錄。

三年乙班



圖 1：三年乙班和五年乙班教室位置相鄰



## 研究限制

本研究主要探討有哪些實驗操縱變因可以改變，讓反應變因教室溫度降低些，爲了避免其它因素干擾實驗數據，所以找了三年乙班和五年乙班這兩班進行實驗，三年乙班有學生 31 人，五年乙班有 26 人，實驗進行時這兩班人數都介在 26 至 31 個人之間。而且三年乙班和五年乙班這二間教室剛好位在隔壁，再加上這兩班都位於二樓，且教室方窗戶都南北向。加上兩班的老師和同學都願意幫忙，因爲以上的控制變因條件，所以資料收集比較容易。

## 研究方法

本研究主要以實際實驗爲主，五年級學生舊經驗知識，知道熱空氣上升，冷空氣下降，所以設計了三個實驗來複習與驗證。

安安問：你怎麼知道熱空氣會往上升？

團團說：我來設計一個實驗，讓你溫故一下，看一看。

### 5.1、實驗設計：

#### 5.1.1、紙蛇飛天

準備材料有酒精燈、紙蛇、釣環、木條

步驟 1：畫一條紙蛇沿著線剪開，蛇頭綁釣環掛在木條上。

步驟 2：將紙蛇放在點燃的酒精燈上方(要離酒精燈大約 10 公分，避免把紙蛇燒掉)。



圖 2：紙蛇飛天實驗

觀察結果：以蛇頭當中心點，發現紙蛇的身體由下往上的旋轉，而且越旋轉越快。

歸納心得：剛開始的時候，我們加熱很久，發現紙蛇還是不會動，後來把四周圍圍起來，就發現紙蛇旋轉得越來越快（圖 2）。

平平問：你知道教室內的熱空氣往上升後，跑到哪裡去嗎？

圓圓說：我們做個實驗看看吧！



### 5.1.2、水中火山

準備材料有透明塑膠盒、紅墨汁、鑷子、熱水、冷水

步驟 1：將紅墨汁瓶的瓶蓋鑽孔備用

步驟 2：把紅墨汁連瓶子隔水加熱，當溫度變熱時，將紅墨汁瓶取出備用。

步驟 3：準備一個透明塑膠盒，裝八分滿的冷水，紅墨汁瓶用手指按住鑽孔不放，壓入水底至最底部才放開。（圖 3-1~圖 3-4）



圖 3-1、瓶蓋鑽孔的溫熱紅墨汁，用姆指按住瓶蓋，放入冷水底部。



圖 3-2 拇指鬆開。



圖 3-3、紅墨汁往上漂移



圖 3-4、紅墨汁跑到水的上端，累積一定濃度後，會來往下降。

觀察結果:

熱紅墨汁瓶放到透明塑膠盒底部時，看見熱紅墨汁就會往上跑，等到熱紅墨汁跑到水的最上層，沒位置跑時，當達到一定濃度，紅墨汁則會往下跑。

另外高雄市鼎金國小五年級學生，也曾做過類似實驗，設計個模仿教室窗戶的透明壓克力箱，箱內放置燃燒冒煙的檀香塔，就算是教室四周下層窗戶打開，一段時間後，教室內仍然充滿煙霧，久久不去(如圖 4)



圖 4: 充滿煙霧的壓克力實驗箱



### 歸納心得：

這個實驗目的，藉由熱空氣流體和熱液體流體具有類似的性質，熱流體在教室裡，會先往上跑，當上方沒位置跑時且濃度達飽和時，熱流體就會往下移動，而不是往兩側移動累積濃度。教室內的熱氣體，與本實驗結果類似，人體所散發的熱氣，也會往上飄動，且沒有往窗外飄逸出去，所以熱空氣還是留在教室裡，如再用吊扇往下吹，且帶動吊扇裝置的電動機馬達熱源，也會往下運動，熱空氣持續往下降，教室不是更熱嗎？

安安問：難道熱空氣不會跑到教室外嗎？或者室外空氣往內移動嗎？

團團說：那我們來做實驗看看

#### 5.1.3、吹氣神功

準備材料有寶特瓶 1 個、1 立方公分小塑膠積木

步驟 1：拿 1 個寶特瓶，在瓶口放一個小塑膠積木，

步驟 2：用力往瓶子裡吹氣（如圖 5-1~圖 5-3）。



圖 5-1 瓶口放一個小積木



圖 5-2 用力吹氣



圖 5-3 小積木往外彈出來

觀察結果：受風吹的小積木，不但沒有飛進瓶子裡，相反地，卻往外飛出來。

歸納心得：瓶子裡面充滿空氣，所以外面的空氣也進不去。即使往瓶子裡用力吹氣，小積木也是進不去，反而會受一股由內往外運動的空氣吹動，向外面彈出來。

#### 5.2、實驗心得歸納：

歸納以上三個實驗，知道一般吊扇的風，是將吊扇上方空氣，往下吹動，同時將人體散發出的熱空氣往下吹，熱空氣就圍繞著身體四週。因此，教室裡的熱空氣往上飄，吊扇又將熱空氣吹下來，在無風的狀況下，教室外面的涼空氣又進不來，無怪乎教室一直很悶熱。所以要如何做，才能利用簡單的方法，將教室裡的熱空氣往外移動出去呢？



## 探討問題成因

### 6.1、原因分析

身體呼吸作用剛呼出的二氧化碳  $\text{CO}_2$  溫度較高，基於熱空氣往上升的道理，因此二氧化碳會瀰漫在教室天花板上方，此時如果一般往下吹的吊扇又將熱的二氧化碳吹到下方學生座位上，怪不得熱空氣一直吹襲圍繞著學生，就算是下層四週窗戶打開，因為熱空氣已佔據著教室內部，外頭的涼空氣想進來也進不來，因此，炎炎夏日，既熱又悶的空氣圍繞著學生，無怪乎教室內一直感覺悶熱。

如何作才能將教室內的熱空氣，不斷地往天花板移動呢？就是，有無可能由吊扇協助，將熱空氣「吸」到教室上方，當教室上方的熱空氣累積越來越多，濃度增大，再想辦法讓那些熱空氣有出處，如此即可既省錢又環保的法子。

### 6.2、解決方法：

如果將吊扇當作排風扇使用，就是把吊扇旁邊的風向轉換器黑鈕往上扳（如圖 6）。當吊扇馬達旁邊的黑鈕往上扳動後，吊扇真的反轉了，可利用在吊扇下方放些小紙條，可以見識到紙條往上飄動。



圖 6：風向轉換器往上扳動

### 6.3、效果評估

為了驗證本解決方法有無效果，為了驗證吊扇往下吹與往上吸對室內度的影響，本研究邀請嘉義縣立民和國小三年乙班與五年乙班師生協助，從 2008 年 10 月 2 日~10 月 23 日期間，每天早上 9:20、10:10、11:00、12:00 及下午 14:00 的下課 10 分鐘的時間內，作實驗記錄，五年乙班吊扇反轉（黑鈕往上扳）和上氣窗打開，三年乙班吊扇維持正轉（黑鈕往下扳）和上氣窗打開（如圖 7）。並使用具測量值準確到小數一位的電子溫度計（如圖 8），測量五年乙班和三年乙班的室內與當時室外走廊溫度變化紀錄，每日測量並記錄。



圖 7：上氣窗打開



圖 8：電子溫度計紀錄測量室內溫度



經由溫度資料的收集與整理，分別繪製成折線圖 9 至圖 13。

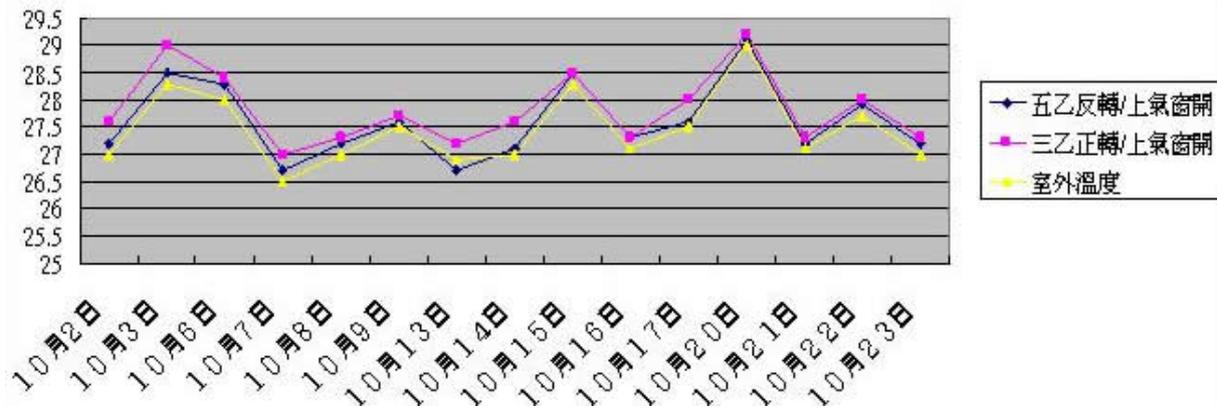


圖 9：上午 9:20 不同吊扇轉向溫度變化圖 (樣本 N=15)

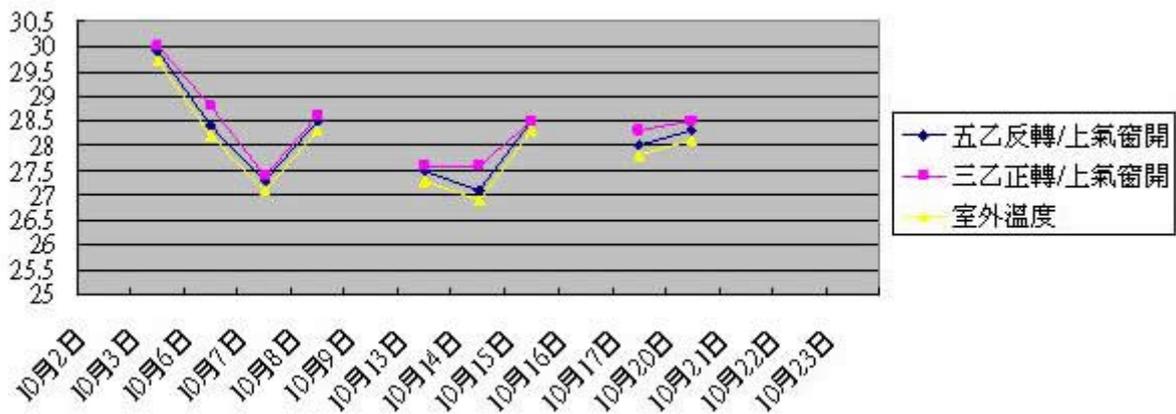


圖 10：上午 10:10 不同吊扇轉向溫度變化圖 (樣本 N=9)

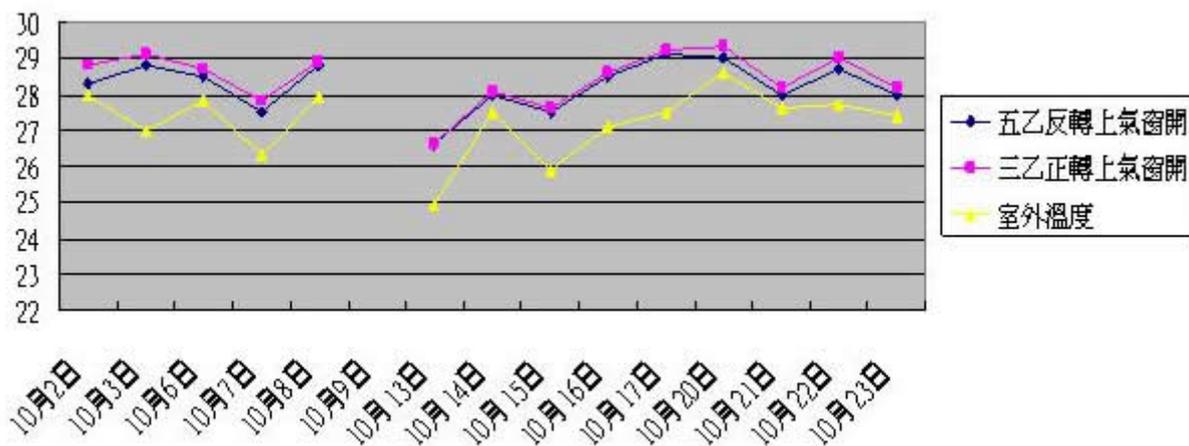


圖 11：上午 11:00 不同吊扇轉向溫度變化圖 (樣本 N=14)

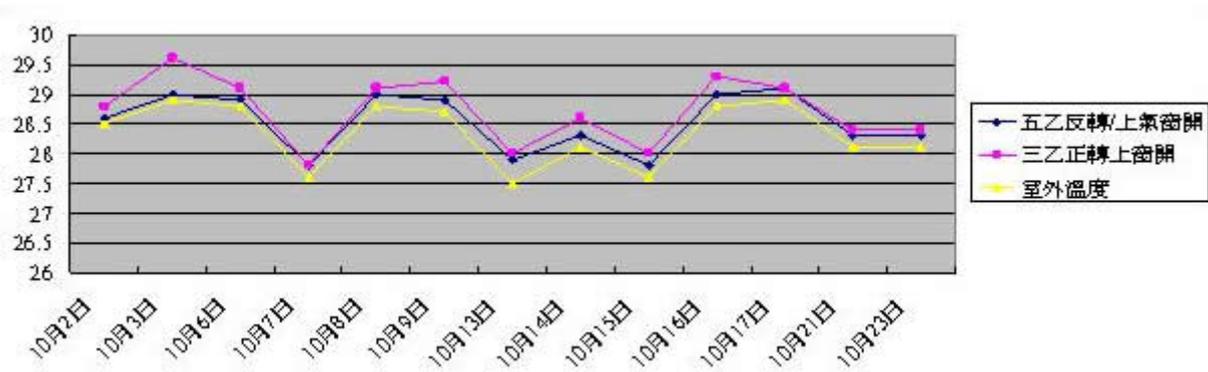


圖 12：上午 12 :00 不同吊扇轉向溫度變化圖 (樣本 N=13)

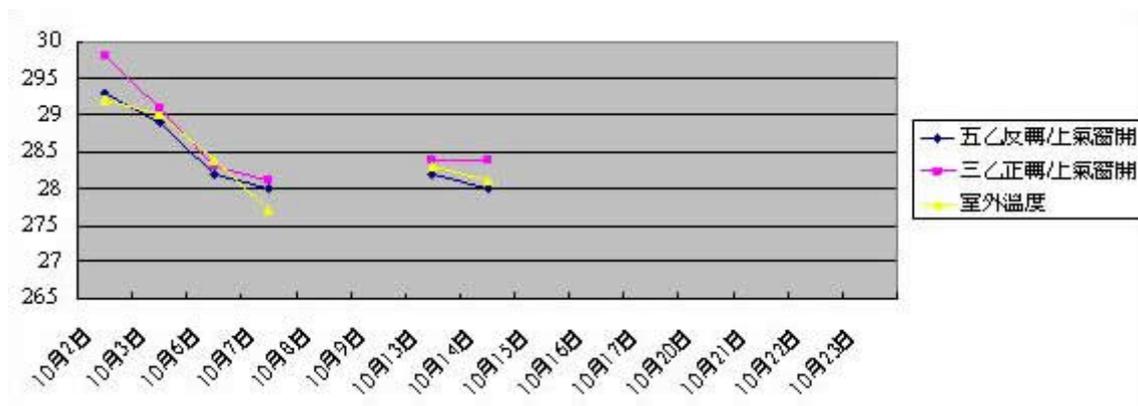


圖 13：下午 14 :00 不同吊扇轉向溫度變化圖 (樣本 N=6)

從折線統計可以發現:

1. 平均而言，教室內溫度比室外走廊溫度高。
2. 相臨兩間教室，在上氣窗均打開的情況下，發現吊扇反轉的五年乙班室內溫度比吊扇正常往下吹的三年乙班室內溫度，要低一些。
3. 依溫度差異平均值統計，吊扇反轉的室內溫度，比吊扇正轉的室內溫度大約少了 0.22 度(如表 1)

表 1：吊扇正轉室溫減吊扇反轉室溫差異值

測量時間	吊扇正轉室溫減吊扇反轉室溫
9 : 20	0.353
10 : 10	0.1
11 : 00	0.2
12 : 00	0.18
14 : 00	0.266
平均值	0.2198



## 實驗結果

經過吊扇實驗正轉與反轉實驗分析，發現平均溫差達 0.22 度，足見吊扇的反轉的確會讓教室涼快一些。爲了強化證明本項簡易的動作與實驗具有強烈的效果，研究者另外安排一個場合，地點是高雄市右昌國中的普通理化實驗教室，一進到該教室，90%以上學生苦於實驗室內的悶熱，但是當研究者告知室內吊扇反轉具有降溫效果且感覺更舒暢時，大部份的學生仍是半信半疑，而且懷疑吊扇反轉後，吊扇下方即不再感到有風吹的現象，因而採取更高的疑慮。研究者先動之以情，告知吊扇反轉會讓學生散發的體熱往上飄去，一如吊扇下方紙條會往上飄一般(如圖 14)，如再打開上層氣窗，這些室內熱空氣即會往外飄去，室外溫度較低的空氣，才能由下層窗戶進入，如此循迴的流動氣場(如圖 15)，始能降低室內溫度，接著當吊扇反轉後，打開上層氣窗，就會驚見黏貼在教室四週下層窗口上的輕柔彩帶，迅速往內飛揚(如圖 16)，但是如果未打開上層氣窗或單一面窗戶緊閉，就看不到輕風由外吹進室內效果(如圖 17)



圖 14：吊扇反轉吸引紙條往上飄

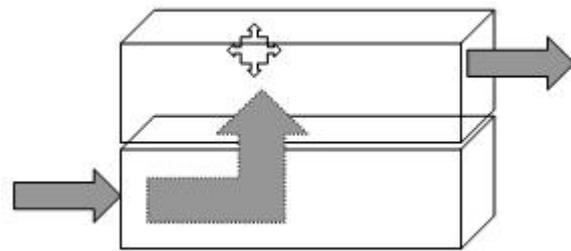


圖 15：吊扇反轉帶動循迴流動氣場



圖 16：打開上層氣窗、吊扇反轉，氣流由外往內飄動



圖 17：即使吊扇反轉，上層氣窗未開啓，氣流流動亦不明顯



## 結論

- 1、一般無蓋的寶特瓶裡就像教室單面開窗的教室，往瓶內吹氣就像室外溫度較低的空氣類似，經實驗得知，教室裡的熱空氣跑不出去，外面冷空氣又進不來，所以教室裡一直覺得很悶熱，即使將教室裡所有吊扇都打開，還是很悶熱，還是不覺?爽。
- 2、要創造涼爽的室內環境，就要讓室外涼空氣進入室內，帶走身體流汗蒸散的熱空氣，始能達到效果。
- 3、使用現有吊扇設備，扳動風向轉換器往上，讓吊扇反轉往上吹，且開啓上層氣窗，可以創造流暢的氣流環境，引進教室外溫度較低的空氣，讓教室變得更涼爽，且改善後的室內溫度比不改善，大約低攝氏 0.22 度。
- 4、僅讓吊扇反轉，但上層氣窗未開，教室降溫效果不明顯。

## 建議

雖然經由本研究實驗發現，「反轉吊扇、同時開啓上、下層窗戶」，兩個小動作就會讓教室內氣溫降低一些，且感覺更舒暢，但在實驗進行過程，也歸納出幾點建議事項，供後續研究參考使用。

- 1、經民和國小老師抽樣調查，有高達 85%的老師並不知道吊扇具反轉的功用，更不知其目的，因此，如何推廣善用吊扇功能，即可成爲另一個有趣的議題。
- 2、對學生而言，吊扇反轉時，吊扇下方就沒有風吹的感覺，在溫度還未明顯降低變化之前，學生很難配合執行，此需經由老師再教育方式使能進行之。
- 3、大部份的教室上層氣窗未開啓，是因為爬上爬下，不方便，且會有蚊蟲侵入，此部份可以改良式拉桿氣窗，並加裝紗網改進之。
- 4、新增天花板電扇時，以裝設可調風向式的吊扇較佳，壁式立扇則無法具有改變風向的效果。



## 參考文獻

- [1] 林國華 (民 81)。簡易實驗。台北市：小天才出版社。
- [2] 桂建樺 (2005)。自然科學真有趣。台北市：人類智庫出版集團公司。
- [3] 許晃雄 (2008)。氣候變遷的衝擊。科學發展網。2008 年 4 月，取自 [http://203.145.193.110/NSC\\_INDEX/Journal/EJ0001/EJ08\\_9708.htm](http://203.145.193.110/NSC_INDEX/Journal/EJ0001/EJ08_9708.htm)。
- [4] 童慶彬 林嘉佑 (2008)。氣候變遷的挑戰與因應。科學發展網。2008 年 4 月，424 期，頁 29-33 取自 [http://203.145.193.110/NSC\\_INDEX/Journal/EJ0001/EJ08\\_9708.htm](http://203.145.193.110/NSC_INDEX/Journal/EJ0001/EJ08_9708.htm)。
- [5] 王根樹 (2008)。氣候與生態、糧食及健康。科學發展網。2008 年 8 月，428 期，頁 20-26，取自 [http://203.145.193.110/NSC\\_INDEX/Journal/EJ0001/EJ08\\_9708.htm](http://203.145.193.110/NSC_INDEX/Journal/EJ0001/EJ08_9708.htm)。
- [6] 童慶彬 李庭鵬 (2008)。適應未來氣候。科學發展網。2008 年 4 月，428 期，頁 28-32，取自 [http://203.145.193.110/NSC\\_INDEX/Journal/EJ0001/EJ08\\_9708.htm](http://203.145.193.110/NSC_INDEX/Journal/EJ0001/EJ08_9708.htm)。
- [7] 施惠等編 (民 94)。自然與生活科技第七冊第一單元-天氣的變化。台南市：南一。
- [8] 施惠等編 (民 95)。自然與生活科技第八冊第一單元-熱與我們的生活。台南市：南一。
- [9] 中華民國第三十七屆中小學科學展覽會。國小組物理科。冷熱交流—窗窗有玄機。
- [10] 中華民國第四十五屆中小學科學展覽會。國小組物理科。煙消熱散。
- [11] 中華民國第四十六屆中小學科學展覽會。國小組物理科。抗流感有妙招—探討教室門窗開關與空氣對流、溫度的關係。