

『熱到最高點』

談校舍建築防熱之研究

高小組應用科學科第三名

宜蘭縣力行國民小學

作者：譚俊元、周卓逸

指導教師：王永順、李照庸

一、研究動機

炎熱的暑假過後，想到又要進入悶熱的教室，不自覺的已汗流夾背。開學後、一樣炎熱異常，教室像似熱烘的火爐，老師說今年的最高溫度38.9度，是台灣有氣象記錄以來最高的一年。想到這高溫、我們在這不通風的平頂教室，頭上的電扇吹著熱風，可讓我們悶得快睡著。我們心想如果能在節約能源之下、建築一棟能防熱對流的教室以降低室內溫度，提昇學習的環境品質，那將是我們學生的最大福氣。我們要如何來做呢？於是我們產生研究動機，在老師指導下，分析熱效應的影響變因，應用科學原理，來做校舍建築防熱的研究。

二、研究目的

- 1.研究校舍屋頂的形狀，與受熱後，室內溫度相互變化關係如何？
- 2.研究屋頂的隔熱材質，與受熱後，室內溫度相互變化關係如何？
- 3.研究校舍牆壁的形狀，與受熱後，室內溫度相互變化關係如何？
- 4.研究牆壁開窗的狀況，與受熱後，室內溫度相互變化關係如何？
- 5.研究排風機裝設位置，與受熱後，室內溫度相互變化關係如何？
- 6.研究校舍外表顏色，與受熱後，室內溫度相互變化關係如何？

三、研究器材和設備

木板、木塊、鐵架、鋼釘、水泥、塑膠板、鐵片、保力龍、厚紙板、磁磚、溫度計、鐵殼子、鐵條、小抽風扇、釘書機、電粘膠、電線、電鑽、紅外線測溫器、竹籤、鐵槌、紙箱、膠帶、電流表、旋風爐、手電筒、電扇、光電池、碎石

、鋸子、鉗子、小刀、色紙。

五、研究過程和方法

問題 研究一：

研究校舍屋頂的形狀，與受熱後，室內溫度相互變化關係如何？

求證方法解析：

首先利用密閉實驗箱，來模擬做不同頂面的熱烘測試，觀察那一種形狀，模擬的頂面，在固定時間，密閉實驗箱內溫度比較。

研究 實驗一：

方法(1)首先利用厚紙箱製做一實驗箱，長40cm寬30cm高30cm。

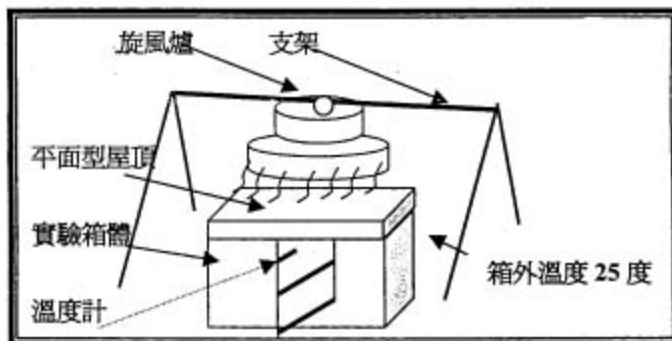
(2)利用厚紙板製做六種高8cm寬35cm不同屋頂形狀的模型。

(3)準備一旋風爐，以最高250w電熱力熱烘60分鐘，觀察在不同屋頂形狀的模型下，測量箱體內垂直置放3支溫度計，測量低、中、高溫度，取3支溫度計平均值為該箱溫度。

(4)溫度計垂直置放在實驗箱內鐵架，每一支高度相距8cm。

(5)旋風爐置放在屋頂形狀模型的上方5cm處，往下吹。

實驗一方法圖解：



實驗一數據蒐集：250w 電熱力熱烘 60 分鐘，箱外溫度 25 度

種類形狀	第一種	第二種	第三種	第四種	第五種	第六種
溫度	平面型	單雙斜型	單單斜型	雙雙斜型	雙單斜型	長圓弧型
實驗次數						
第一次	38.5 度	32.5 度	34.5 度	34.0 度	35.5 度	34.0 度
第二次	39.0 度	33.5 度	35.0 度	35.5 度	35.0 度	34.5 度
第三次	39.5 度	33.0 度	35.5 度	34.5 度	34.0 度	35.0 度
平均	39.0 度	33.0 度	35.0 度	34.6 度	34.8 度	34.5 度

實驗一結果：（每次溫度三支度數合除三、四捨五入計溫度數）。

經過本項的實驗，以250w電熱力熱烘60分鐘試驗，結果發現，第一種平面型模擬屋頂在固定熱力、固定時間內、實驗箱體內，它所彙集的平均溫度39度最高，防熱效果最差。而第二種單雙斜型屋頂實驗箱體內部，它所彙集的平均溫度33.0最低，防熱最佳。

問題 研究二：

研究屋頂的隔熱材質，與受熱後，室內溫度相互變化關係如何？

求證方法解析：

利用同面積，不同材質的正方板，來模擬做不同頂面的熱烘測試，觀察那一種材質，模擬的頂面，在固定時間熱烘，不同材質的正方板，背面溫度測量比較。

研究 實驗二：

方法(1)首先利用厚紙板製做一放置槽，長20cm寬20cm高5cm。

(2)選取六種建材加工成一長20cm寬cm厚度2cm的六種實驗體，材質分別為：第一種石英磁磚、第二種空心磁磚、第三種泡綿磁磚、第四種碎石磁磚、第五種鐵皮、第六種木板、等六種屋頂鋪設建材。

(3)將上項的六種模擬屋頂材質實驗體，置放在厚紙板槽內。

(4)用旋風爐，在上面以最高250w電熱力熱烘60分鐘。

(5)以紅外線測溫計，對模擬屋頂實驗體，測定它的表面溫度，以及背面溫度，並用溫度計量測當時室溫。

(6)每種模擬屋頂材質實驗體正、背面，實驗測定三次取平均值。

實驗二數據蒐集：250w 電熱力熱烘 60 分鐘、材質背面溫度，室溫 26 度

種類 溫度	第一種 石英磁磚	第二種 空心磁磚	第三種 泡綿磁磚	第四種 碎石磁磚	第五種 鐵皮	第六種 木板
次數						
第一次	55.0 度	38.0 度	45.0 度	41.0 度	69.0 度	52.0 度
第二次	51.0 度	35.0 度	48.0 度	46.0 度	74.0 度	49.0 度
第三次	56.0 度	36.0 度	41.0 度	42.0 度	76.0 度	53.0 度
平均	54.0 度	36.3 度	44.6 度	43.0 度	73.0 度	51.3 度

實驗二：結果：

經過本項的實驗，以250w電熱力熱烘60分鐘試驗後，以紅外線測溫計，量測材質背面溫度，結果發現，第五種鐵皮模擬屋頂材質，在固定熱力、固定時間內

，它所吸熱的溫度最高，排熱效果最差。而第二種空心磁磚模擬屋頂材質，經熱烘後，它所吸熱的溫度最低，排熱效果最佳。

問題 研究三：

研究校舍牆壁的形狀，與受熱後，室內溫度相互變化關係如何？

求證方法解析：

利用同面積，同材質的厚紙板，選擇常見三種牆壁形狀，模擬做不同牆壁的熱烘測試，觀察那一種形狀，模擬的牆壁，在固定時間熱烘，不同形狀的厚紙板，正面受熱後，它背面所散發熱力溫度測量比較。

研究 實驗三：

方法(1)首先利用厚紙板製做三種，長35cm寬25cm厚28cm不同的牆壁形狀的模型。

(2)準備一旋風爐，以最高250w電熱力熱烘60分鐘，觀察在不同牆壁形狀的模型下，正面受熱後，它背面所承受的熱力溫度。

(3)以準備一薄鐵盒35cm×25cm×5cm做受溫箱，置實驗體後面。

(4)以紅外線測溫計測受溫箱，每實驗體實驗三次，取平均值。

不同牆壁形狀的模型如下：

第一種平面型



第二種雙單斜型



第三種長圓弧型



實驗三、數據蒐集：250w 電熱力熱烘 60 分鐘、測量鐵箱背面溫度

牆壁形狀	第一種平面型	第二種雙單斜型	第三種長圓弧型
第一次	46.0 度	42.0 度	40.0 度
第二次	49.0 度	40.0 度	38.0 度
第三次	45.0 度	39.0 度	36.0 度
平均	46.6 度	40.3 度	38.0 度

實驗三、結果：（紅外線測溫溫度取整數）測量鐵箱背面溫度。

經過本項的實驗，以250w電熱力熱烘60分鐘試驗後，以紅外線測溫計，量測三種模擬牆壁受溫箱背面溫度，結果發現，第一種平面型模擬牆壁形狀，在固定熱力、固定時間內，受溫箱它所吸熱的溫度最高，排熱效果最差。而第三種長圓弧型模擬牆壁形狀，經熱烘後，受溫箱，它所吸熱的溫度最低，排熱效果最佳。

問題 研究四：（篇幅有限省略）。

問題 研究五：

研究排風機裝設位置，與受熱後，室內溫度相互變化關係如何？

求證方法解析：

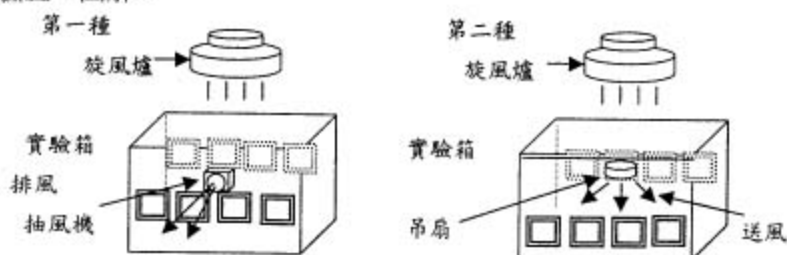
我們再利用密閉實驗箱，來模擬做安置吊扇與在氣窗安置抽風機的熱烘測試，觀察那一種模擬的方式，在固定時間實驗箱內溫度比較。

研究 實驗五：

方法：

- (1)首先利用厚紙箱製成一實驗箱，長40cm寬30cm高30cm。
- (2)將實驗箱兩邊牆面中間，兩方各開四扇5cm×5cm正方窗。
- (3)再來將實驗箱一邊牆上方開一扇8cm×8cm氣窗裝小風扇。
- (4)又在實驗箱內中央上方天花板，裝8cm×8cm小吊扇。
- (5)實驗的8cm×8cm小吊扇以及抽風扇，規格同為12v0.11A。
- (6)準備一旋風爐，以最高250W電熱力熱烘60分鐘後，實驗觀察在實驗箱一邊牆上方氣窗裝抽風機，抽風送20分鐘實驗箱溫度是多少。再實驗在實驗箱內上方天花板裝小吊扇，轉動20分鐘，觀察實驗箱內溫度是多少。每項各實驗三次，並測量記錄溫度。

實驗五、圖解：



實驗五數據蒐集 250w 電熱力熱烘 60 分鐘再抽風 20 分，箱外溫度 26 度

強制對流方式	第一種以一只抽風機在一邊上方氣窗抽出熱力	第二種以一只吊扇在箱內上方對下旋轉散熱力
溫度		
實驗次數		
第一次	31.5 度	34.5 度
第二次	29.5 度	35.5 度
第三次	31.0 度	34.0 度
平均	30.6 度	34.6 度

實驗五、結果：（每次溫度計三支度數合除三、四捨五入計溫度數）。

依本項實驗數據分析，第一種以一只抽風機，在一邊上方氣窗抽出熱力，第二種以一只吊扇在箱內上方，對下旋轉散熱力。兩者實驗比較，在同等電力消耗，同等時間內，在氣窗安裝抽風機，比在天花板安裝吊扇，室內溫度要低。

問題延伸：如室內天花板安置二只吊扇，與上氣窗只裝置一只抽風機兩者間，何者能將室內溫度降的低？

實驗五之一：

方法(1)與實驗五方法同。

(2)將實驗箱一邊牆上方開一扇8cm×8cm氣窗裝1只小抽風扇

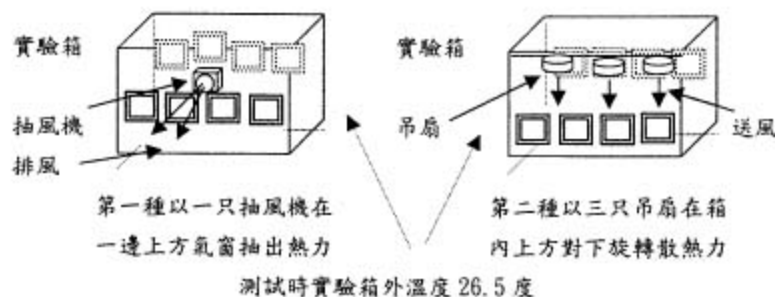
(3)在實驗箱內中央上方天花板，分開裝3只8cm×8cm小吊扇

(4)在實驗箱內放置一卷點燃蚊香，觀察蚊煙飄向。

(5)每只小吊扇，旋吊上方天花板，各間隔5公分。

實驗五之一：結果：（每次溫度三支度數合除三、四捨五入溫度數）。

實驗五之一、圖解：



實驗五之一數據蒐集 250w 電熱力熱烘 60 分鐘送風 20 分鐘，取平均溫度

強制對流方式	第一種以一只抽風機在一邊上方氣窗抽出熱力	第二種以三只吊扇在箱內上方對下旋轉散熱力
溫度		
實驗次數		
第一次	31.0 度	32.5 度
第二次	29.5 度	31.0 度
第三次	30.0 度	32.5 度
平均	30.1 度	32.0 度

依本項實驗數據分析，第一種以一只抽風機，在一邊上方氣窗抽出熱氣，第二種以三只吊扇在箱內上方，對下旋轉散熱力。兩者實驗比較，在同等電力消耗，同等時間內，在氣窗安裝一只抽風機，比在天花板安三只裝吊扇，室內溫度要低約2度。

問題 研究六：

研究校舍外表顏色，與受熱後，室內溫度相互變化關係如何？

求證方法解析：

將厚紙板貼上多種不同顏色色紙，觀察它正面受熱後，溫度的變化。

研究 實驗六：

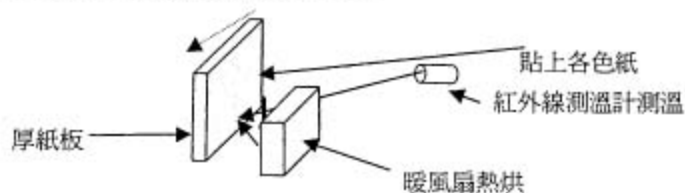
方法：

(1)將厚紙板裁剪成20cm×20cm的正方體，厚度2mm。

(2)準備六種色紙，黑色、白色、銀色、綠色、黃色、紅色等色紙。

(3)各色紙貼於厚紙板上，分別以暖風扇同熱量熱烘30分。10分鐘後以紅外線測溫計，測量厚紙板正面溫度變化，每種實驗三次。

實驗六：圖解：測試時外溫度25.5度。



實驗六、數據蒐集：暖風扇熱烘 30 分鐘顏色正面，受熱平均溫度

牆壁顏色	第一種	第二種	第三種	第四種	第五種	第六種
溫度	黑色	白色	銀色	綠色	黃色	紅色
次數						
第一次	64.0 度	57.0 度	51.0 度	58.0 度	57.0 度	59.0 度
第二次	68.0 度	53.0 度	49.0 度	62.0 度	56.0 度	61.0 度
第三次	62.0 度	59.0 度	54.0 度	61.0 度	59.0 度	62.0 度
平均	64.7 度	56.3 度	51.3 度	60.3 度	57.3 度	60.6 度

吸熱比：黑色>紅色>綠色>黃色>白色>銀色。

暖風扇熱烘30分鐘（散熱10分鐘後）顏色正面，餘溫平均溫度。

牆壁顏色	第一種	第二種	第三種	第四種	第五種	第六種
溫度	黑色	白色	銀色	綠色	黃色	紅色
次數						
第一次	32.0 度	28.0 度	28.0 度	30.0 度	29.0 度	30.0 度
第二次	34.0 度	29.0 度	26.0 度	29.0 度	29.0 度	29.0 度
第三次	31.0 度	28.0 度	27.0 度	30.0 度	28.0 度	31.0 度
平均	32.3 度	28.3 度	27.0 度	29.6 度	28.6 度	30.0 度

散熱比：銀色>白色>黃色>綠色>紅色>黑色。

實驗六：結果：（實驗時室內溫度25.5度，紅外線測溫器溫度取整數）。

經過本項的實驗，六種顏色受熱試驗後，以銀色吸熱最少，正面累積溫度最

低，白色次之，而吸熱最高的是黑色，正面累積溫度最高。在散熱能力方面，以銀色散熱最快，正面累積餘溫最低，白色次之，而散熱最慢的黑色，正面累積餘溫最高。

四、研究心得討論

本次的研究活動，在研究校舍教室，建築上如何落實防熱的設計考量，這是我們鄉下學童長久來的夢幻。所以本次的研究，我們兢兢業業、不敢怠慢，以最簡單的原理，實實在在的去求證，科學本無止境，不斷的研究、實驗、改善，才能增進人類最大福祉。

老師告訴我們，研究實驗要合乎邏輯的推演，按步就班，不要導果為因，一步步的去實驗推敲，針對各項變因去探討、實驗再實驗，歸納出合乎邏輯的法則。研究期間是辛苦，感謝老師戮力指導，有罵聲、有笑聲、聲聲入耳，而我們研究的心聲，會一直傳播下去，讓科學下鄉，永遠紮根。

五、結論

(1)平面型屋頂在固定熱力、時間內、它所彙集的溫度最高，防熱效果最差。而單雙斜型屋頂，它所彙集的溫度最低，防熱效果最佳。

(2)鐵皮屋頂材質，在固定熱力、固定時間內，它所吸熱的溫度最高，排熱效果最差。而空心磁磚屋頂材質，經熱烘後，它所吸熱的溫度最低，排熱效果最佳。

(3)平面型牆壁形狀，在固定熱力、固定時間內，它所吸熱的溫度最高，排熱效果最差。而長圓弧型牆壁形狀，經熱烘後，它所吸熱的溫度最低，排熱效果最佳。

(4)牆壁兩邊開窗，溫度比較低，兩邊不開窗，溫度比較高。又兩邊開窗，對流比較旺盛，助於熱氣的排出。

(5)以一只抽風機，在一邊上方氣窗抽出熱力，以及一只吊扇在箱內上方，對下旋轉散熱力。兩者實驗比較，在同等電力消耗、時間內，在氣窗安裝抽風機，比在天花板安裝吊扇，室內溫度要低。

(6)顏色受熱試驗後，以銀色吸熱最少，正面累積溫度最低，白色次之，而吸熱最高的是黑色，正面累積溫度最高。在散熱能力方面，以銀色散熱最快，正面累積餘溫最低，白色次之，而散熱最慢的是黑色，正面累積餘溫最高。

六、參考資料

- (1)國民中學理化→溫度與熱。
- (2)國民中學理化→熱對物質的影響。
- (3)科學真有趣 →第三單元熱力（錦繡出版社）。
- (4)科學真有趣 →第二十三單元溫室效應（錦繡出版社）。
- (5)兒童科學實驗→熱之對流（臺灣書店）。
- (6)科學實驗引導→第一冊熱的實驗篇（林永泰編）。
- (7)國民小學自然→第五冊第二單元（溫度的測量）。

評語

本作品題材選擇及研究方法極符合高小組同學，是一大特點。灌輸學生對熱效應和能源的基本認識，是本研究另一成功之處。研究器材簡易、過程和方法完備，充份發揮了引導同學推論能力培養的功效，為本作品獲獎的主要因素。

