

嘉義市第三十七屆中小學科學展覽會

作品說明書



科別：生活與應用科學科(一)

組別：國小組

作品名稱：石在粉涼~岩粉應用於自製吸水式
水冷扇之探討

關鍵詞：岩石、散熱、Arduino

編號：

摘要：

為了製作出一個風扇，達到省電、節能的效果。我們利用免動力吸水方式，利用蒸發冷卻的原理，進而達到個人小區域範圍降溫的效果。我們將利用不同岩石粉濾心紙來探討製作一台，自動溫控的水冷扇。

- 一、岩石粉末都具有吸水效果，其中以砂岩和礫岩的吸水量最多。
- 二、礫岩的蒸發量最多，砂岩、安山岩的蒸發量居中，而以石灰岩和花崗岩的蒸發量則是比較少。
- 三、就吸水效果而言，五種再生紙吸水量由高至低依序為：利樂包 > 考卷 > 廣告紙 > 瓦楞紙 > 報紙。
- 四、就蒸發量而言，五種再生紙都蒸發量由多至少依序為：廣告紙 > 利樂包 > 考卷 > 瓦楞紙 > 報紙。
- 五、我們發現加入岩石粉的確可以有助於提高再生紙的吸水重量，以添加 4 g 時效果最明顯。
- 六、並不是紙張中添加岩粉的量越多，紙張的蒸發量就一定會越高，這情形我們推測可能是因為紙張中適當的岩粉可以使水較容易從紙纖維中蒸發出來，反之，當岩粉太多時反而不利於水蒸發。
- 七、我們發現三種岩石粉濾心紙都有不錯的降溫效果，礫岩粉含量 4g 的濾心紙降低的溫度 4 度最大。
- 八、我們發現加入岩粉濾心紙的確可以有助於提高水冷扇的降溫效果，以 5 片時效果最明顯。
- 九、在 Arduino 程式中加入指令，可使我們的模組不僅顯示即時的溫度代表燈號，還能主動自行控制水冷扇的開關，我們以模型進行驗，從外部改變溫度後，燈號會改成顯示紅燈，同時水冷扇的電源此時也自動開啟了，代表我們製作的系統確實可以顯示溫度燈號還能控制電扇開關。

壹、研究動機：

近年來台灣夏天氣溫屢創新高，人們越來越依賴空調帶來的涼快感，但隨著冷氣室溫調的越低，所散發出的熱氣和室外的熱氣循環下，天氣也越來越熱，所以我們就構想出適合個人使用的吸水式水冷扇，因為不需冷媒、壓縮機，所以沒有破壞臭氧層以及高耗電的問題，一方面可在夏季，空氣的乾球溫度高，含濕量低，其室外的乾燥空氣不僅可直接用來消除空調區的濕負荷，還可以通過蒸發冷卻等來消除空調區的熱負荷。此冷卻方式可以避免使用冷媒，而且只須一個風扇，在此系統中為達到省電、節能的效果。我們利用免動力吸水方式，而我們的作品就是沿用蒸發冷卻的原理，進而達到個人小區域範圍降溫的效果。本作品初衷就是不使用冷媒，希望可以廢物利用，盡量減少動力設備，達到環保、節能、省電、降溫的效果。

今年暑期科學營老師介紹矽藻土杯墊製作時，提到矽藻土具有質輕、多孔性、吸附強的特性，是一種能控制房間溫溼度的綠建材，但是目前台灣並沒有發現可開採的地點，開學後偶然在協助老師整理教具時，發現教具室有許多閒置多年的岩石標本，老師說別小看這些石頭，它們有些可以用來當建材，例如花崗岩砌石牆、石灰岩做水泥原料。於是我們想如果可以把我們在河邊、海邊常見的石頭，找到一些岩石，可以取代價格不便宜的矽藻土，做為綠建材來使用，那該有多棒啊，於是我們便展一連串的岩石尋寶實驗。

貳、研究目的：

一、探討不同岩石粉對吸水、蒸發與降溫的影響

- (一) 不同岩石粉種類對吸水效果的影響
- (二) 不同岩石粉種類對水蒸發效果的影響

二、探討應用環保材料製成吸水冷扇濾心的方法與特性

- (一) 生活中有哪些回收紙張適合拿來製作濾心紙
- (二) 不同岩石粉重量下，對再生濾心紙吸水效果的影響
- (三) 不同岩石粉重量下，對再生濾心紙蒸發效果的影響

三、探討自製吸水式水冷扇的效果測試

- (一) 比較不同岩石粉濾心紙的降溫效果
- (二) 比較不同濾心片數的降溫效果

四、製作一個溫控啟動的蒸發式水冷扇

- (一) 以溫濕度電阻偵測環境溫度的設計探討
- (二) 水冷扇環境溫度提示器的設計探討
- (三) 水冷扇水位過低警示功能的設計探討
- (四) 水冷扇溫控啟動控制器功能的設計探討

參、研究設備及器材

研究階段	研究設備與器材
岩粉性質	岩樣、濕度計、玻璃罐、碼錶、電子秤、培養皿、熱水瓶、大臉盆、防潮箱、烘箱、量筒、滴管、燒杯、磅秤、紙、麥克筆
製作水冷扇濾心紙	岩樣、紙箱、果汁機、電子秤、電暖器、除濕機、風扇、抄網、風速計、水桶、刮刀、美工刀、計時器、電鑽、切紙機
水冷扇的效果測試	溫度計、岩石粉濾心紙、滴管、電腦風扇
製作溫控啟動水冷扇	Arduino 板、溫度控制模組、LED 散熱燈、繼電器、水位偵測模組、LCD 顯示板、電源線、電源插座

肆、研究過程與方法：

主題一、探討不同岩石粉末對環境溫濕度的影響

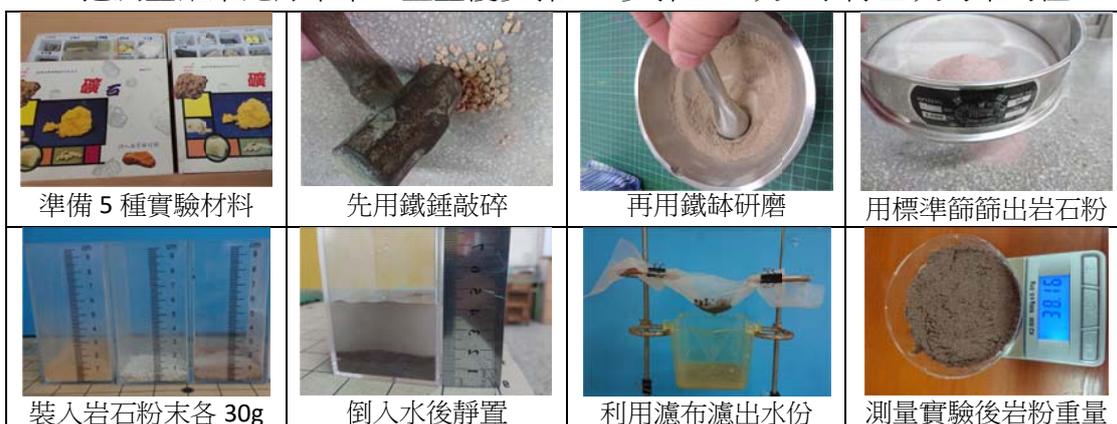
經過我們蒐集網路資料進行閱讀與討論，並請教自然老師，岩石是自然界中一種或多種礦物或似礦物組合而成的固態集合體，根據成因可分為三大類：

- 1.火成岩：地底下熔融或半熔融的高溫岩漿，噴發出地表或在地下降溫冷卻凝固後所形成的岩石例如花崗岩和玄武岩。
- 2.沈積岩：岩石經風化、侵蝕作用或動物的遺骸所形成沉積物，經膠結與深埋作用而成岩石，例如砂岩、頁岩或石灰岩等。
- 3.變質岩：岩石因深埋地底而溫度、壓力增高，造成原有岩石的礦物種類、岩石排列或結構改變而形成的岩石，例如板岩、片岩或片麻岩。

一、不同岩石粉種類對吸水效果的影響

【實驗步驟】

- 1.準備花崗岩、安山岩、砂岩、礫岩、石灰岩等 5 種實驗材料
- 2.先用鐵錘將岩石樣本敲碎後，再用鐵鉢把岩石研磨成粉末，最後用標準篩篩出 $<0.59\text{mm}$ 的岩石粉。
- 3.取五種岩石粉各 30g，分別裝入透明方盒內，倒入 60g 水，靜置 5 分鐘。
- 3.使用濾布將岩石粉末中的水過濾出來後，倒入量杯中並測量重量。
- 4.把測量結果記錄下來，並重覆步驟 2、步驟 3 二次，求得三次的平均值。



【實驗結果】

比較不同種類的岩石粉吸水後的重量有沒有差異。結果如下：

表 1-1

種類	花崗岩				安山岩				砂岩				礫岩				石灰岩			
	1	2	3	平均																
吸水後增加重量(g)	5.26	4.06	4.41	4.58	8.24	7.96	8.11	8.10	8.68	8.46	8.06	8.40	8.88	8.63	9.12	8.88	6.06	5.89	6.21	6.06
剩餘水量(ml)	54.00	55.01	54.50	54.50	51.28	50.84	50.77	50.96	50.30	49.92	50.51	50.24	50.51	50.40	49.86	50.26	53.00	52.47	52.53	52.67

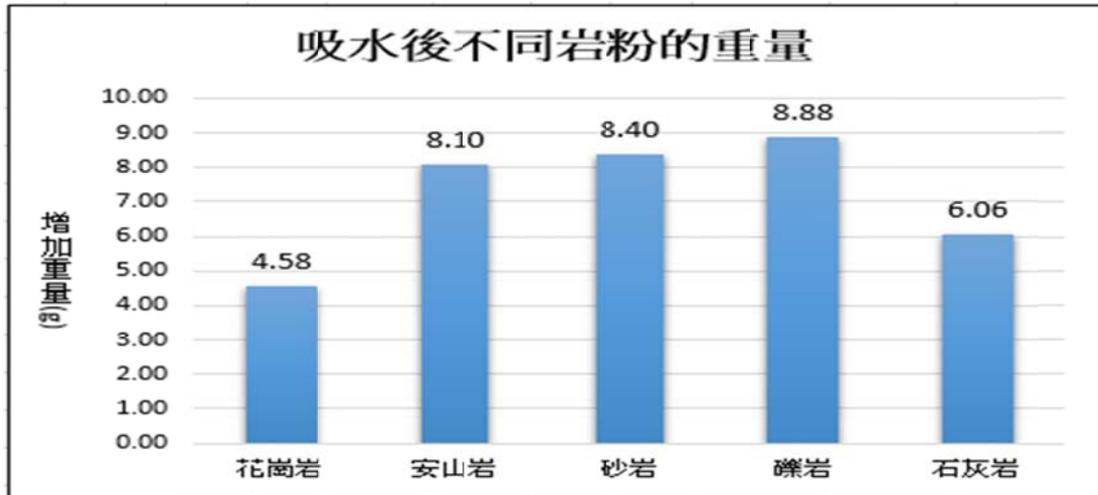


圖 1-1

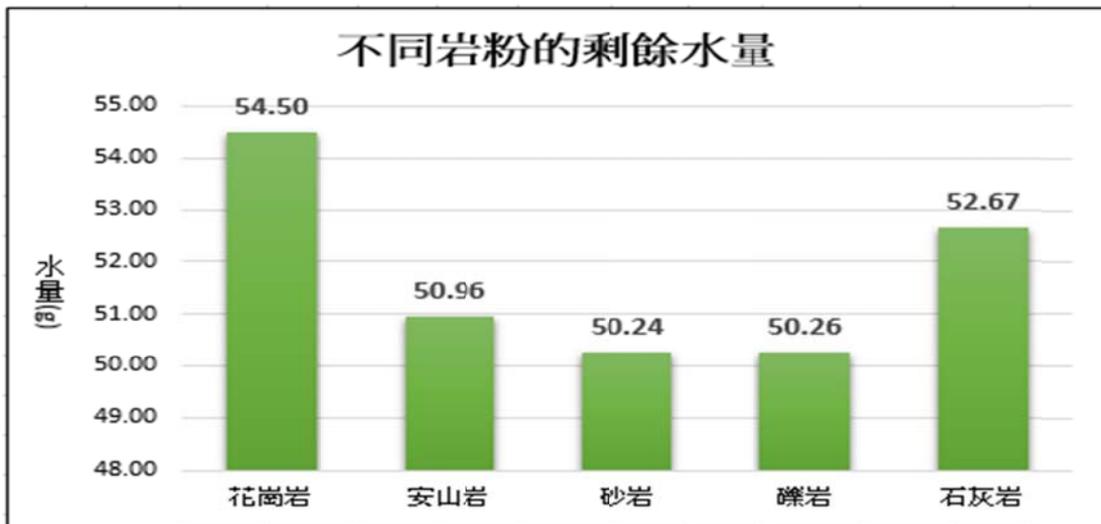


圖 1-2

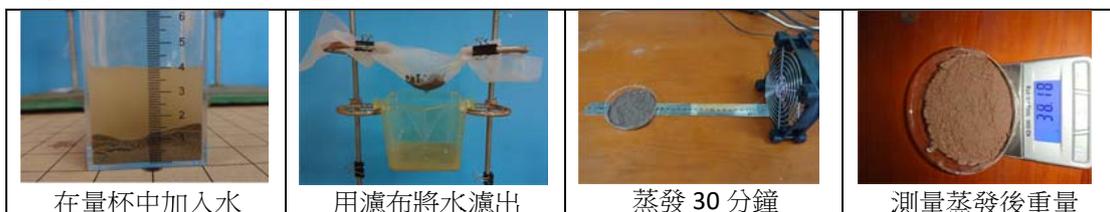
【討論】

- 1.就吸水後增加重量來說，由多到少依序是：礫岩>砂岩>安山岩>石灰岩>花崗岩。
- 2.就剩餘水量來說，由少到多依序是：砂岩>礫岩>安山岩>石灰岩>花崗岩。
- 3.根據以上實驗結果我們得知，本實驗中 5 種岩石粉末都具有吸水效果，其中以砂岩和礫岩的吸水量最多，安山岩的吸水量居中，而以石灰岩和花崗岩的吸水量則是比較少。

二、不同岩粉種類對蒸發效果的影響

【實驗步驟】

- 1.準備花崗岩、安山岩、砂岩、礫岩、石灰岩等過篩後<0.59mm 岩石粉。
- 2.將各 30g 的 5 種岩石粉，分別裝入透明方盒內，並倒入 60g 水，靜置 5 分鐘。
- 3.使用濾布將岩石粉中的水過濾出來後，倒入量杯中並測量蒸發前岩粉重量。
- 4.依序把岩粉量杯放在風扇前，30 分鐘後，測量蒸發後的岩粉重量。
- 5.實驗三次求其平均值。



【實驗結果】

比較三十分鐘後，不同種類的岩石粉末其蒸發情況有沒有差異。結果如下：

表 1-2

項目	花崗岩				安山岩				砂岩				礫岩				石灰岩			
	1	2	3	平均																
蒸發前重量(g)	38.51	37.95	38.42	38.29	39.65	39.57	38.98	39.40	38.46	38.68	37.92	38.35	39.29	38.98	39.11	39.13	36.21	36.19	35.94	36.11
蒸發後重量(g)	38.16	37.65	38.03	37.95	38.87	38.81	38.22	38.63	37.58	37.79	37.05	37.47	38.32	38.04	38.12	38.16	35.89	35.83	35.61	35.78
蒸發重量(g)	0.35	0.30	0.39	0.35	0.78	0.76	0.76	0.77	0.88	0.89	0.87	0.88	0.97	0.94	0.99	0.97	0.32	0.36	0.33	0.34

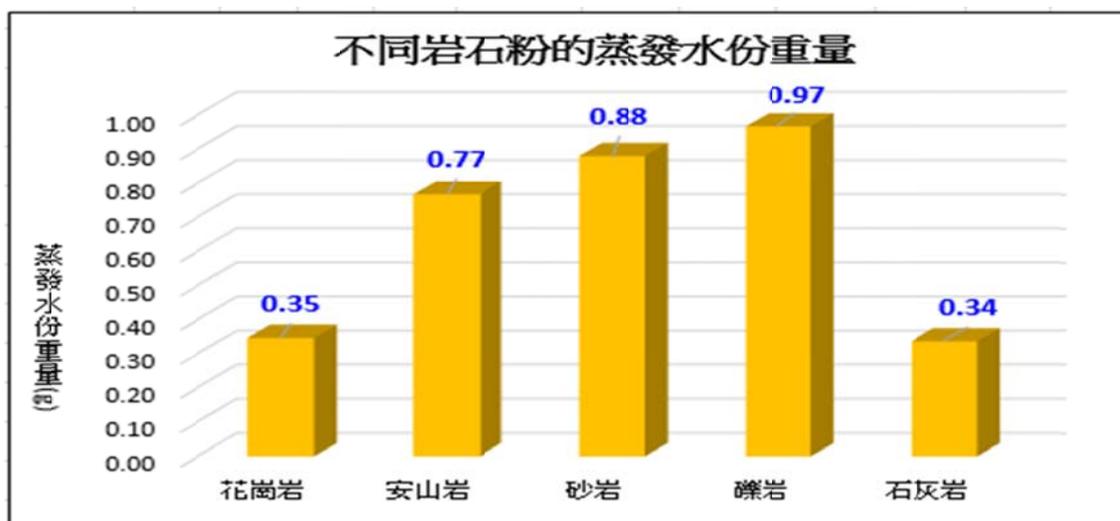


圖 1-3

【討論】

- 1.就蒸發重量來說，五種岩石粉由多到少依序是：礫岩>砂岩>安山岩>花崗岩>石灰岩。
- 2.根據以上實驗結果我們得知，本實驗中 5 種岩石粉末都具有蒸發效果，其中以礫岩的蒸發量最多，砂岩、安山岩的蒸發量居中，而以石灰岩和花崗岩的蒸發量則是比較少。

主題二、探討應用環保材料製成吸水冷扇濾心的方法與特性

一、探究生活中有哪些回收紙張適合拿來製作濾心紙

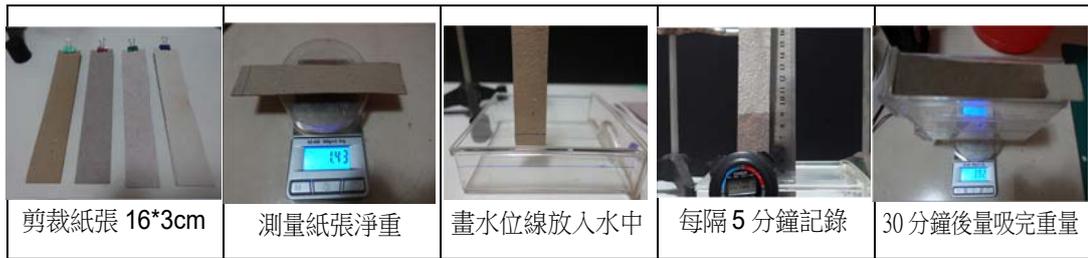
【實驗步驟】

1. 蒐集生活中常見的報紙、考卷紙、廣告單、利樂包內層和紙箱瓦楞紙等 5 種回收紙張。
2. 先將廢紙張撕碎後，以電子秤各秤 5g 浸水泡軟備用，再以 5g : 500g 的紙、水比例將紙張，最後倒入果汁機中打成糊狀的紙漿。
3. 把紙漿倒入抄紙紗網中，輕輕搖晃絹網，讓紙漿平均分布。
4. 抽開塑膠片，滴乾抄紙網多餘水分，並把抄紙網上的紙漿倒扣在吸水布上。
5. 用另一條吸水布隔著抄紙網吸乾紙漿上多餘水分後，輕輕把紙漿從抄紙網上取下，置於通風處陰乾。
6. 依天氣狀況，大概 2~3 天後，環保再生紙就可以完成了。如果遇到陰天或為了縮短實驗等待時間，也可以使用電風扇或電暖器來烘乾。
7. 進行 5 種再生紙的吸水效果測試 3 次，觀察並將結果記錄下來求其平均。
8. 進行 5 種再生紙的蒸發效果測試 3 次，觀察並將結果記錄下來求其平均。

【手工紙造紙步驟】

			
剝紙撕紙	秤 5g 紙張	浸水泡軟	打成紙漿
			
紙漿倒入塑膠杯中	倒入抄紙紗網	搖晃紗網讓紙漿平均分布	抽開塑膠片
			
瀝掉多餘水份	整邊避免沾黏	打開抄紙網上框	倒扣在吸水布上
			
吸乾多餘水份	把紙漿從抄紙網上取下	陰乾或烘乾	取紙

【吸水測試步驟】



【蒸發測試步驟】



【實驗結果】

表 2-1

種類	瓦楞紙	報紙	廣告紙	考卷	利樂包
重量(g)					
實驗前重量	1.43	1.23	1.42	1.43	1.53
實驗後重量	3.89	3.47	4.03	4.27	5.4
吸水重量	2.46	2.24	2.61	2.84	3.87

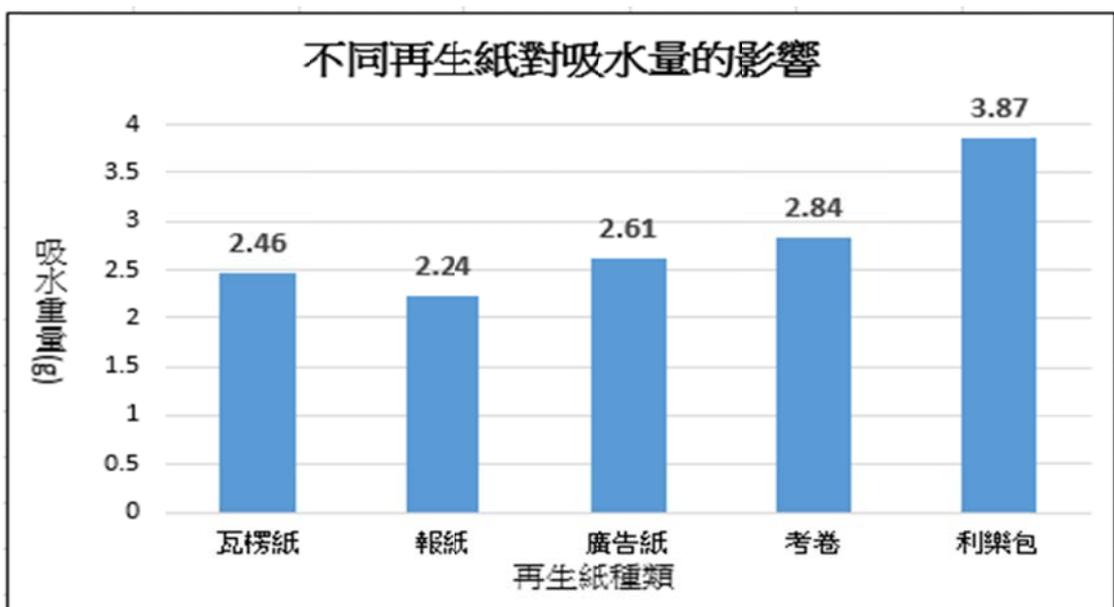


圖 2-1

表 2-2

種類 時間(分)	瓦楞紙				報紙				廣告紙				考卷				利樂包			
	1	2	3	平均	1	2	3	平均	1	2	3	平均	1	2	3	平均	1	2	3	平均
5"	6.7	6.9	6.8	6.8	8.6	8.6	8.5	8.6	10.1	10.2	10.2	10.2	11	11.4	11.2	11.2	12.1	12.8	12.2	12.4
10"	5.2	5.2	5.4	5.3	6.7	6.7	6.9	6.8	7.4	7.6	7.5	7.5	8.1	8.5	8.6	8.4	8.9	9.3	9.1	9.1
15"	7.1	7.4	7.4	7.3	10.1	10	10	10	12	12.1	12.1	12.1	13.7	13.1	13.7	13.5	14.4	14.9	15	14.8
20"	6.9	6.7	6.8	6.8	9	9.1	9.1	9.1	10.8	10.8	10.7	10.8	12.3	11.8	11.6	11.9	13.2	12.9	12.9	13.0
25"	7.4	7.5	7.5	7.5	10.9	11	11	11	12.6	12.8	12.6	12.7	14.1	13.6	13.8	13.8	15.1	14.6	14.8	14.8
30"	6.7	6.9	6.8	6.8	8.6	8.6	8.5	8.6	10.1	10.2	10.2	10.2	11	11.4	11.2	11.2	12.1	12.8	12.2	12.4

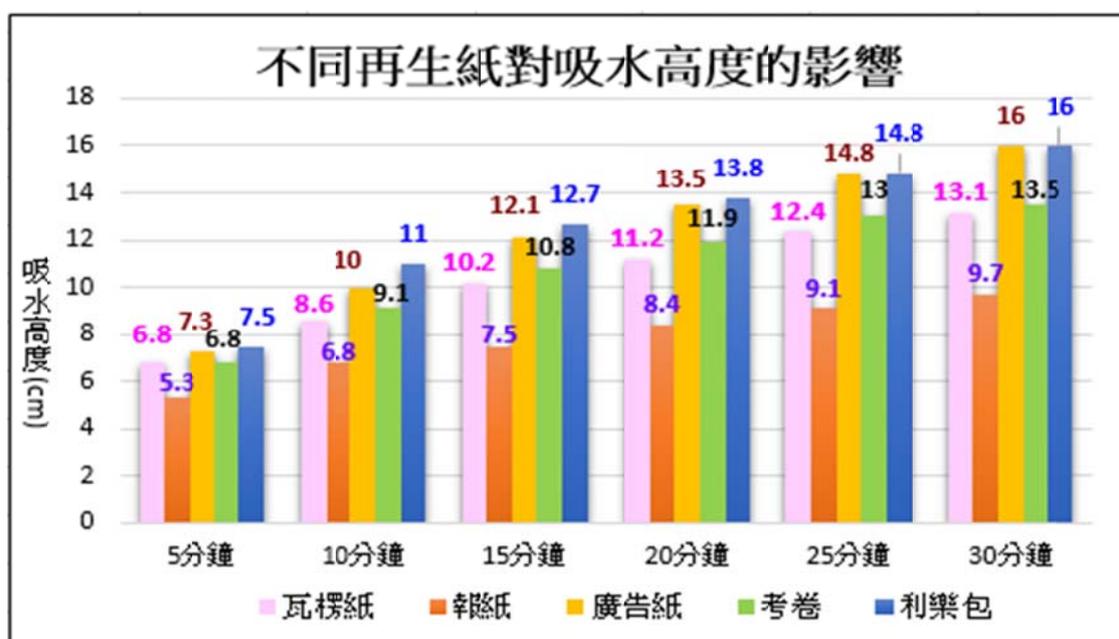


圖 2-2

表 2-3

種類	瓦楞紙	報紙	廣告紙	考卷	利樂包
重量(g)					
吸水後重量	20.49	23.67	20.64	20.57	20.18
蒸發後重量	17.36	20.59	17.32	17.39	16.97
蒸發重量	3.13	3.08	3.32	3.18	3.21



圖 2-3

表 2-4

結果 \ 種類	瓦楞紙	報紙	廣告紙	考卷	利樂包
泡水時間	約 30 分鐘	約 30 分鐘	約 12 小時	約 2 小時	約 24 小時
陰乾時間	約 2.5 天	約 2 天	約 1.5~2 天	約 2 天	約 3 天
吸水量	△	X	○	◎	☆
吸水高度	△	X	☆	○	☆
蒸發效果	△	X	☆	○	◎
耐用性	◎重覆使用 無斷裂情形	◎重覆使用 無斷裂情形	X 吸水後變軟 易中間斷裂	△吸水後變軟 偶有斷裂	◎重覆使用 無斷裂情形

標記方法：☆表示最佳；◎表示良好；○表示普通；△表示較差 X 表示最差

【討論】

就上述的實驗過程中，我們發現：

1. 就吸水效果而言，五種再生紙都可至少吸收 2.2g 以上的水量，吸水量由高至低依序為：利樂包 > 考卷 > 廣告紙 > 瓦楞紙 > 報紙。
2. 就吸水高度而言，在 30 分鐘時，五種再生紙都可至少達 9.7cm 以上的高度，吸水高度由高至低依序為：利樂包 = 廣告紙 > 考卷 > 瓦楞紙 > 報紙。
3. 就蒸發量而言，五種再生紙都可至少蒸發 3g 以上的水量，蒸發量由多至少依序為：廣告紙 > 利樂包 > 考卷 > 瓦楞紙 > 報紙。
4. 綜上觀察，由於我們希望水冷扇的濾心紙能夠免用電力給水，濾心紙需要利用毛細現象將水吸上紙，所以紙張吸水量和蒸發量的能力是我們選擇比較適合的濾心紙的條件。因此，在綜合考量吸水量、蒸發效果、耐用性等因素，我們決定採用「利樂包紙」做為後續實驗水冷扇濾心紙的製作材料。

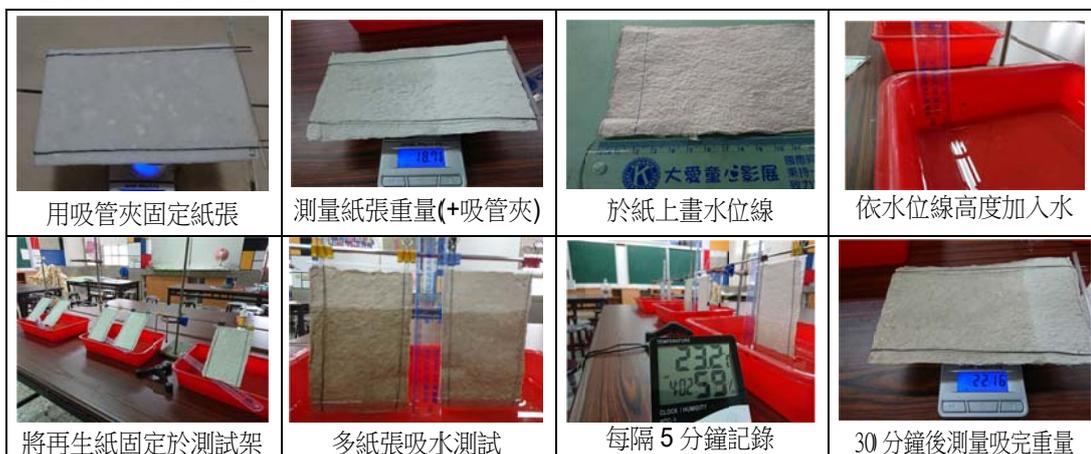
二、不同岩粉重量下，對再生紙濾心吸水性的影響

我們從實驗一-1 和實驗一-2 的結果得知，安山岩、砂岩和礫岩在吸水量與蒸發量方面都有較高，而石灰岩粉與花崗岩粉的吸水量與蒸發量則相對較低，因此，在本實驗中我們採用安山岩、砂岩和礫岩做為本實驗的岩粉樣本。

【實驗步驟】

- 1.準備利樂包紙漿及安山岩、砂岩、礫岩等岩粉。
- 2.在 5g 利樂包紙漿中分別加入 1g、2g、3g、4g、5g 安山岩粉，製作出不同岩粉重量的再生紙。
- 3.重覆步驟 2，製作砂岩和礫岩的五種不同岩粉重量的再生紙。
- 4.運用教具室中的燒杯架及鐵桿，自製多紙張吸水測試架，將五種不同岩粉重量上進行吸水效果測試，觀察並將結果用相機記錄下來。

【吸水測試步驟】



【實驗結果】

表 2-5

時間(分)	安山岩粉濾心紙吸水性實驗					
	0g	1g	2g	3g	4g	5g
5 分鐘	7.5	6.3	8.9	9.4	10.0	8.5
10 分鐘	11.0	7.9	11.0	11.5	12.7	10.6
15 分鐘	12.7	9.0	12.7	12.9	13.9	12.2
20 分鐘	13.8	10.1	13.9	14.5	15.0	13.5
25 分鐘	14.8	10.7	14.7	15.4	16.1	14.6
30 分鐘	16.0	11.2	15.5	16.2	17.0	15.5
實驗前	8.57	9.66	10.66	11.57	12.31	13.07
實驗後	21.47	19.86	24.34	27.24	29.66	29.20
吸水量	12.90	10.20	13.68	15.67	17.35	16.13

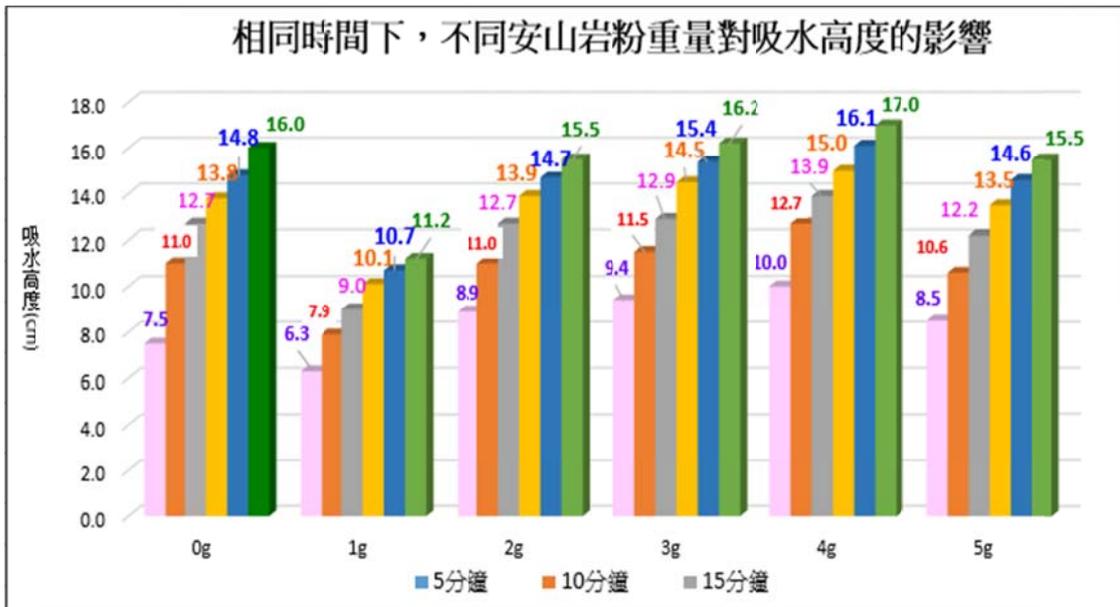


圖 2-4

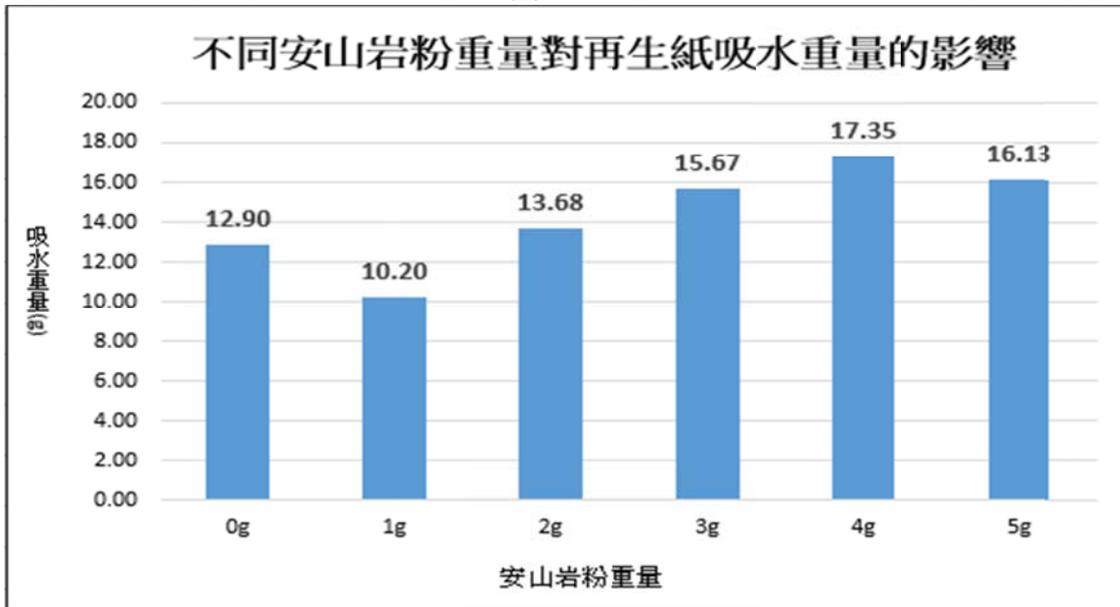


圖 2-5

表 2-6

時間(分)	砂岩粉濾心紙吸水性實驗					
	0g	1g	2g	3g	4g	5g
5 分鐘	7.5	7.9	8.4	9.0	10.4	10.1
10 分鐘	11.0	10.3	10.7	11.0	12.3	11.9
15 分鐘	12.7	11.3	11.7	12.3	13.6	13.3
20 分鐘	13.8	11.9	12.5	13.1	14.6	14.4
25 分鐘	14.8	12.7	13.2	13.9	15.5	15.4
30 分鐘	16.0	13.4	13.9	14.6	16.1	15.9
實驗前	8.57	9.65	10.41	11.32	12.20	13.05
實驗後	21.47	21.42	23.47	26.48	30.03	29.49
吸水量	12.90	11.77	13.06	15.16	17.83	16.44

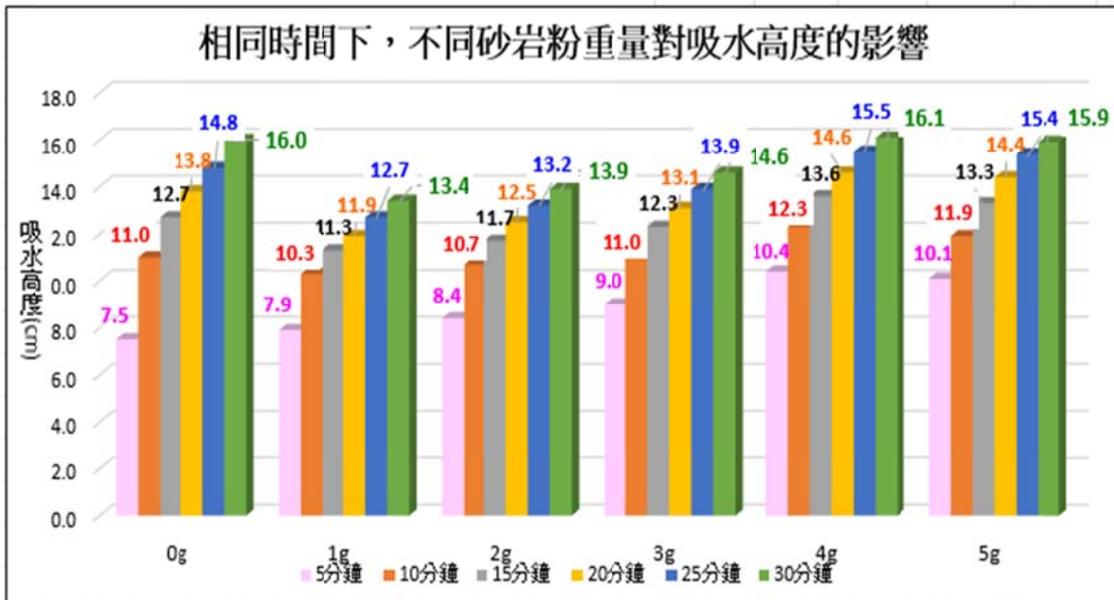


圖 2-6

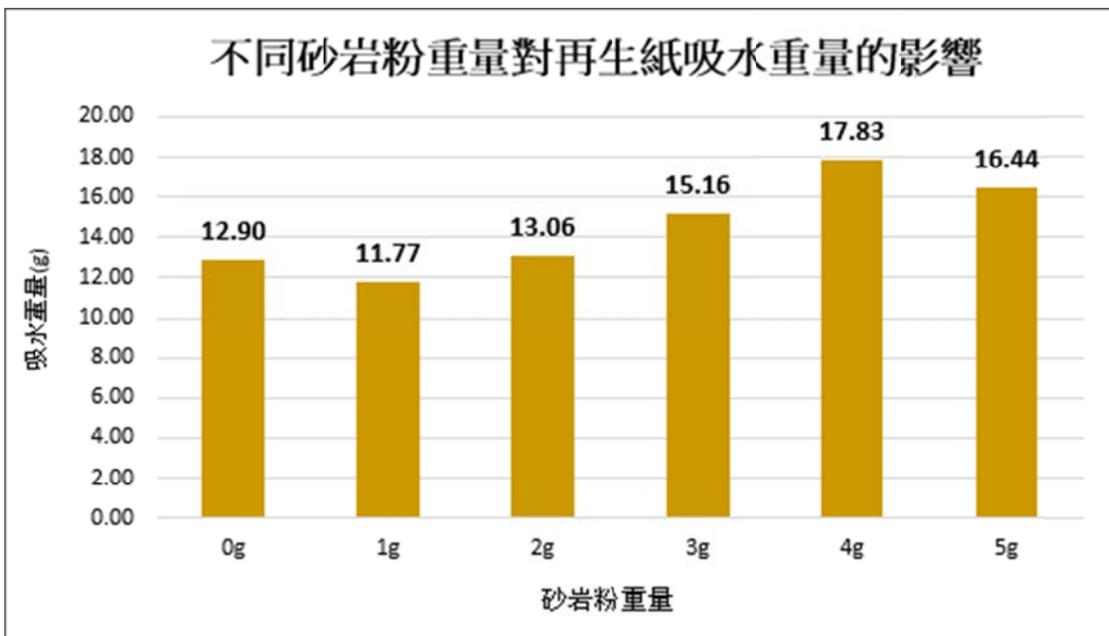


圖 2-7

表 2-7

時間(分) \ 重量(g)	礫岩粉濾心紙吸水性實驗					
	0g	1g	2g	3g	4g	5g
5 分鐘	7.5	8.80	10.00	10.50	10.80	10.30
10 分鐘	11.0	10.50	11.60	12.50	13.30	13.10
15 分鐘	12.7	11.70	13.00	13.80	14.50	14.30
20 分鐘	13.8	12.20	14.20	15.10	15.60	15.00
25 分鐘	14.8	12.50	15.20	15.90	16.20	15.60
30 分鐘	16.0	13.10	16.00	16.50	16.70	16.10
實驗前	8.57	9.75	10.61	11.62	12.64	13.42
實驗後	21.47	22.16	25.73	27.95	29.80	29.82
吸水量	12.90	12.41	15.12	16.33	17.16	16.40

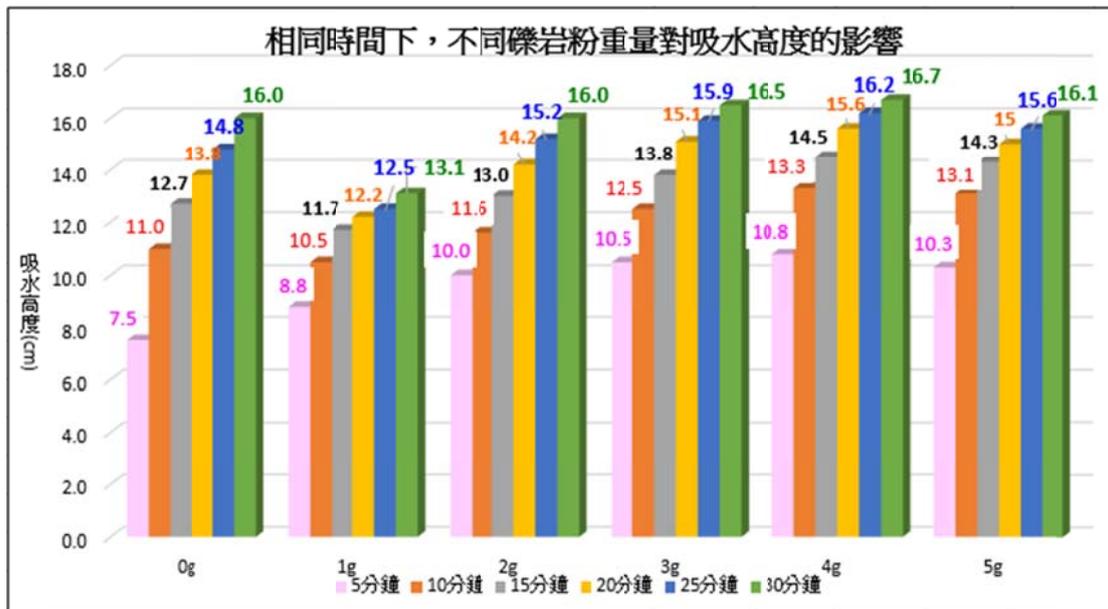


圖 2-8

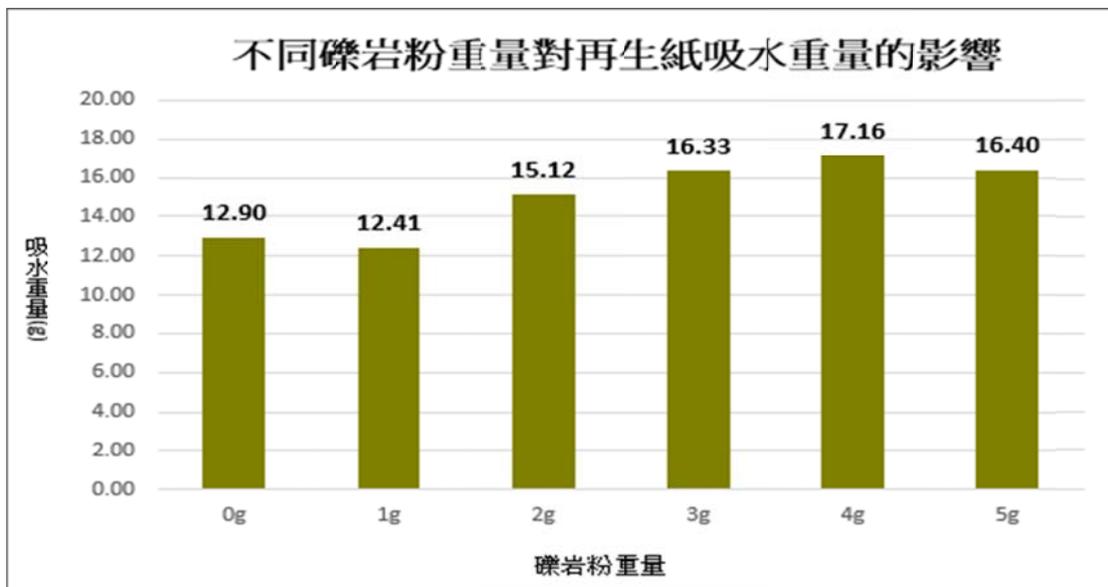


圖 2-9

【討論】

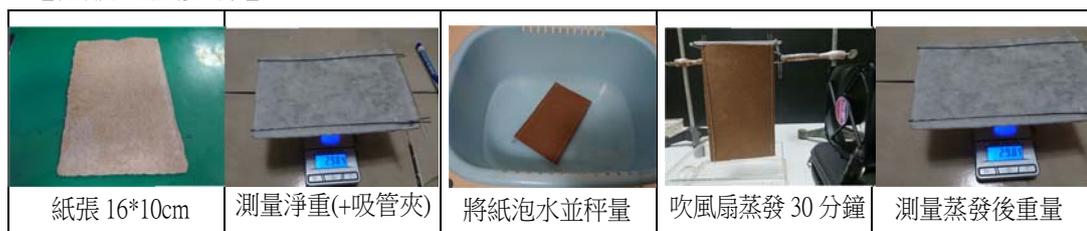
- 1.就安山岩再生紙吸水高度而言，由高至低依序為：加入 4g>3g>0g>5g=2g>1g。
- 2.就砂岩再生紙吸水高度而言，由高至低依序為：加入 4g>0g> 5g>3g>2g>1g。
- 3.就礫岩再生紙吸水高度而言，由高至低依序為：加入 4g>3g>5g>2g>0g>1g。
- 4.就安山岩再生紙吸水量來說，由高至低依序為：4g>5g>3g>2g>0g>1g，以加入 4g 岩粉最多，達 17.83g，。
- 5.就砂岩再生紙吸水量來說，由高至低依序為：4g>5g>3g>2g>0g>1g，以加入 4g 岩粉最多，達 17.35g。
- 6.就礫岩再生紙吸水量來說，由高至低依序為：4g>5g>3g>2g>0g>1g，以加入 4g 岩粉最多，達 17.16g。
- 7.就整體而言，我們發現再生紙的吸水效果會隨著岩石粉重量增加而越明顯，但添加 5g 時，則吸水效果減緩了。
- 8.綜上觀察，我們發現加入岩石粉的確可以有助於提高再生紙的吸水重量，以添加 4 g 時效果最明顯。

三、不同岩粉重量下，對水蒸發的影響

【實驗步驟】

1. 準備利樂包紙漿及安山岩、砂岩、礫岩等岩粉。
2. 在 5g 利樂包紙漿中分別加入 1g、2g、3g、4g、5g 安山岩粉，製作出不同岩粉重量的再生紙。
3. 重覆步驟 2，製作砂岩和礫岩的五種不同岩粉重量的再生紙。
4. 進行蒸發效果測試，觀察並將結果記錄下來。

【蒸發測試步驟】



【實驗結果】

表 2-8

種類 重量(g)	安山岩粉濾心紙蒸發效果					
	0g	1g	2g	3g	4g	5g
蒸發前	26.93	27.92	28.64	29.71	31.98	33.48
蒸發後	23.72	24.47	24.86	25.84	27.85	29.79
蒸發量	3.21	3.45	3.78	3.87	4.13	3.69

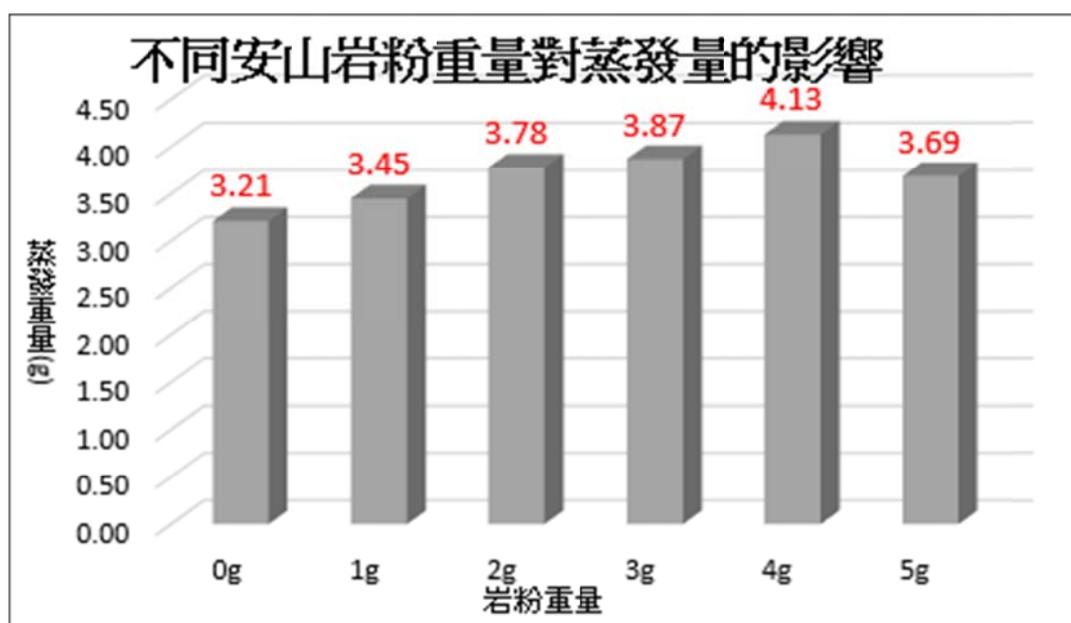


圖 2-10

表 2-9

時間(分) \ 重量(g)	砂岩粉濾心紙蒸發效果					
	0g	1g	2g	3g	4g	5g
蒸發前	26.93	28.52	29.31	32.32	34.02	34.97
蒸發後	23.72	25.16	25.82	28.51	30.05	31.59
蒸發量	3.21	3.36	3.49	3.81	3.97	3.38



圖 2-11

表 2-10

時間(分) \ 重量(g)	礫岩粉濾心紙蒸發效果					
	0g	1g	2g	3g	4g	5g
蒸發前	26.93	28.12	29.64	29.95	32.00	32.24
蒸發後	23.72	24.75	25.81	25.70	27.33	28.62
蒸發量	3.21	3.37	3.83	4.25	4.67	3.62

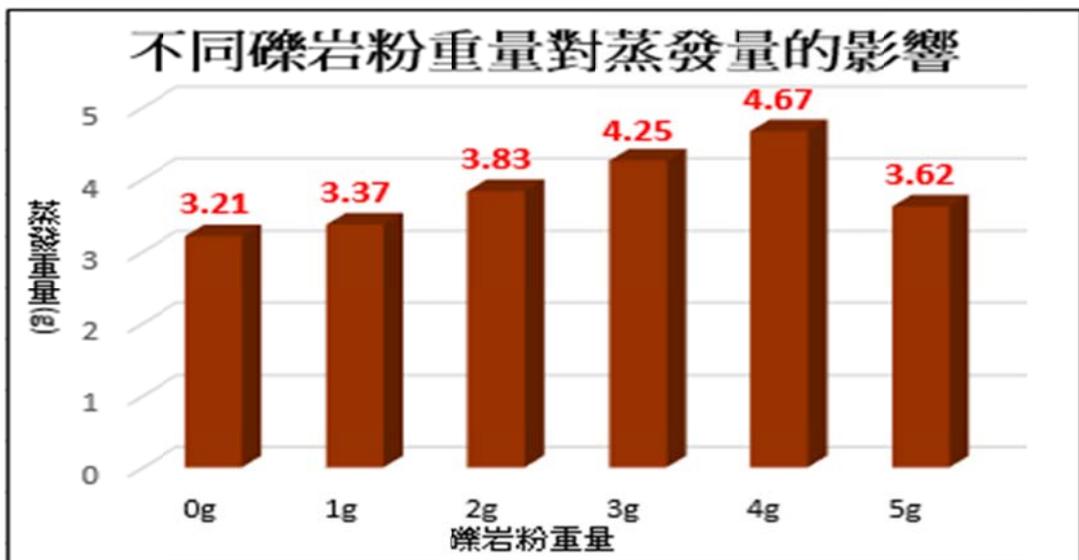


圖 2-12

【討論】

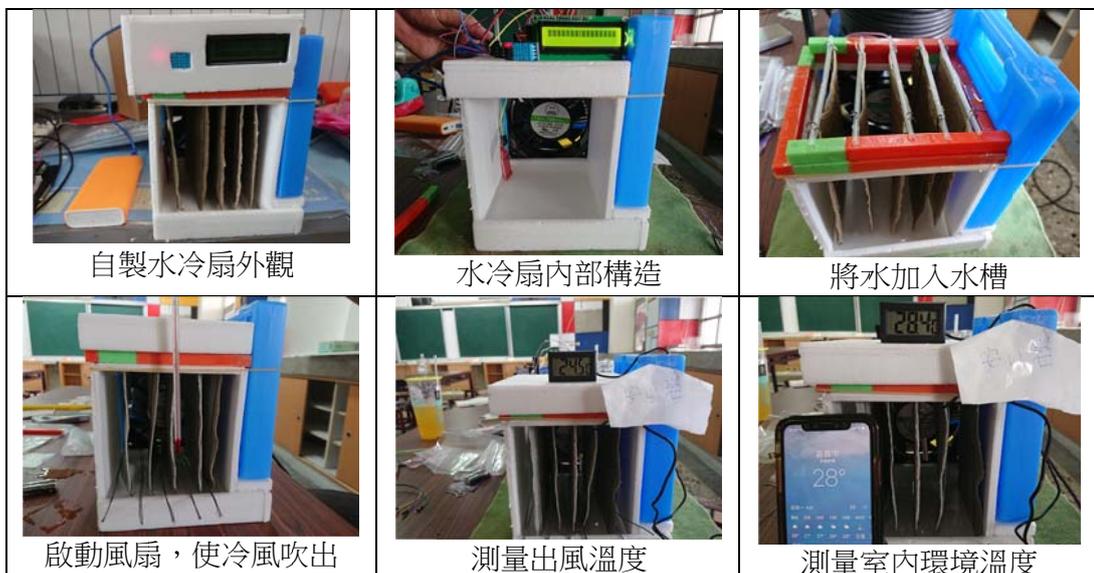
- 1.根據實驗結果得知，不同重量安山岩粉的蒸發水份重量，由高至低依序為：
 $4g > 3g > 2g > 5g > 1g > 0g$ 。
- 2.根據實驗結果得知，不同重量砂岩粉的蒸發水份重量，由高至低依序為：
 $4g > 3g > 2g > 5g > 1g > 0g$ 。
- 3.根據實驗結果得知，不同重量礫岩粉的蒸發水份重量，由高至低依序為：
 $4g > 3g > 2g > 5g > 1g > 0g$ 。
- 4.由上述實驗結果得知，並不是紙張中添加岩粉的量越多，紙張的蒸發量就一定會越高，這情形我們推測可能是因為紙張中適當的岩粉可以使水較容易從紙纖維中蒸發出來，反之，當岩粉太多時反而不利於水蒸發。
- 5.由於我們希望水冷扇的濾心紙能夠免用電力給水，濾心紙需要利用毛細現象將水吸上紙，所以紙張吸水量和蒸發量的能力是我們選擇比較適合的濾心紙的條件。綜合實驗二-2 和二-3 結果，我們得知 4g 礫岩濾心紙 (吸水量 17.16g、蒸發量 4.67g)、4g 安山岩濾心紙 (吸水量 17.83g、蒸發量 4.13g)以及 4g 砂岩粉濾心紙為 (吸水量 17.35g、蒸發量 3.97g)是三種紙類中較適合做為後續實驗的樣本。

主題三、探討自製吸水式水冷扇的效果測試

一、比較不同岩石粉濾心紙的降溫效果

【實驗步驟】

- 1.準備安山岩粉含量 4g、砂岩粉含量 4g、礫岩粉含量 4g 的濾心紙各 5 張。
- 2.依序將不同種類的濾心紙放入水冷扇中，開啟電源進行吹風測試。
- 3.利用溫度計測量室內溫度，並於出風口測量出風溫度，觀察溫度變化情形並記錄下來。



【實驗結果】

表 3-1

種類 溫度(°C)	安山岩濾心紙	砂岩濾心紙	礫岩粉濾心紙
室內溫度	28.4	28.2	28.3
出風溫度	24.6	24.6	24.3
降低溫度	3.8	3.4	4

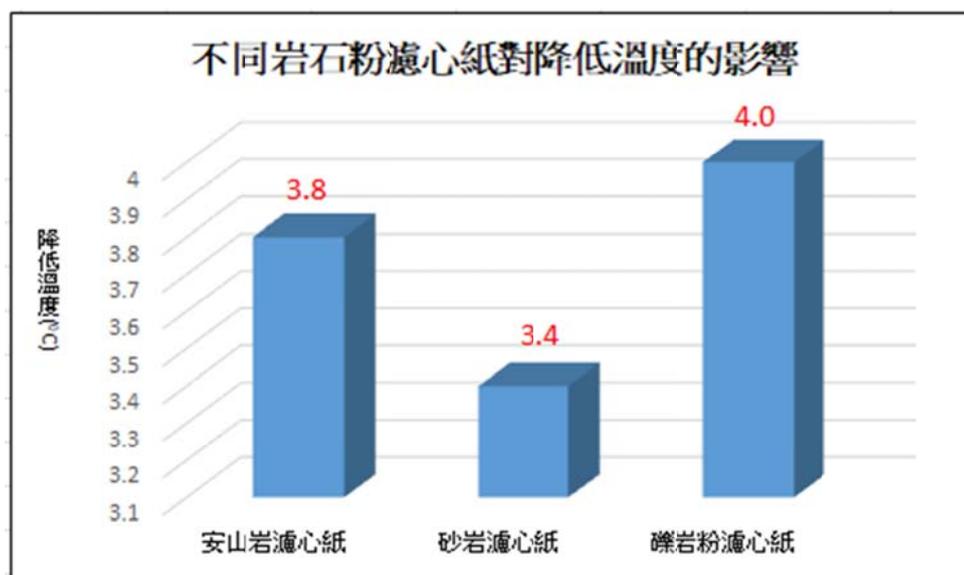


圖 3-1

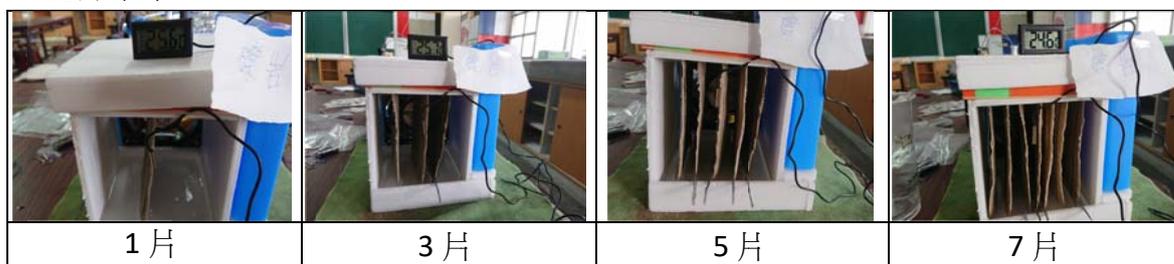
【討論】

- 1.就降低溫度效果而言，降溫效果由高至低依序為：礫岩濾心紙>安山岩濾心紙>砂岩濾心紙。
- 2.綜合實驗結果，我們發現三種岩石粉濾心紙都有不錯的降溫效果，礫岩粉含量 4g 的濾心紙降低的溫度 4 度最大，因此，為了讓我們的冷風扇有較好的降溫效果，我們採用礫岩粉濾心紙做為後續實驗的實驗樣本。
- 3.在實驗過程中，我們發現，風扇開始運轉後，岩石粉濾心紙會因為風的影響，會有互相沾黏在一起的情形發生，這樣容易造成岩石粉濾心紙的破裂，因為紙張在吸滿水後，非常容易因外力而造成破裂，所以在放置岩石粉濾心紙時，需要很小心地放置並預留一些空間以防止互相碰撞造成破裂的情形發生。

二、比較不同濾心片數的降溫效果

【實驗步驟】

- 1.準備礫岩粉含量 4g 的濾心紙 7 張。
- 2.依序將 0、1、3、5、7 張濾心紙放入水冷扇中，開啟電源進行吹風測試。
- 3.利用溫度計測量室內溫度，並於出風口測量出風溫度，觀察溫度變化情形並記錄下來。



【實驗結果】

表 3-2

種類	0 片	1 片	3 片	5 片	7 片
室內溫度	28.3	28.3	28.3	28.3	28.3
出風溫度	26.5	25.7	25.4	24.4	24.6
降低溫度	1.8	2.6	2.9	3.9	3.7

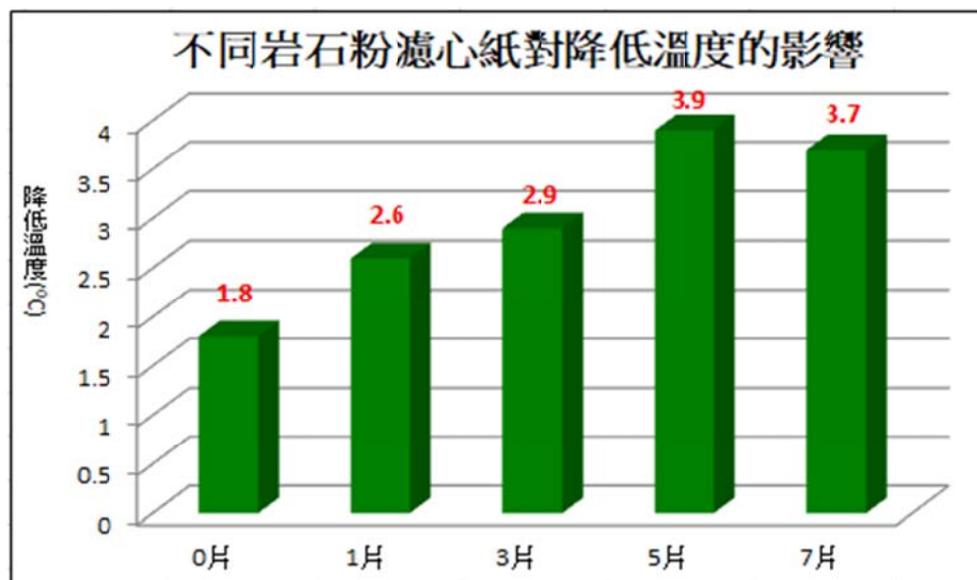


圖 3-2

【討論】

- 1.就降低溫度而言，由高至低依序為：5 片 > 7 片 > 3 片 > 1 片 > 0 片。
- 2.就整體而言，我們發現水冷扇的降溫效果會隨著濾心紙片數增加而越明顯，但增加到 7 片時，則降溫效果減緩了。
- 3.綜上觀察，我們發現加入岩粉濾心紙的確可以有助於提高水冷扇的降溫效果，以 5 片時效果最明顯。

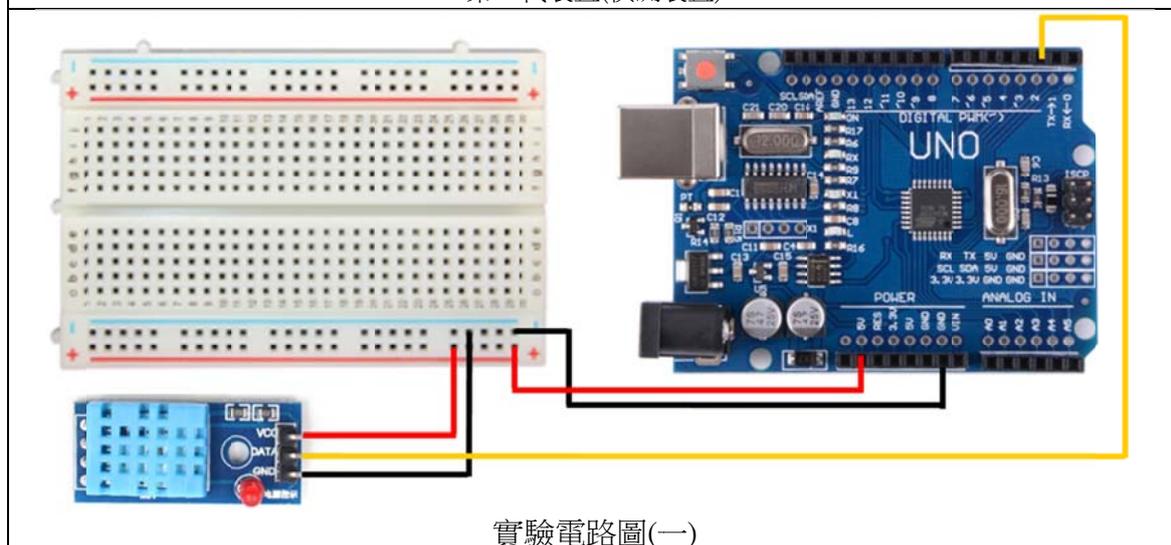
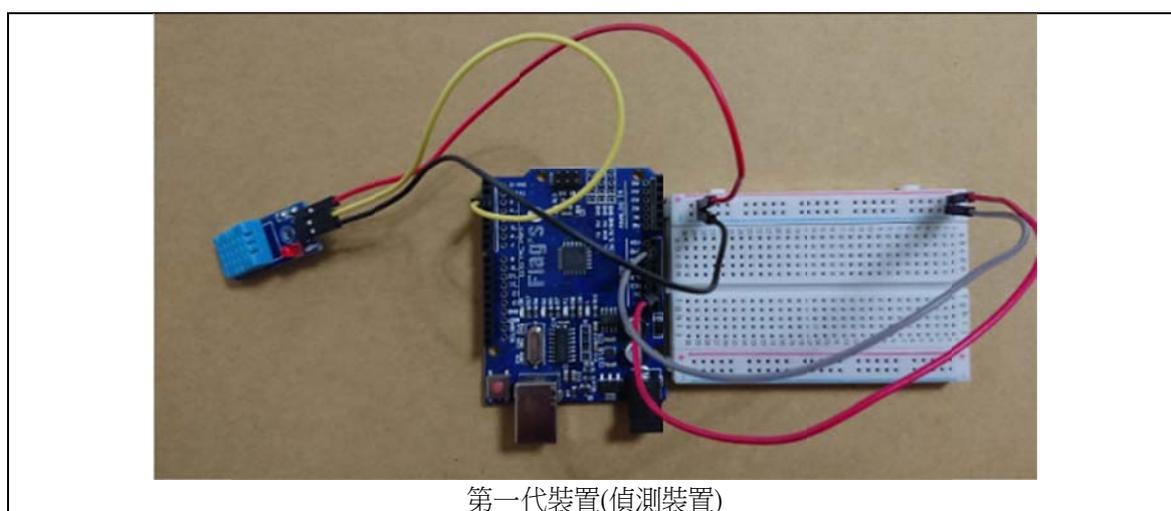
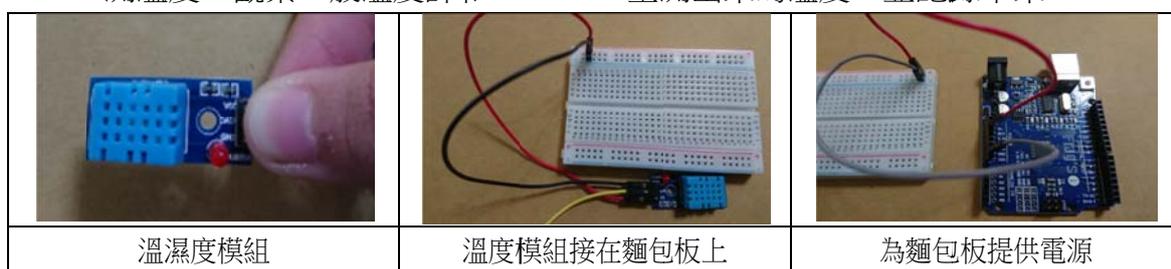
主題四、製作一個溫控啟動的蒸發式水冷扇

一、以溫濕度模組偵測環境溫度的設計探討

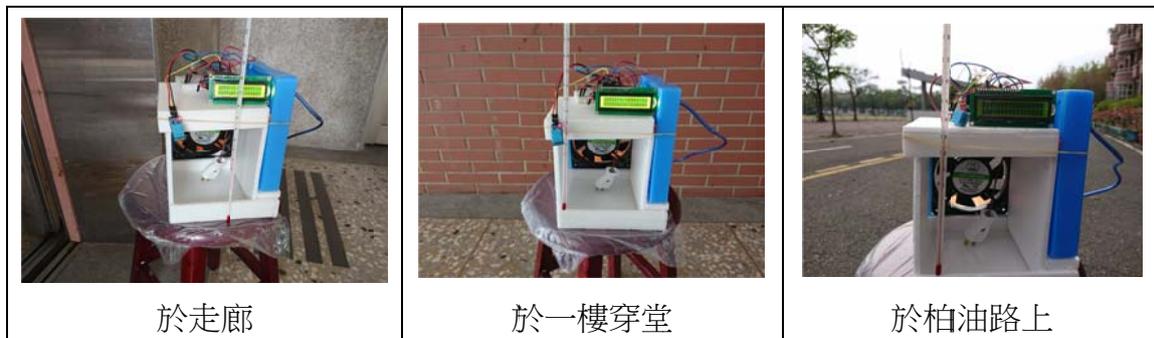
我們想要利用溫濕度模組來偵測當下的環境溫度，再由 **arduino** 來控制涼風扇的開關。在這個研究我們先探討如何製作一組可以自動測量溫度的裝置。

【實驗步驟】

1. 準備 Arduino UNO 板、溫度模組 DHT11、杜邦線、一般溫度計。
2. 依據實驗電路圖(一)，將溫濕度模組接上麵包板後，連接到 Arduino UNO 板。
3. 運用 Flag's Blook 積木程式軟體，透過圖像式的積木設計視窗，使用積木組合的方式來設計溫度感測程式。
4. 至走廊、教室內、地下室、操場、冷氣房，同時以溫度計與溫濕度模組來偵測溫度。觀察一般溫度計和 Arduino 量測出來的溫度，並記錄下來。



積木程式組合編寫	積木功能說明
	<p>開啟序列埠</p> <p>輸出溫濕度模組的溫度值/從腳位 2</p> <p>以文字顯示“°C”</p> <p>輸出溫濕度模組的濕度值/從腳位 2</p> <p>以文字顯示“°C”</p> <p>每 2 秒偵測溫濕度 1 次</p>



【實驗結果】

溫度	地點	走廊	教室內	穿堂	柏油路
一般溫度計(攝氏)		29	28	28	30
Arduino 監控視窗輸出值(攝氏)		29	28	28	30
是否一致		是	是	是	是

【討論】

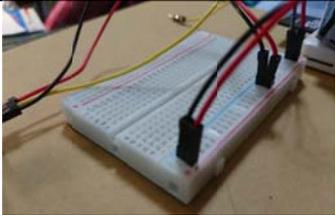
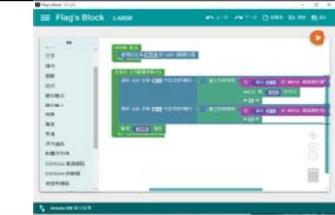
- 1.我們把溫濕度模組插在麵包板上再以杜邦線連接 Arduino 的 5V 和 GND 上，最後將 Arduino 與電腦相連，當溫濕度模組偵測到環境溫度時會產生輸出值到電腦上。
- 2.由實驗結果顯示，一般溫度計量測的結果和 Arduino 監控視窗 量出來的溫度值都一樣，因此，本測量溫度裝置可以隨時監控裝置旁的環境溫度。

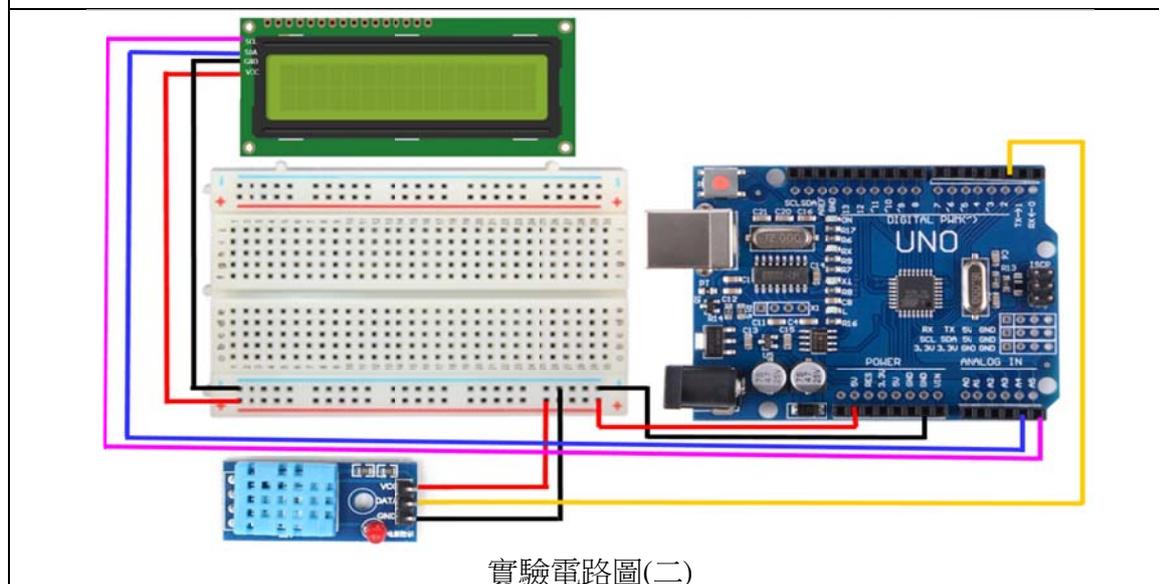
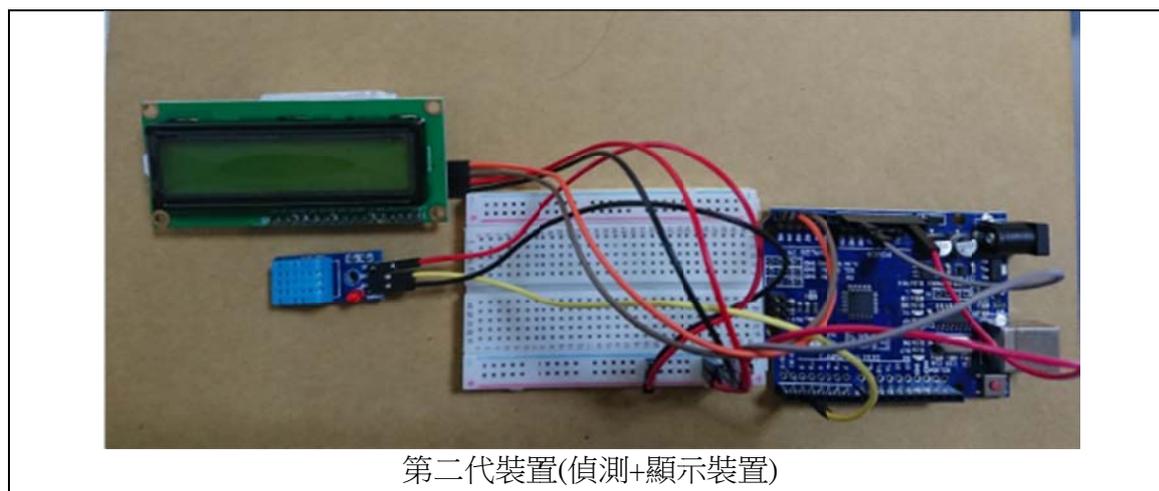
二、水冷扇資訊顯示功能的設計探討

上個實驗我們順利地將偵測到的溫濕度值傳到電腦螢幕上，不過每次要看 Arduino 的感測值都要透過電腦實在很費時又費力，因此本實驗我們想嘗試著透過 LCD 液晶顯示模組來即時提供使用者即時的溫度資訊。

【實驗步驟】

- 1.準備 Arduino UNO 板、溫度模組 DHT11、LCD 液晶顯示模組、杜邦線。
- 2.依據實驗電路圖(二)，將顯示模組正負極電源線接上麵包板後，再將控制顯示模組資料傳輸的兩條線連接到 Arduino UNO 板腳位上。
- 3.運用積木程式，透過使用積木組合的方式，設計 LCD 資訊面板顯示程式。
- 4.測試 LCD 液晶顯示模組顯示內容是否正確。

		
1.將顯示模組正負極電源線連接到麵包版的正負極	2.將控制資料傳輸的兩條線連接到Arduino UNO板腳位	3. 透過使用積木組合的方式程式設計



積木程式組合編寫	積木功能說明
<p>SETUP 設定</p> <ul style="list-style-type: none"> 設定 serial 的序列通訊速度為 9600 tps 啟用位址為 0x27 的 LCD 液晶顯示器 <p>主程式 (不斷重複執行)</p> <ul style="list-style-type: none"> Serial 以序列通訊送出 從 腳位 2 的 DHT11 模組讀取攝氏溫度 換行 Serial 以序列通訊送出 "C" 換行 Serial 以序列通訊送出 從 腳位 2 的 DHT11 模組讀取相對濕度 換行 Serial 以序列通訊送出 "3" 換行 清除 LCD 的第 0 列並在該列顯示 建立字串使用 從 腳位 2 的 DHT11 模組讀取攝氏溫度 ASCII 碼 223 的字元 "C" 清除 LCD 的第 1 列並在該列顯示 建立字串使用 從 腳位 2 的 DHT11 模組讀取相對濕度 "3" <p>暫停 2000 毫秒</p>	<ul style="list-style-type: none"> 開啟 Arduino 上的 LCD 模組功能 設定第一行顯示內容來源 輸出溫濕度模組的濕度值/從腳位 2 設定第二行顯示內容來源

【實驗結果】

溫濕度偵測及資訊面版顯示實驗裝置圖

以杜邦線與 Arduino 連接，並提供電源

溫濕度模組

第一行顯示偵測到的溫度，第二行顯示偵測到的濕度，由 Arduino 控制

溫度	地點	走廊	教室內	穿堂	柏油路
arduino 輸出值(攝氏)		29	27	28	32
顯示數值		29	27	28	32
是否一致		是	是	是	是

【討論】

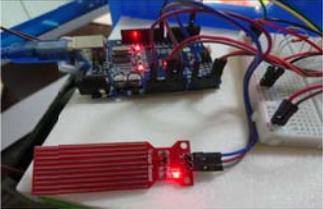
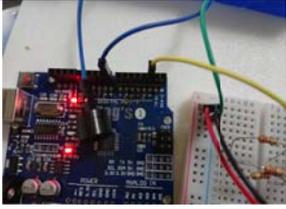
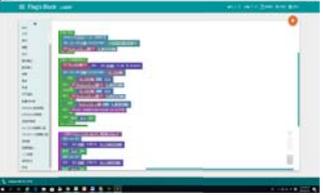
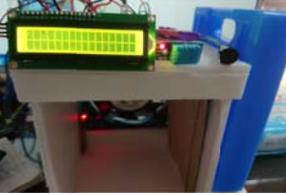
- 1.我們把 LCD 液晶顯示模組插在麵包板上再以杜邦線連接 Arduino 的 5V 和 GND 上，最後將 Arduino 與電腦相連，當溫濕度模組偵測到環境溫度時會產生輸出值到 LCD 液晶上。
- 2.由實驗結果顯示，LCD 液晶上的顯示數值和 Arduino 監控視窗輸出的溫度值都一樣，因此，本資訊顯示功能裝置可提供使用者即時的溫度環境資訊。

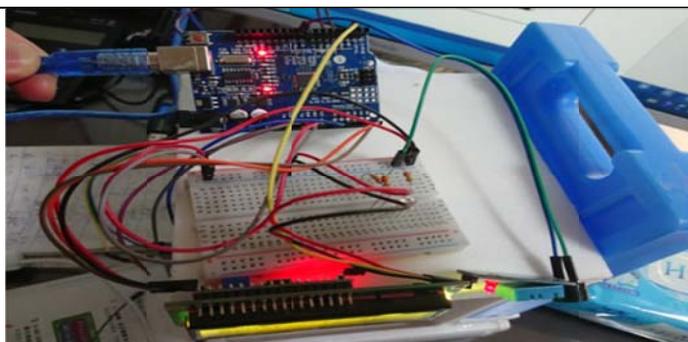
三、水冷扇水位過低警示功能的設計探討

由於水冷扇需要讓水位穩定，才能讓濾心紙的蒸發與吸水發揮最佳效果，由於水槽位於水冷扇底部，不容易觀察水位，因此，我們想透過水位偵測模組的利用，來解決這個問題，於是我們著手進行水冷扇水位過低警示功能設計。

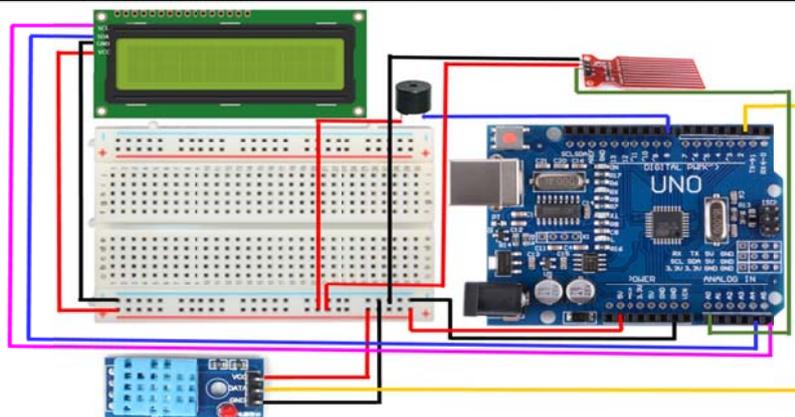
【實驗步驟】

- 1.準備 Arduino UNO 板、水位偵測模組、蜂鳴器、杜邦線。
- 2.依據實驗電路圖（三），將水位偵測模組、蜂鳴器陸續接上麵包板後，連接到 Arduino UNO 板。
- 3.運用 Flag's Blook 積木程式軟體，透過圖像式的積木設計視窗，使用積木組合的方式來設計水位過低警示程式。
- 4.調整水槽水位高低，測試水位警示功能是否正確運行。

		
在麵包板上加上水位偵測模組	將arduino板的正負極及連接	將偵測模組固定於水槽內
		
程式設計	測試水位高低調整警示啟動值	進行水冷扇吹風水位實測



第三代裝置(水位偵測+蜂鳴器裝置)



實驗電路圖（三）

積木程式組合編寫	積木功能說明
<p>SETUP 設定</p> <ul style="list-style-type: none"> 設定 serial 的序列通訊速度為 9600 bps 啟用位址為 0x27 的 LCD 液晶顯示器 設定 蜂鳴器腳位 為 腳位 8 設定 警報值高標 為 22 設定 是否發出警報 為 假 (false) 	<p>輸出蜂鳴模組的溫度值/從腳位 8</p> <p>設定警報啟動溫度</p>
<p>主程式 (不斷重複執行)</p> <ul style="list-style-type: none"> 設定 目前水位 為 讀取 腳位 A0 的 ADC 值 (0~1023) serial 以序列通訊送出 目前水位 換行 清除 LCD 的第 1 列並在該列顯示 建立字串使用 目前水位 " =Water level " 如果 目前水位 < 500 <ul style="list-style-type: none"> 執行 設定 是否發出警報 為 真 (true) 否則 設定 是否發出警報 為 假 (false) 如果 是否發出警報 = 真 (true) <ul style="list-style-type: none"> 執行 呼叫函式 蜂鳴器發出警示音並讓螢幕背光閃爍 否則 暫停 300 毫秒 設定 溫度感測值 為 從 腳位 2 的 DHT11 模組讀取攝氏溫度 serial 以序列通訊送出 溫度感測值 換行 清除 LCD 的第 0 列並在該列顯示 建立字串使用 從 腳位 2 的 DHT11 模組讀取攝氏溫度 ASCII 碼 223 的字元 " C " " " 從 腳位 2 的 DHT11 模組讀取相對濕度 " % " 暫停 2000 毫秒 	<p>設定警報的函式積木群組</p> <p>每 3 秒偵測 1 次 避免太快看不清楚</p>
<p>定義函式 蜂鳴器發出警示音並讓螢幕背光閃爍</p> <ul style="list-style-type: none"> 開啟 LCD 背光 設定 腳位 8 的電位為 高電位 (HIGH) 暫停 300 毫秒 關閉 LCD 背光 設定 腳位 8 的電位為 低電位 (LOW) 暫停 300 毫秒 開啟 LCD 背光 	<p>設定蜂鳴器啟動時 LCD 同時閃爍</p>

【實驗結果】

1. 警示器設計說明：

根據工具書的說明，當水位越高的時候，水位偵測模組會偵測到越高的電壓數據，反之，水位越低時，偵測電壓數據的越低，因此，我們這個實驗就是利用這個原理來進行設計。

2. 因為在本實驗中的水冷扇水槽滿水位高是 2 公分，因此我們設計當水位低於 1 公分時，本實驗警示裝置就能透過蜂鳴器發出聲音和 LCD 顯示器背光閃示，來提醒使用者應該要補充水源了。

3. 經過我們的測試，水位 1 公分時的水位偵測模組偵測數據約為 500~510，因為我們將水位警示值設定為 500，當數據低於 500 時，本警示裝置就會啟動，發出警示訊號。

【討論】

1. 模擬結果討論：

在實驗的過程中，我們發現即使是同一廠牌的水位偵測模組，對相同水位高度所偵測到的數值也有些不同，實驗中我們第一次使用的模組警示值設定為 480，但後來因為模組不小心壞了，我們第二次使用的模組警示值就要設定為 500 比較準確。

2. 由於水冷扇啟動時，風吹過水面，水面會有上下晃動情形，因此為了避免警報會不正常開啟的情形，我們程式內加設了小於 450 不發出警報的程式積木，可減少因水面晃動造成誤報的情形發生。

四、水冷扇自動溫控啟動電源控制器的設計探討

前一個實驗能正確依照使用者所在的環境溫度顯示燈號，於是我們想進一步想控制水冷扇，使其能依環境溫度上升而自動控制開關。本實驗嘗試透過 arduino 主板的電位訊號來控制繼電器的電路通路或斷路，進而透過設定啟動溫度值來風扇的開關水冷扇電源。

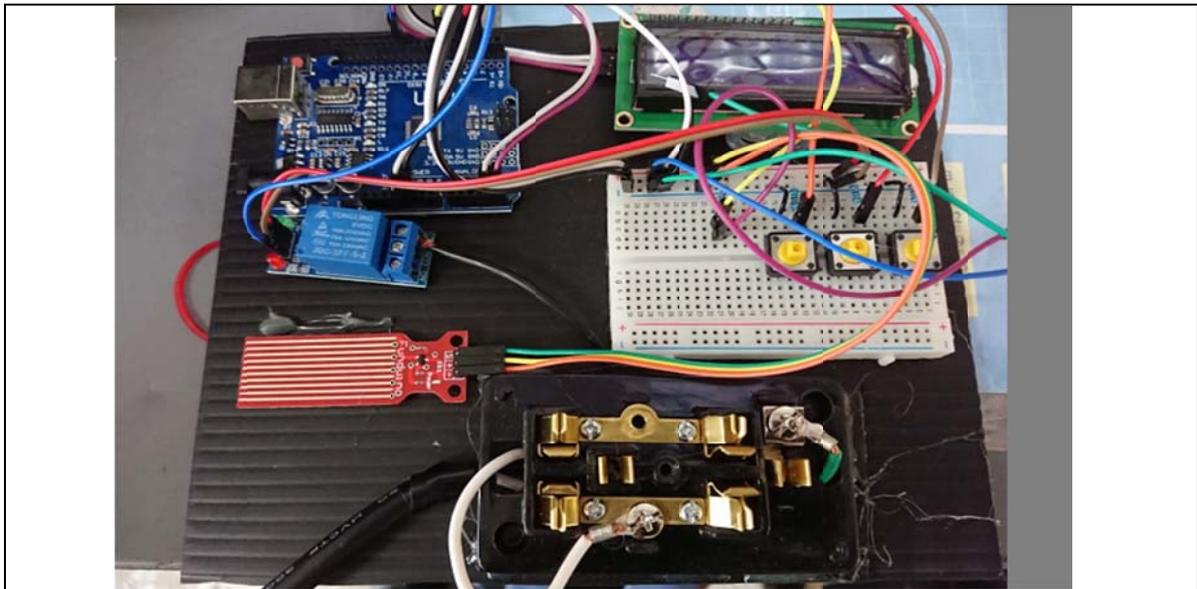
【實驗步驟】

1. 準備 Arduino UNO 板、RGB 三色 LED、22 歐姆電阻、繼電器、三孔插座、杜邦線。

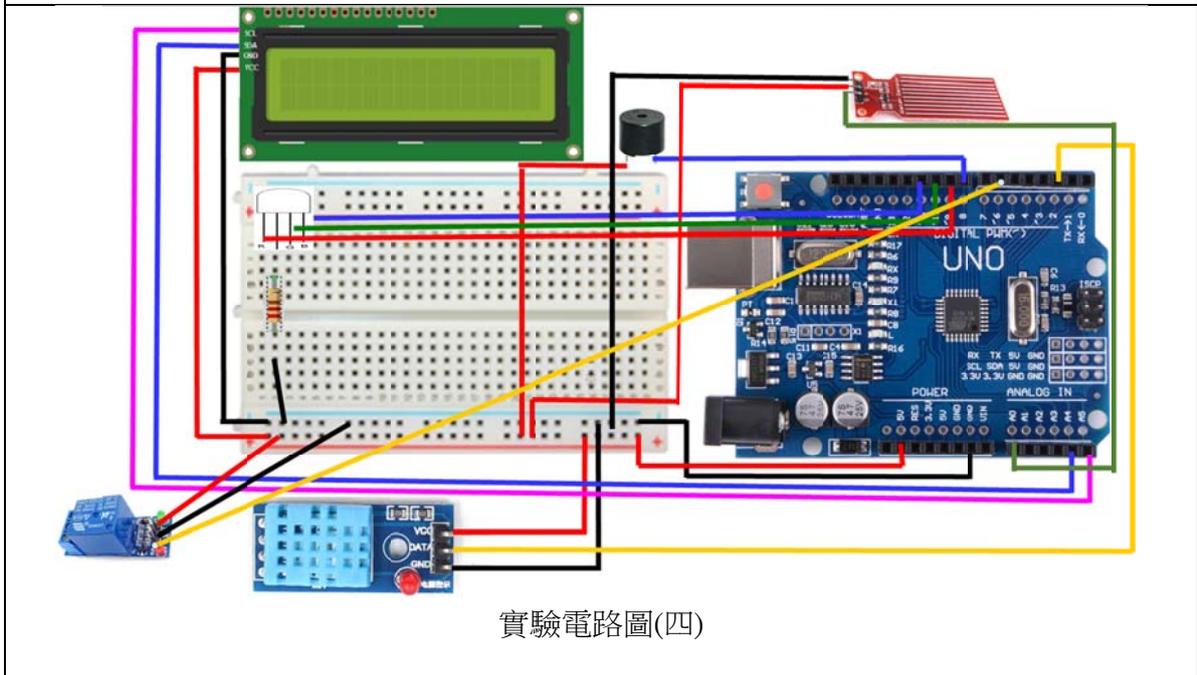
2. 依據實驗電路圖（四），將三色 LED、電阻、繼電器陸續接上麵包板後，連接到 Arduino UNO 板。

3. 運用 Flag's Blook 積木程式軟體，透過圖像式的積木設計視窗，使用積木組合的方式來設計溫度警示器程式。

4. 進行實驗，觀察三色 LED 顯示出來的燈號是否正確以及風扇是否自動啟動，並記錄下來。



第四代裝置(偵測+自動溫控裝置)



實驗電路圖(四)

積木程式組合編寫

積木功能說明

<p>SETUP 設定</p> <ul style="list-style-type: none"> 設定 serial 的序列通訊速度為 9600 tps 啟用位址為 0x27 的 LCD 液晶顯示器 設定 蜂鳴器腳位 為 腳位 8 設定 溫控啟動值高標 為 22 設定 繼電器腳位 為 腳位 6 設定 藍燈腳位 為 腳位 9 設定 綠燈腳位 為 腳位 10 設定 舒適溫值 為 24 設定 紅燈腳位 為 腳位 11 設定 不通溫值 為 30 設定 是否發出警報 為 假 (false) <p>定義函式 蜂鳴器發出警示音並讓螢幕背光閃爍</p> <ul style="list-style-type: none"> 開啟 LCD 背光 設定 腳位 8 的電位為 高電位 (HIGH) 暫停 300 毫秒 關閉 LCD 背光 設定 腳位 8 的電位為 低電位 (LOW) 暫停 300 毫秒 開啟 LCD 背光 	<p>設定自動溫度控制的函式積木群組</p> <p>輸出各模組的啟動的腳位</p>
---	---

積木程式組合編寫

積木功能說明

```

主程式 (不斷重複執行)
設定 目前水位 為 讀取 腳位 A0 的 ADC 值 (0~1023)
serial 以序列通訊送出 目前水位 換行
清除 LCD 的第 1 列並在該列顯示 建立字串使用 目前水位 -Water level
如果 目前水位 < 500
執行 設定 是否發出警報 為 真 (true)
否則如果 目前水位 > 450
執行 設定 是否發出警報 為 假 (false)
如果 是否發出警報 為 真 (true)
執行 呼叫函式 蜂鳴器發出警示音並讓螢幕背光閃耀
否則 暫停 300 毫秒

設定 溫度感測值 為 從 腳位 2 的 DHT11 模組讀取攝氏溫度
serial 以序列通訊送出 溫度感測值 換行
清除 LCD 的第 0 列並在該列顯示 建立字串使用 從 腳位 2 的 DHT11 模組讀取攝氏溫度
ASCII 碼 223 的字元 "C"
從 腳位 2 的 DHT11 模組讀取相對濕度 "%"
暫停 2000 毫秒

如果 溫度感測值 > 溫控啟動值高標
執行 設定 繼電器腳位 的電位為 高電位 (HIGH)
否則 設定 繼電器腳位 的電位為 低電位 (LOW)
如果 溫度感測值 > 不適溫度
執行 設定 紅燈腳位 的電位為 高電位 (HIGH)
否則 設定 紅燈腳位 的電位為 低電位 (LOW)
如果 溫度感測值 < 不適溫度 且 溫度感測值 > 舒適溫度
執行 設定 藍燈腳位 的電位為 高電位 (HIGH)
否則 設定 藍燈腳位 的電位為 低電位 (LOW)
如果 溫度感測值 < 舒適溫度
執行 設定 綠燈腳位 的電位為 高電位 (HIGH)
暫停 2000 毫秒
    
```

設定自動溫度控制的
函式積木群組

設定 LED 三色燈
號的啟動條件

每 2 秒偵測 1 次
避免太快看不清楚

【實驗結果】

1.溫度燈號設計說明：

由於平時 LCD 螢幕背光功能是未開啟的，為了讓使用者透過燈號顏色一目瞭然地知道現在的溫度是如何，我們以綠燈代表涼爽燈號，此時氣溫小於 24 度；以藍燈代表普通燈號，此時氣溫介於 24~30 度；以紅燈代表炎熱燈號，此時氣溫大於 30 度。

2.繼電器設計說明：

進行運用 arduino 主板的電位訊號來控制繼電器的電路通路或斷路實驗時，由於我們繼電器的構造原理和接線方法不熟悉，因此我們請教了學校的工友伯伯，請他為我們的設計提供專業的意見，並協助我們接線，才讓我們的實驗得以順利進行。另外，在繼電器的積木程式設計上我們也請教了學校的電腦老師，讓我們得以透過 arduino 溫度偵測模組來，以溫度值來讓水冷扇電源自動開關，達到自動化的功能。

【討論】

1.模擬結果討論：

在實驗的過程中，我們用吹風機來提供熱度，如果溫度高於 30 度就會顯示紅燈，用冷飲來降低溫度，當溫度低於 18 時就會顯示綠燈，而在一般教室內時則是顯示藍燈，溫度顯示燈號顯示功能正常。

2.由於每個人對於溫度的感覺不太一樣，因此，在設定自動啟動電源的溫控啟動機的時候，可以藉由調整積木程式中設定值來調整。

3.藉由自動溫控啟動電源控制器的設計，本實驗的水冷扇能自動依據環境溫度過冷或過熱，適時啟動水冷扇電源，透過吹風降低溫度。

4.為了避免使用者不在座位上而水冷扇卻自動開啟的困擾，我們在連接繼電器的外部電源的電源線選用有開關功能的電源線，讓使用者在不需要使用時可以關閉主電源，減少造成不必要的能源浪費。

伍、實驗結論：

1.就吸水後增加重量來說，由多到少依序是：礫岩 > 砂岩 > 安山岩 > 石灰岩 > 花崗岩。

2. 根據實驗結果我們得知，本實驗中 5 種岩石粉末都具有吸水效果，其中以砂岩和礫岩的吸水量最多，安山岩的吸水量居中，而以石灰岩和花崗岩的吸水量則是比較少

3.就蒸發重量來說，五種岩石粉由多到少依序是：礫岩 > 砂岩 > 安山岩 > 花崗岩 > 石灰岩。

4.根據實驗結果我們得知，5 種岩石粉末都具有蒸發效果，其中以礫岩的蒸發量最多，砂岩、安山岩的蒸發量居中，而以石灰岩和花崗岩的蒸發量則是比較少。

5.就五種再生紙吸水效果而言，吸水量由高至低依序為：利樂包 > 考卷 > 廣告

紙>瓦楞紙>報紙。

- 6.就吸水高度而言，在 30 分鐘時，吸水高度由高至低依序為：利樂包=廣告紙>考卷>瓦楞紙>報紙。
- 7.就五種再生紙蒸發量而言，蒸發量由多至少依序為：廣告紙>利樂包>考卷>瓦楞紙>報紙。
- 8.就安山岩再生紙吸水高度而言，由高至低依序為：加入 4g>3g>0g>5g=2g>1g。
- 9.就砂岩再生紙吸水高度而言，由高至低依序為：加入 4g>0g>5g>3g>2g>1g。
- 10.就礫岩再生紙吸水高度而言，由高至低依序為：加入 4g>3g>5g>2g>0g>1g。
- 11.就安山岩再生紙吸水量來說，由高至低依序為：4g>5g>3g>2g>0g>1g，以加入 4g 岩粉最多，達 17.83g。
- 12.就砂岩再生紙吸水量來說，由高至低依序為：4g>5g>3g>2g>0g>1g，以加入 4g 岩粉最多，達 17.35g。
- 13.就礫岩再生紙吸水量來說，由高至低依序為：4g>5g>3g>2g>0g>1g，以加入 4g 岩粉最多，達 17.16g。
- 14.我們發現再生紙的吸水效果會隨著岩石粉重量增加而越明顯，但添加 5g 時，則吸水效果減緩了。加入岩石粉的確可以有助於提高再生紙的吸水重量，以添加 4 g 時效果最明顯。
- 15.不同重量安山岩粉蒸發水份重量，由高至低依序為：4g>3g>2g>5g>1g>0g。
- 16.不同重量砂岩粉蒸發水份重量，由高至低依序為：4g>3g>2g>5g>1g>0g。
- 17.不同重量礫岩粉蒸發水份重量，由高至低依序為：4g>3g>2g>5g>1g>0g。
- 18.我們發現並不是紙張中添加岩粉的量越多，紙張的蒸發量就一定會越高，我們推測可能是因為紙張中適當的岩粉可以使水較容易從紙纖維中蒸發出來，反之，當岩粉太多時反而不利於水蒸發。
- 19.就降低溫度效果而言，降溫效果由高至低依序為：礫岩濾心紙>安山岩濾心紙>砂岩濾心紙。
- 20.綜合實驗結果，我們發現三種岩石粉濾心紙都有不錯的降溫效果，礫岩粉含量 4g 的濾心紙降低的溫度 4 度最大，因此，為了讓我們的冷風扇有較好的降溫效果，我們採用礫岩粉濾心紙做為後續實驗的實驗樣本。
- 21.在實驗過程中，我們發現，風扇開始運轉後，岩石粉濾心紙會因為風的影響，會有互相沾黏在一起的情形發生，這樣容易造成岩石粉濾心紙的破裂，因為紙張在吸滿水後，非常容易因外力而造成破裂，所以在放置岩石粉濾心紙時，需要很小心地放置並預留一些空間以防止互相碰撞造成破裂的情形發生。
- 21.就降低溫度而言，由高至低依序為：5 片>7 片>3 片>1 片>0 片。

- 22.我們發現水冷扇的降溫效果會隨著濾心紙片數增加而越明顯，但增加到 7 片時，則降溫效果減緩了。
- 23.我們發現加入岩粉濾心紙的確可以有助於提高水冷扇的降溫效果，以 5 片時效果最明顯。
- 24.在原溫溼度偵測模組，加裝 LCD 液晶顯示模組，製作資訊顯示螢幕裝置，可提供使用者即時的溫度環境資訊。
- 25.在 Arduino 板加裝水位偵測模組，當水位低於 1 公分時，本實驗警示裝置就能透過蜂鳴器發出聲音和 LCD 顯示器背光閃示，來提醒使用者應該要補充水源了。我們將水冷扇運轉一段時間後，水位降低時，水位過低警示模組能正確發出聲音和啟動 LCD 顯示器背光閃示。
- 26.在 Arduino 程式中加入指令，可使我們的模組不僅顯示即時的溫度代表燈號，還能主動自行控制水冷扇的開關，我們以模型進行驗，從外部改變溫度後，燈號會改成顯示紅燈，同時水冷扇的電源此時也自動開啟了，代表我們製作的系統確實可以顯示溫度燈號還能控制電扇開關。

陸、參考資料

1. 旗標創客-創客·自造者工作坊 www.flag.com.tw/maker/F6789A
2. 廣興紙寮.地址:南投縣埔里鎮鐵山路 310 號.取自 <http://www.taiwanpaper.com.tw/> HYPERLINK "http://www.taiwanpaper.com.tw/"www.taiwanpaper.com.twHYPERLINK "http://www.taiwanpaper.com.tw/"
3. 主婦聯盟環境保護基金會.再生紙 diy 做法.取自 <http://www.huf.org.tw/event/content/1550> HYPERLINK "http://www.huf.org.tw/event/content/1550"www.huf.org.twHYPERLINK "http://www.huf.org.tw/event/content/1550"/event/content/1550
4. Arduino #1 - Arduino 到底是什麼? <https://www.youtube.com/watch?v=B4T8hz00IYc>
5. Arduino 基礎教學 elesson.tc.edu.tw/md221/pluginfile.php/4151/mod_resource/content/.../arduino.pdf