

# 臺灣二〇〇八年國際科學展覽會

科 別：工程學

作品名稱：超音波霧化降溫之研究探討

學校 / 作者：臺北市立麗山高級中學

古家全

# 目錄

作者簡介	.....P.3
中、英文摘要	.....P.4
內文	
壹、前言	
一、研究動機	.....P.5
二、研究目的	.....P.5
三、文獻探討	.....P.6
貳、研究方法與過程	
一、實驗流程圖	.....P.7
二、實驗與裝置設計	.....P.8
三、實驗設備製作	.....P.11
參、研究結果與討論	.....P.15
肆、結論	.....P.34
伍、參考文獻	.....P.35

## 作者簡介



我的名字叫古家全，自從上高中，由於學校有專題研究課程，基於興趣及好奇，我選擇了加入學校得物理專題，這也因此讓我一頭闖入了研究的世界。其實做實驗真的很有趣，但是也很苦，有時耗了許多時間，但卻沒有結果，但我很享受那種解決問題的感覺，真的很高興能參加這次的科學展覽活動。

# 中文摘要

本研究（超音波霧化降溫研究）由二實驗組成。實驗一主要針對超音波霧化器（以下簡稱霧化器）之造霧性能進行探討；實驗二則為霧化器之降溫應用。

實驗一以改良傳統造霧方式，進而維持最佳造霧效果為主。由於先前的霧化方式是直接放置霧化器於水面，致使最佳霧化水深因霧氣蒸散、水位下降而無法維持；所以在實驗一裡，我們針對霧化器的使用設計一套「漂浮造霧法」：本法運用浮體使霧化器懸於水面，和水面等起伏，使霧化器底部距水面高度不變，藉以維持最佳造霧水深、造霧效果。

實驗二乃霧化降溫之探討。本實驗在相同的霧化量下，操縱風速和接觸表面積的差異；利用霧、氣接觸面積與蒸散速率呈正向關係的原理，找出最佳的降溫條件。同時，也期待在兼顧環保的前提下，將之應用於未來開放空間的降溫。

# 英文摘要

The research (Heat Control by Supersonic Vaporization) includes two experiments. One is focused on atomized effect of Supersonic Vaporization( so-called Atomizer); the other is about applying atomizer to temperature decrease.

Exp.1 adapts formal way of atomization. Since previous way of atomization is to put atomizer directly on the water, making the change of atomizer's distance from water as water evaporates, Exp.1 creates a way called "Floating". In Floating, atomizer is suspended in a float; constantly keeps the bottom of atomizer from same distance from surface of water. Thus, no matter how much volume of water is evaporated, the best depth of water for atomization and also, the best atomized condition, could stay. Exp2 inquires in relation between atomization and temperature decrease. In Exp2, the atomized volume is fixed, while wind speed and air-contact area are mastered elements. By the theory that, "the wider contact area is, the more efficiently water evaporates," we could manage out the best condition in temperature decrease. In that way, with the theory practiced, this research, considering environmental case, is supposed to be applied to open-air area one day.

## 壹、前言

### 一、研究動機：

在高一時，因為學校有特別的專題研究課程，所以便這樣加入了研究的行列，當時看到學長使用我從來沒有看過的超音波霧化器，當時我感到非常的新奇。但是最開始並沒有想到這特殊機器能做些什麼研究主題，只是胡亂加了蛋白、食用油、洗衣粉.....等等，發現霧化器在不同的溶液中不一定都能霧化，經過了文獻查詢，發現霧化跟液體表面張力有很大的關係。但對於研究的主題仍舊沒有很完整的系統，只是不斷的在嘗試新鮮的東西。

而就文獻所知，超音波霧化器所產生的微霧粒徑在  $3\sim 5\ \mu\text{m}$ ，而高壓噴霧之霧滴粒徑則在  $40\sim 15\ \mu\text{m}$  所以想利用其霧滴的細微性運用在降溫上。

此外，在超音波造霧方面，我們發現造霧水深會影響超音波最佳造霧量，所以想設計一種方式能使霧化器能維持最佳造霧水位以及提高其造霧量。

### 二、研究目的：

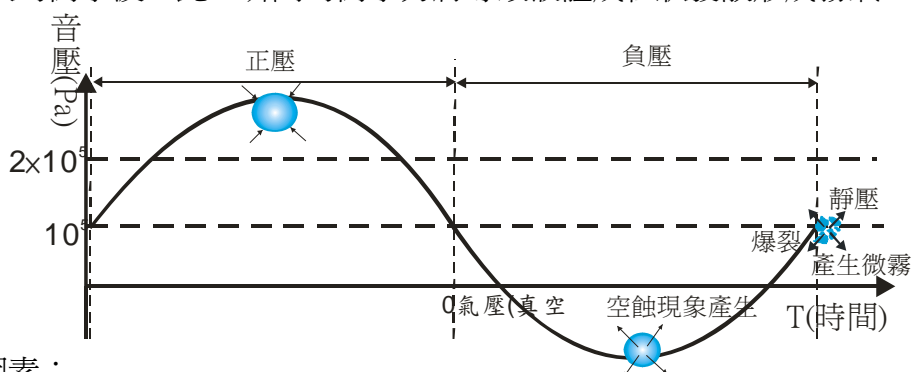
- 1.探討直接造霧法與漂浮法之造霧量能力
- 2.探討超音波霧化降溫系統之降溫特性

### 三、文獻探討

#### (一)超音波霧化

##### 1.原理：

當振動子在水中產生超音波時，會產生一道快速的水流，在液體表面處會有超音波束的聚焦作用，形成超音波噴泉。而在水中因為那一道快速的水流，使液體的壓力暫時下降，會形成一顆顆的小氣泡，其內部的壓力非常的低，會將液體拉裂，形成空洞。待水壓恢復正常時，氣泡會向內，崩裂爆破，發出規模很小但作用很大的衝擊波，此一瞬間的衝擊力將導致液體成粒狀發散形成霧氣。



##### 2.影響因素：

影響超音波霧化的因素除了是振動子所產生的頻率高低外，也可能是外在介質的不同，例如介質的：溫度、PH 值、黏性、比熱、原料種類、液體密度.....。

##### 3.輔助公式：

###### 1.霧氣粒子直徑大小 R：

$$【1】 R = k(8\pi\sigma/\rho f^2)^{1/3}$$

R：霧滴直徑(m)      k：常數 0.34       $\sigma$ ：液體表面張力 (N/m)

$\rho$ ：液體密度 (kg/m<sup>3</sup>)      f：振動頻率(次/s)

###### 2.蒸發散量計算:

$$【2】 K \times D \times (T_a - T_{in}) + C_p \times P \times (T_a - T_{in}) \times Q = L E_0$$

傳導熱

對流熱

吸收之熱

K:外壁傳導係數(w/m<sup>2</sup>°C)      C<sub>p</sub>:空氣比熱(=1006J/kg°C)      L:蒸發散率(kg/hr)

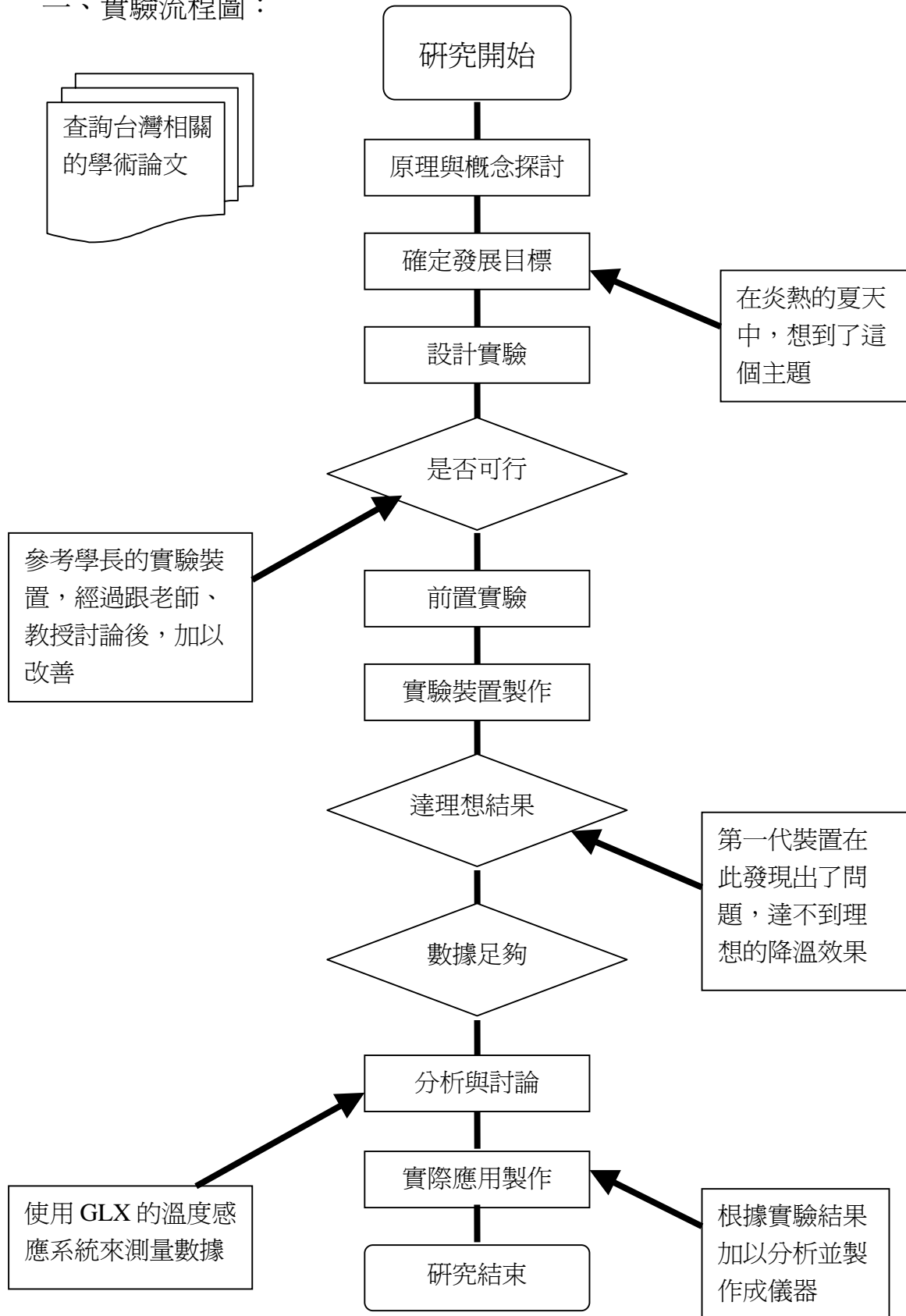
D:外壁表面積(m<sup>2</sup>)      P:空氣密度(kg/m<sup>3</sup>)      E<sub>0</sub>:水蒸發潛熱(kJ/kg)

T<sub>a</sub>:管外溫度(°C)      Q:通風量(m<sup>3</sup>/hr)

T<sub>in</sub>:排氣溫(°C)

## 貳、研究方法與過程

### 一、實驗流程圖：

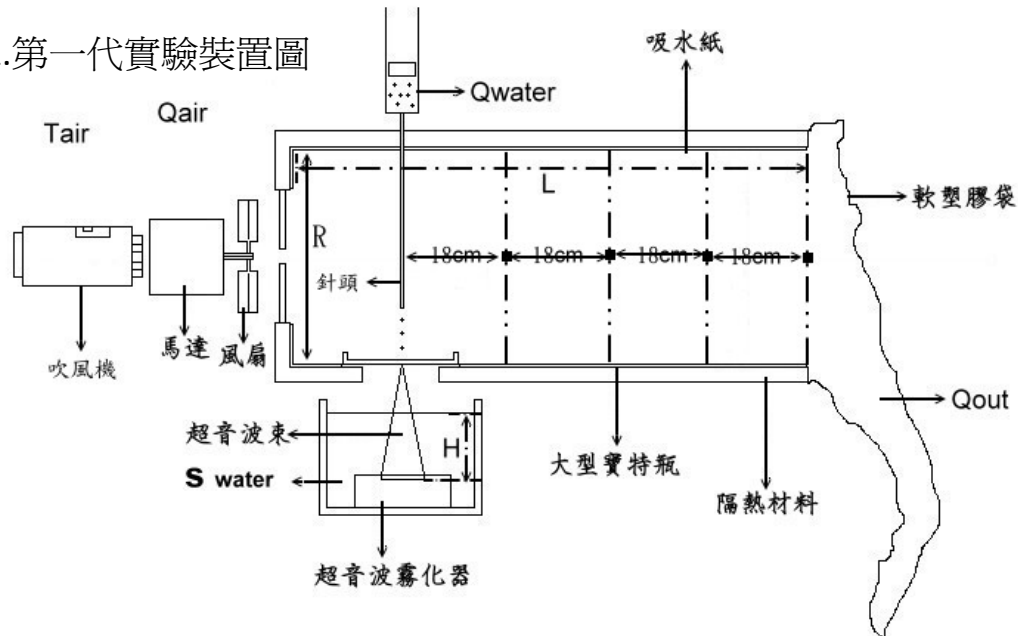


## 二、實驗與裝置設計

### (一)實驗裝置：

因為在做降溫的實驗時，外在環境因素的影響相當的大，爲了要能控制許多的變因，本實驗的設計如下：

#### 1.第一代實驗裝置圖



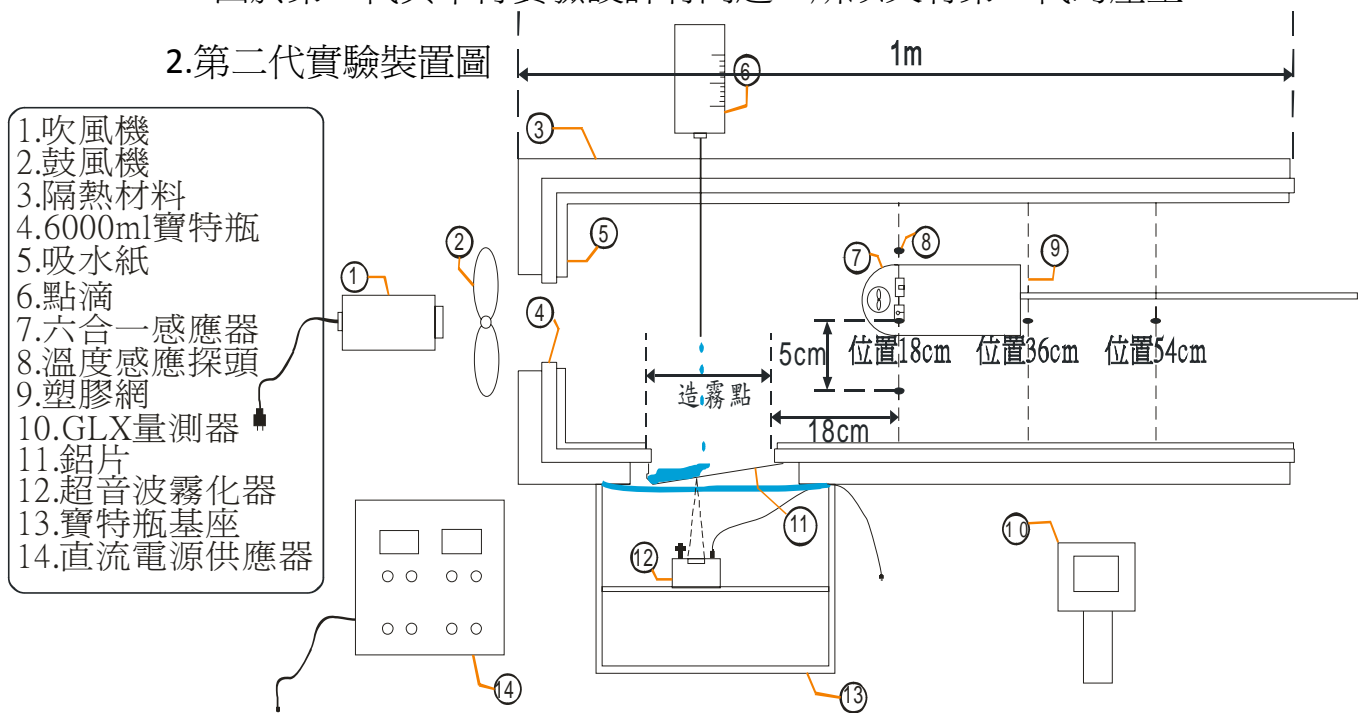
- (1)爲了控制外界可能進入的因素，我們使用大型寶特瓶（600ml）製作成長型的管狀空間。
- (2)因爲從文獻上得知，霧氣需要搭配適當的風速才得以達到降溫，所以我們在大型寶特瓶的瓶口接上小型鼓風機，並以電壓來調控其風速(前置實驗)。
- (3)由於有風的吹入，爲了使霧滴能在空間飄動的時間延長，所以我們將管子做成長型的(約 1.1m)。
- (4)爲了隔絕外面的熱源進入，所以在外頭包上了隔熱材料。
- (5)在最早期的實驗，我們是把超音波霧化器放在一壓克力容器中，並在其上方加上抽風扇抽走所打出的霧氣，同時在壓克力容器下擺設電子秤測量減少霧化的量。

但對於此實驗的設計，有教授們覺得有不夠完備之處，所以在此我們請教了老師、教授，最後是設計成把霧化器和水分開以鐵片分開，這樣便可確定，正確的輸入水量（ $Q_{water}$ ）。

- (6)因爲輸入的水、霧化器的能量、以及外界吹入的空氣，都是熱的來源。所以我們要在這 3 處進行嚴密的監控。因爲吸掉這些熱之後，才是真正的降溫。
- (7)由於實驗是在秋冬時進行，所以因爲是溫太冷了，爲求明顯的曲線，所以我們使用吹風機加熱，到一定溫度時再待置熱平衡，之後各做純吹風以及吹風＋加霧氣的降溫曲線比較，之間的差，便是霧氣降溫的效率。

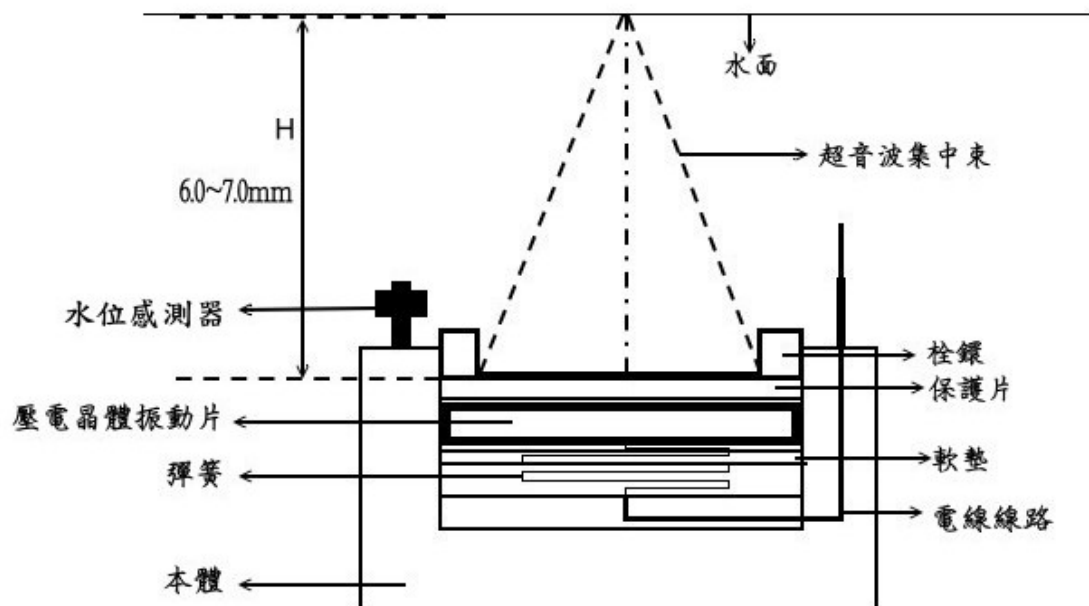


由於第一代其中得實驗設計有問題，所以又有第二代的產生



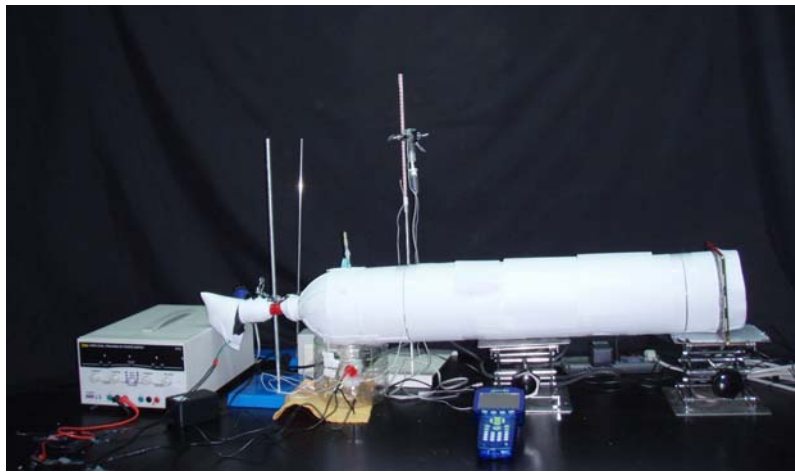
第二代只是拔除第一代裝置圖中尾部的塑膠袋

### 3. 超音波霧化器構造圖





第一代實驗裝置圖



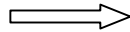
第二代實驗裝置圖

### 三、實驗設備製作

#### (一)步驟流程：

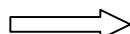
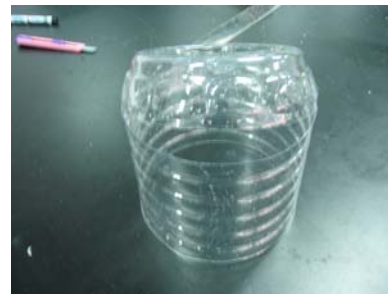
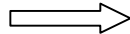
##### 1.長型寶特瓶管：

##### (1)管頭的製作：



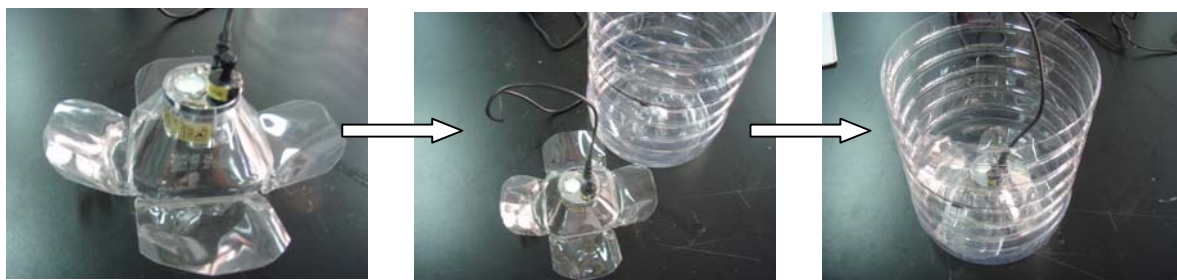
(1-1).挖一橢圓洞 (1-2).鐵鋁罐片黏定於洞外 (1-3).管頭完成

##### (2).管身製作：



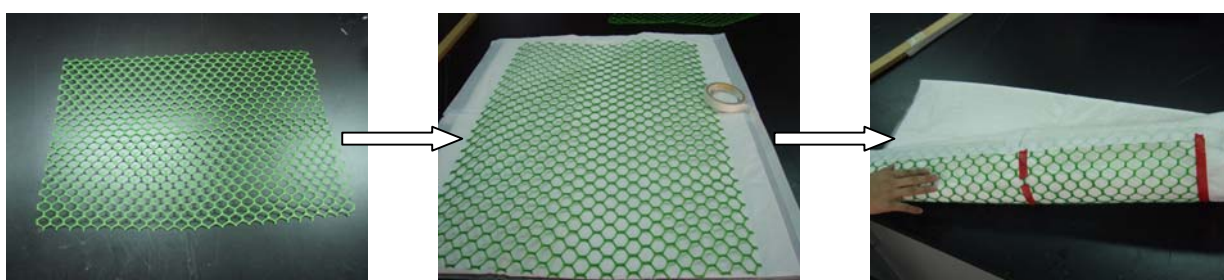
(2-1).裁掉瓶尾瓶頭 (2-2).製作連接卡損 (2-3).包上隔熱材料 (2-4)成品完成

## 2 霧化器放置位置固定：



- (1)將霧化器卡於自製之底座      (2)放入大型寶特瓶容器  
(3) 將大型寶特瓶容器上端挖出適於管頭擺放的凹溝      (4)成品完成

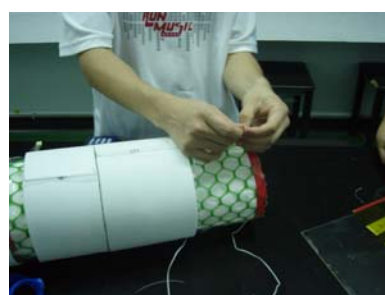
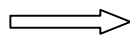
## 3 吸水紙抽放設計



- (1)剪一符合管徑管長的塑膠網 (2)並把吸水紙固於其上      (3)捲起放入管內

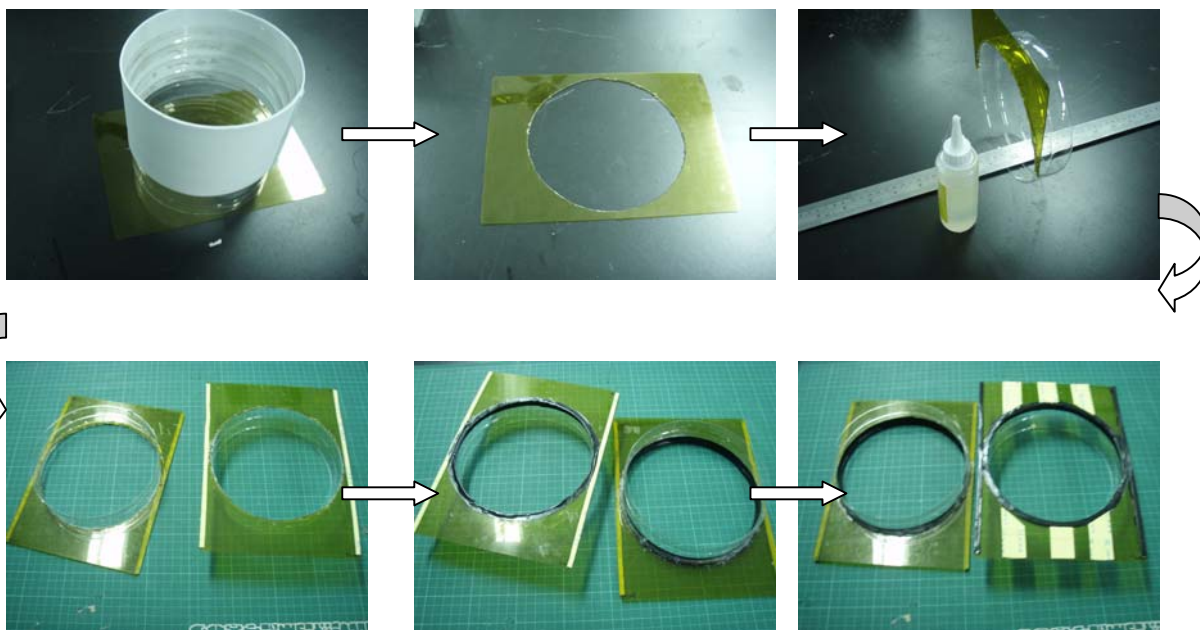


僅用膠帶黏貼於管壁上，不利於抽取



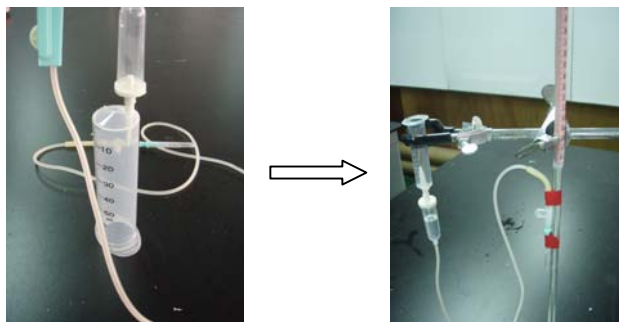
新方法便的更省時、省力

4 尾部開口製作：爲了要固定尾部的軟膠袋，這以利裝置與拔除



- (1)在塑膠片(兩片)上割一圓符合管徑大小
- (2)用保麗龍膠固定於圓上
- (3)將兩部分合體
- (4)以泡棉黏於軌道上利於滑動與緊密
- (5)成品完成

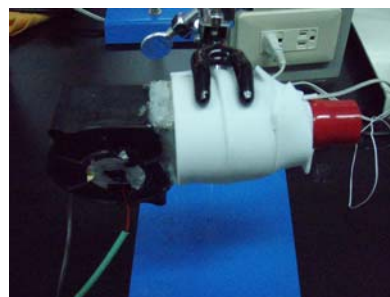
5.輸水系統製作：



- (1)結合點滴與針筒（應用針筒的刻度線以及點滴的穩定輸水性）
- (2)掛在支架上，調整不同的高度，輸水速率便有所不同

6.鼓風機：

- (1)學長的裝置
- (2)在此只在管頭添加了得以連接的接頭



## (二)實驗設備



(1)



(2)



(3)



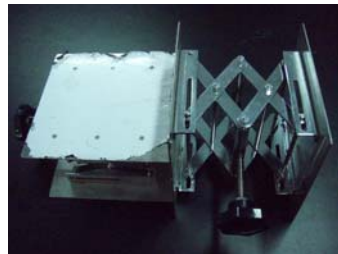
(4)

實驗設備：

- (1) GLX 量測儀
- (2) 風速計
- (3) 電子秤
- (4) 直流電源供應器
- (5) 超音波霧化器
- (6) 伸縮平台
- (7) 吹風機



(5)



(6)



(7)

## 參、研究結果與討論

前置校正實驗：

一、 $Q_{air}$  的溫度( $T_{air}$ )與量的確定：

(一).溫度( $T_{air}$ )( $^{\circ}C$ )得確定：

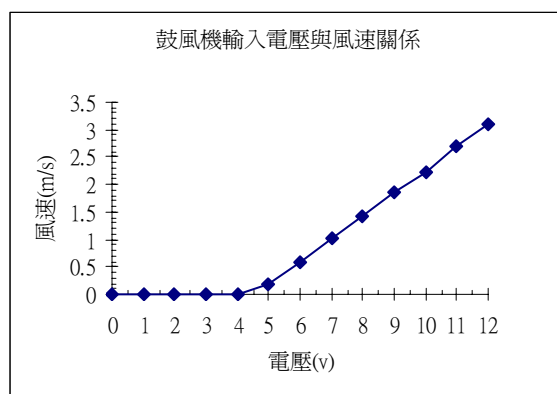
在實驗時以 GLX 溫度感測探頭監測其變化

(二).量 ( $Q_{air}$ ) (ml)得確定：

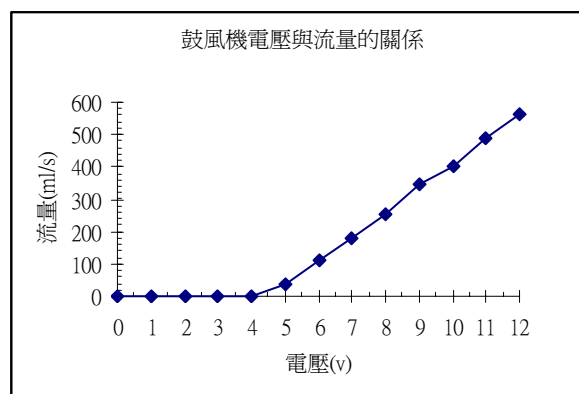
對鼓風機調整不同的輸入電壓，並以風速計量其輸出的風速 (m/s)，最後在以：

$$\text{【風速 (m/s)】} \times \text{【輸出端的截面積 (cm}^2\text{)]} = Q_{air} \text{ 量 (ml)}$$

經由此兩部分  $Q_{air}$  得到確定。



圖一：電壓與風速的關係圖

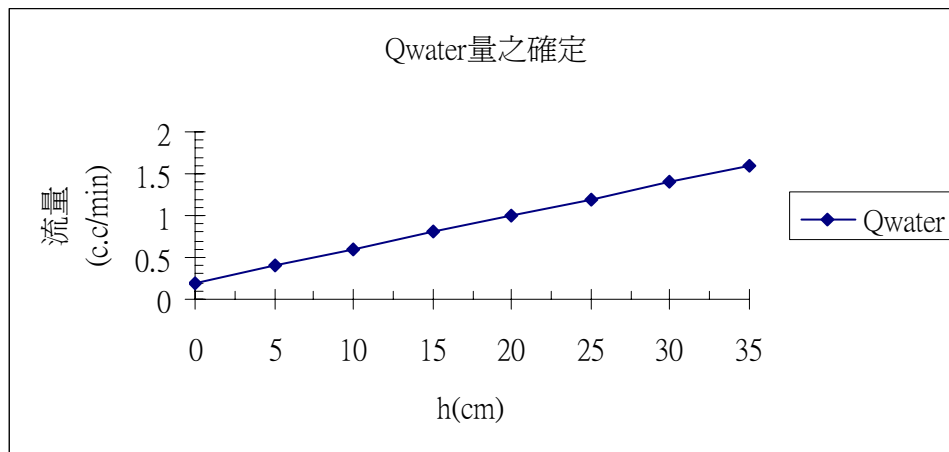


圖二：電壓與流量的關係圖

## 二、 $Q_{\text{water}}$ 溫度( $T_{\text{water}}$ )與量的確定：

1. 溫度( $T_{\text{water}}$ )的確定以 GLX 溫度感測探頭 貼於針筒內，在實驗時做監控輸入的水溫穩定以確保其熱含量。
2. 輸入的流量( $Q_{\text{water}}$ )的確定，利用將量筒吊掛的高低可以控制  $Q_{\text{water}}$  流出的量，而吊掛的高低就是靜壓力的大小。

經由此兩部分  $Q_{\text{water}}$  得到確定。



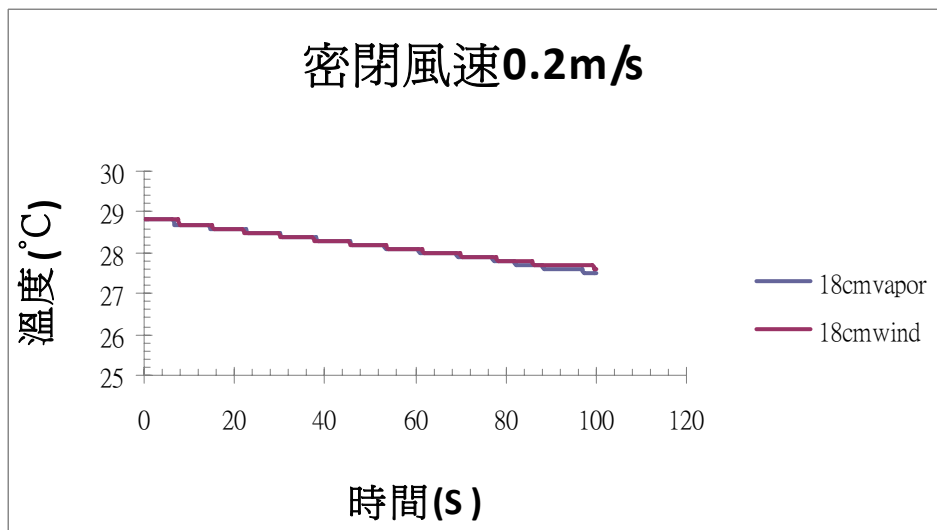
圖三：液體高度差與流量的關係



## 主要實驗結果與討論

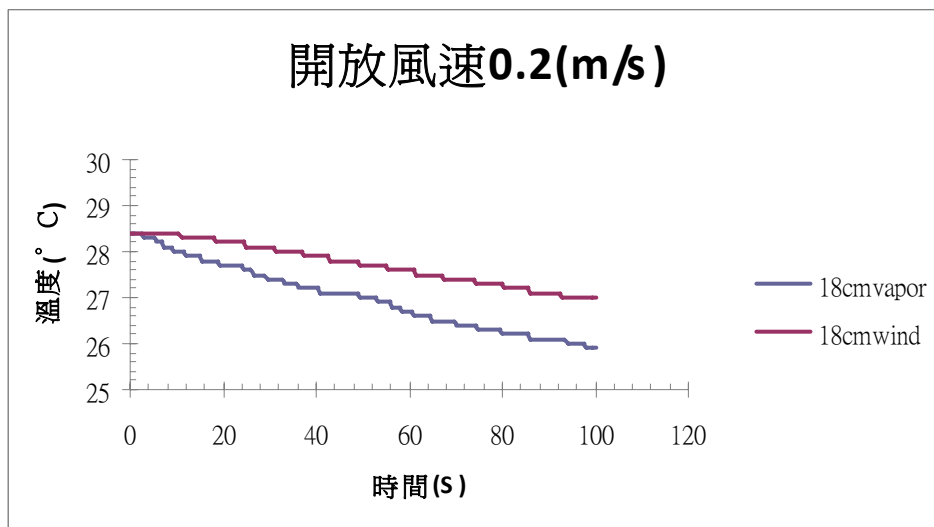
- 1.由圖(四)與圖(五)(是否有再尾部套上塑膠袋)的實驗曲線得知，霧化降溫必須是一個通風對流的一個環境，才得以達到降溫得效果。因為溼度增高，易達飽和，所以水氣不易汽化，達到降溫的效果，反而會因霧化器所給的能量而升溫。
- 2.由表(二)、(五)、(八)、(十一)得知，霧氣降溫速率，會隨著所搭配之風速的增加而加快
- 3.由表(一)、(四)、(七)、(十) 得知，霧氣降溫的量也會因風速的增大而增多
- 4.綜合 2、3 兩點得知，霧氣降溫的效能與所搭配之風速有極大的關係，但由於本研究的鼓風機最大風速只能達到 3.1m/s，所以不知更大的風速效果會如何，是否會有它降溫的限制，這有待繼續探討。
- 5.由圖(十四)與圖(二十二)得知，因為霧滴細小，跟空氣接觸的總表面積大，所以比靜置的水來的容易汽化，而達到降溫效果。

第一代實驗設計：尾部有加塑膠袋



圖四

第二代實驗設計：尾部不加塑膠袋



圖五

(一) 第一代實驗設計分析：

1. 溫度並沒有明顯的下降
2. 霧化+吹風的溫度變化曲線幾乎和純吹風的曲線重合

(二)討論：

1. 此實驗設計無法達到預期的效果:

可能原因：(1)實驗技術及技巧不夠成熟

(2)空間過小，以致於空氣很容易飽和，不利降溫

(3)霧氣蒸發所吸的熱沒有排出

(4)超音波霧化器傳給鐵鋁片的能量過高，所以霧化降溫的能力有限

反覆的作了許多次，結果仍相同，我們把尾部的塑膠袋拆除，進行第二代

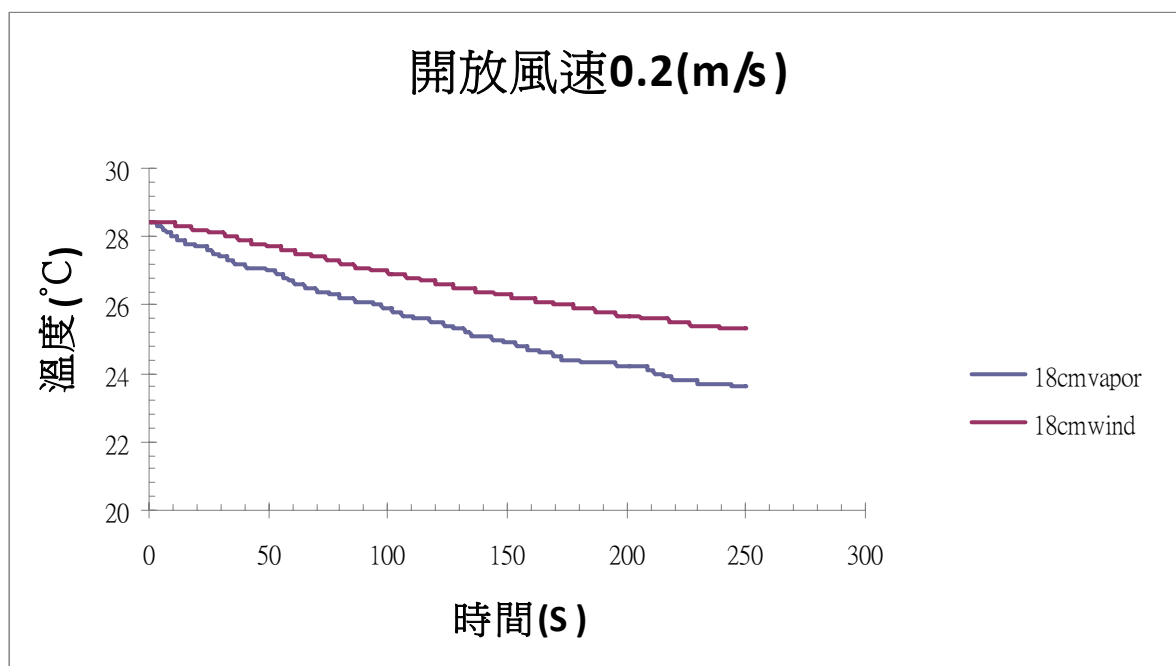
實驗設計分析，做出了明顯的降溫效果。

第二代實驗結果：

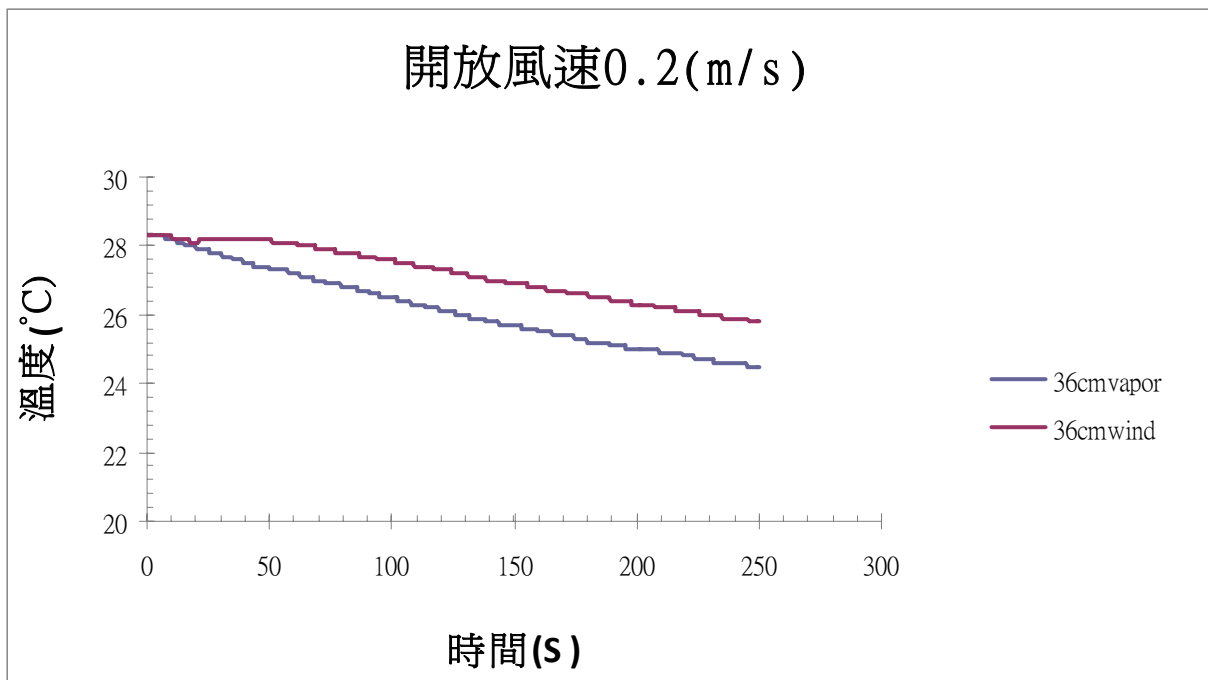
1.

(表格一)

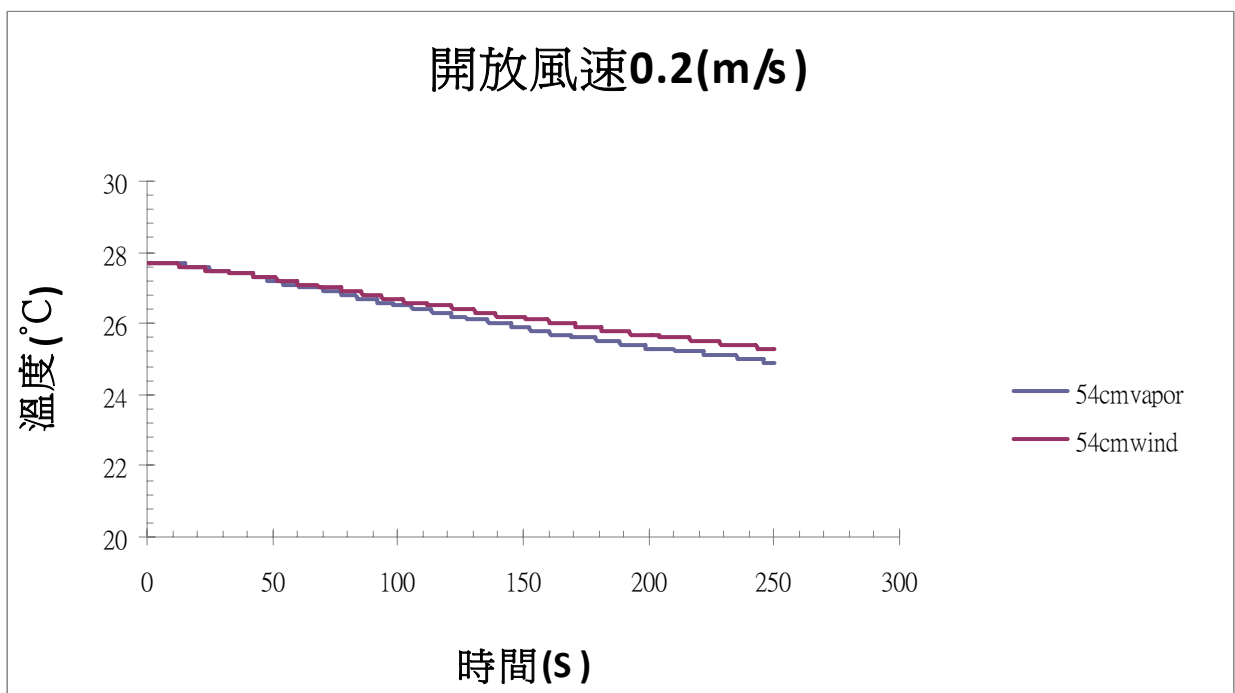
電壓:5v 風速:0.2m/s		
位置	初溫(°C)	末溫(°C)
18cmvapor	28.4°C	23.6°C
18cmwind	28.4°C	25.3°C
36cmvapor	28.3°C	24.5°C
36cmwind	28.3°C	25.8°C
54cmvapor	27.7°C	24.9°C
54cmwind	27.7°C	25.3°C
72cmvapor	27.9°C	25.3°C
72cmwind	27.9°C	25.4°C



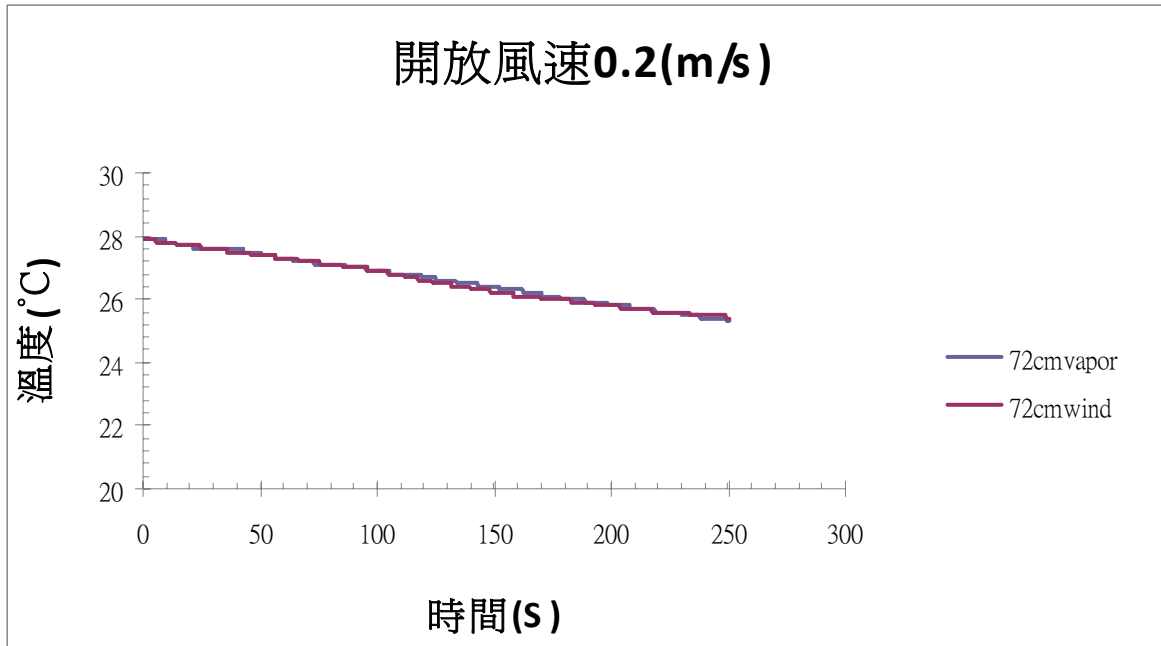
圖六



圖七



圖八



圖九

表格(二)

電壓：5v 風速：0.2m/s		wind + vapor 的降溫速率
位置(cm)	速率( $\Delta^{\circ}\text{C}/\text{s}$ )	
18cm	$1.24 \times 10^{-2}$	
36cm	$1 \times 10^{-2}$	
54cm	$9.6 \times 10^{-3}$	
72cm	$1 \times 10^{-2}$	

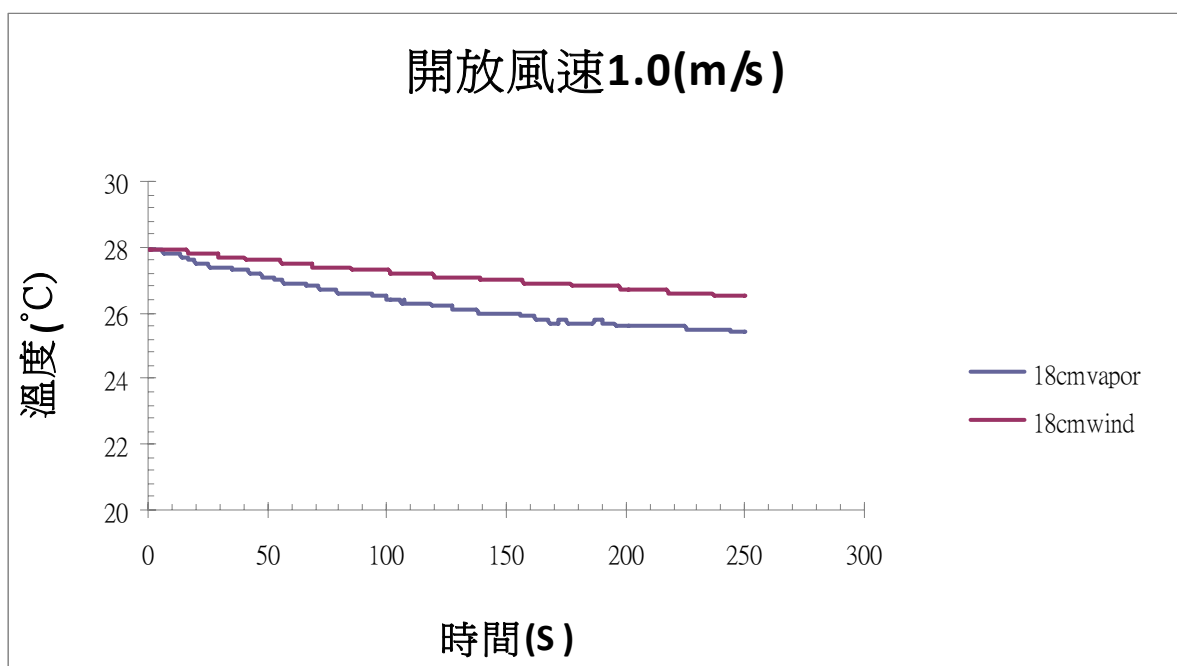
表格(三)

電壓：5v 風速：0.2m/s		wind 的降溫速率
位置(cm)	速率( $\Delta^{\circ}\text{C}/\text{s}$ )	
18cm	$1.92 \times 10^{-2}$	
36cm	$1.52 \times 10^{-2}$	
54cm	$1.12 \times 10^{-2}$	
72cm	$1.04 \times 10^{-2}$	

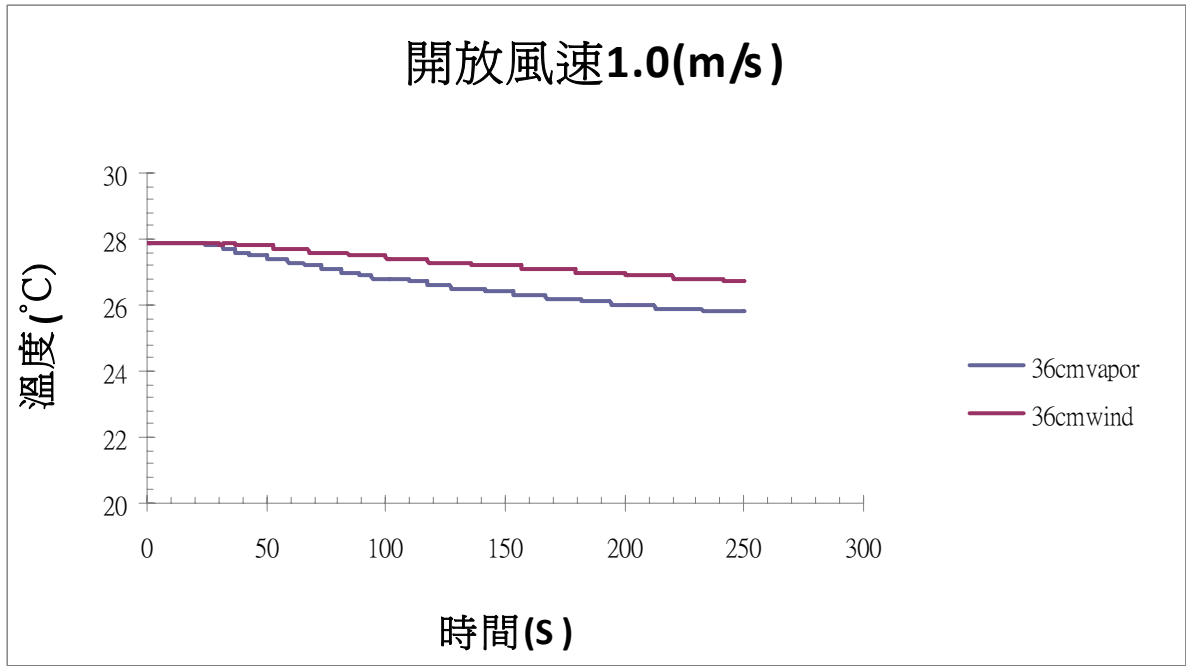
(2)

表格(四)

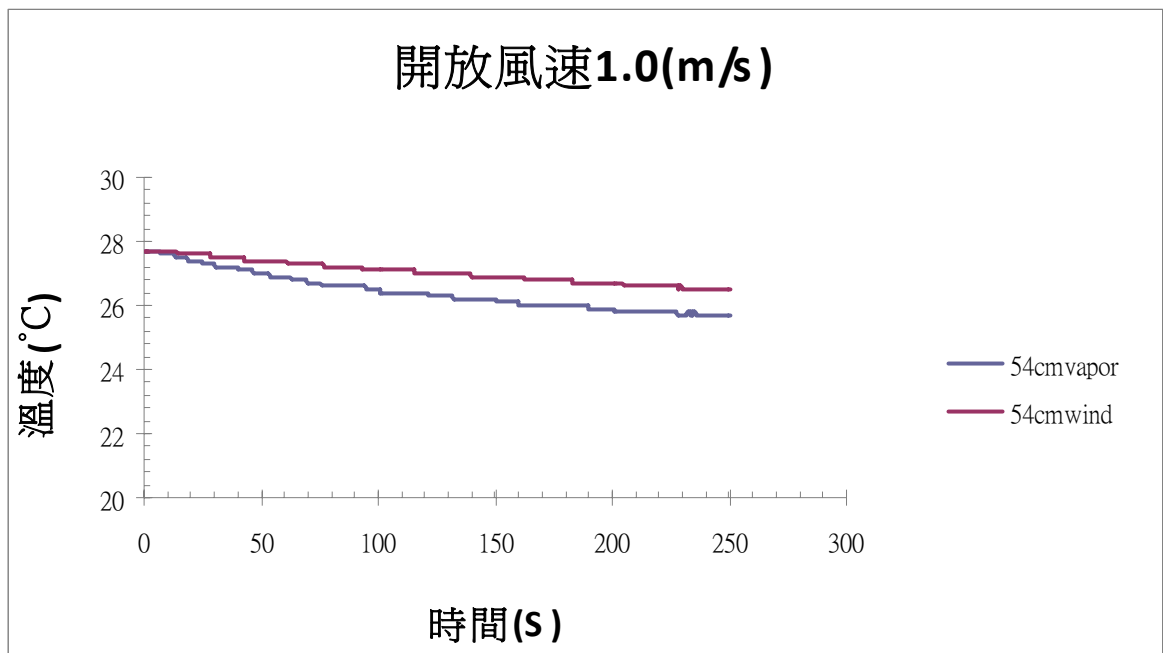
電壓:7V 風速:1.0(m/s)		
位置	初溫(° C)	末溫(° C)
18cmwind	27.9°C	26.1°C
18cmvapor	27.9°C	24.1°C
36cmwind	27.9°C	26.2°C
36cmvapor	27.9°C	24.5°C
54cmwind	27.7°C	26.1°C
54cmvapor	27.7°C	24.6°C
72cmwind	27.8°C	26.2°C
72cmvapor	27.8°C	24.8°C



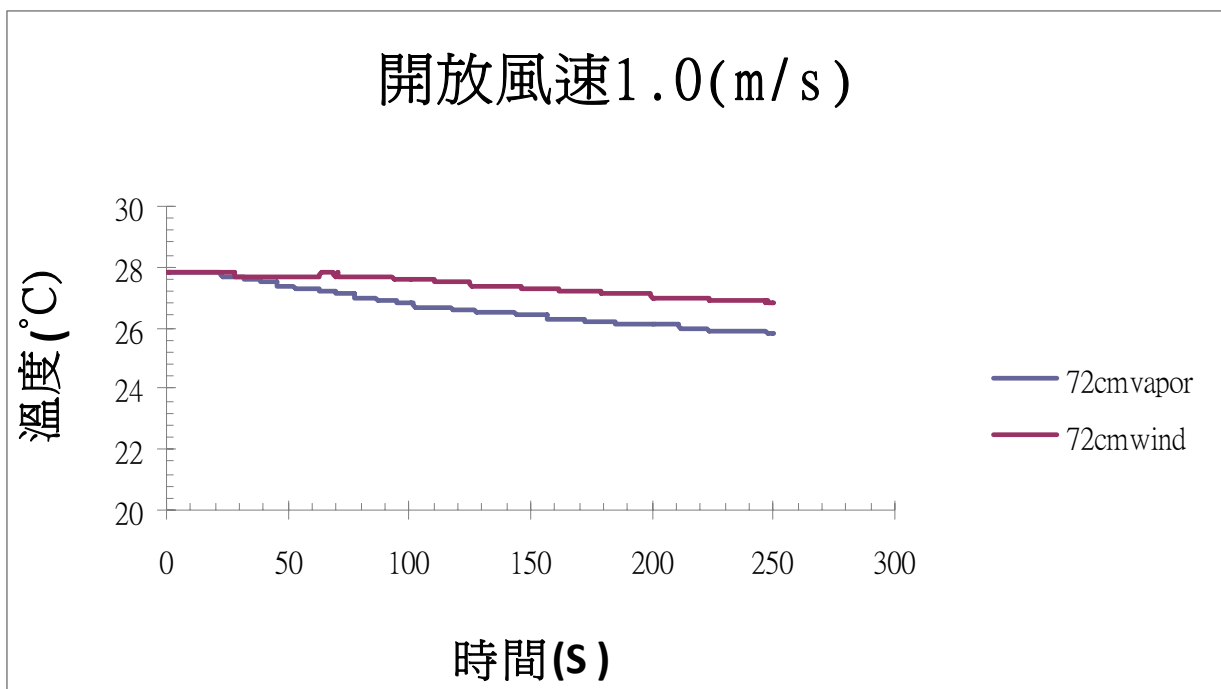
圖十



圖十一



圖十二



圖十三

表格(五)

電壓：7v 風速：1.0m/s wind + vapor 的降溫速率	
位置(cm)	速率( $\Delta^{\circ}\text{C}/\text{s}$ )
18cm	$1.52 \times 10^{-2}$
36cm	$1.36 \times 10^{-2}$
54cm	$1.24 \times 10^{-2}$
72cm	$1.2 \times 10^{-2}$

表格(六)

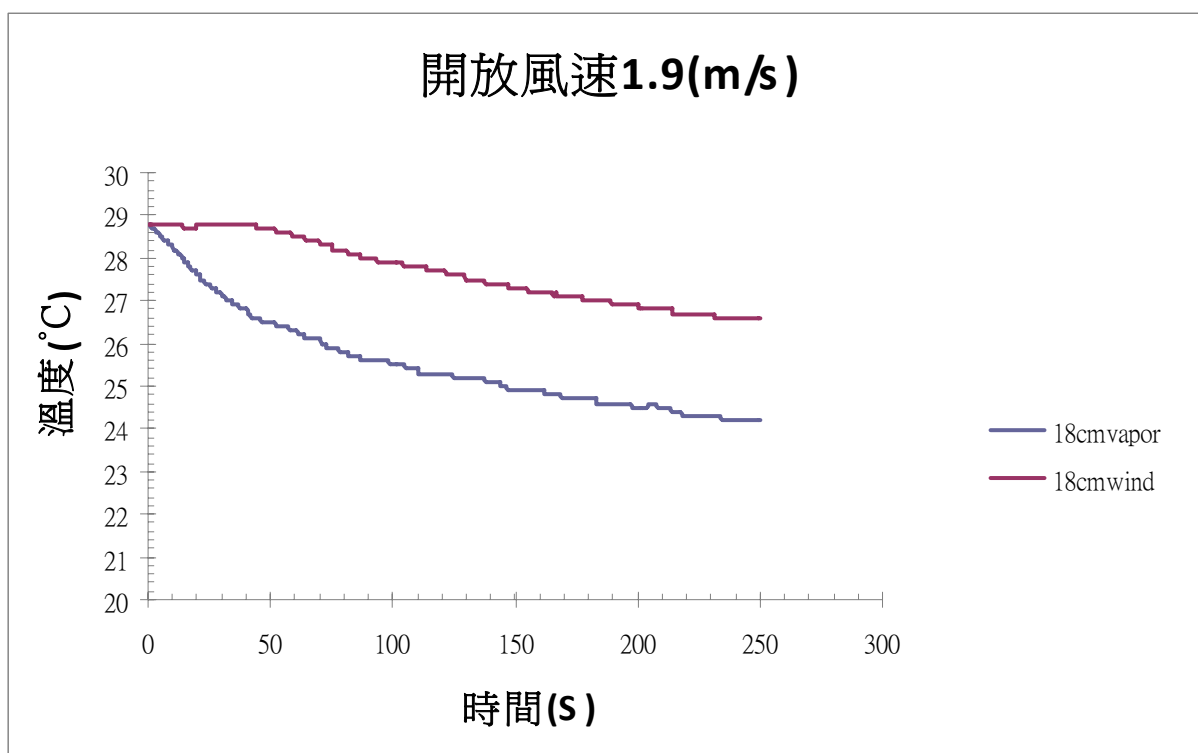
電壓：7v 風速：1.0m/s wind 的降溫速率	
位置(cm)	速率( $\Delta^{\circ}\text{C}/\text{s}$ )
18cm	$7.2 \times 10^{-3}$
36cm	$6.8 \times 10^{-3}$
54cm	$6.4 \times 10^{-3}$
72cm	$6.4 \times 10^{-3}$



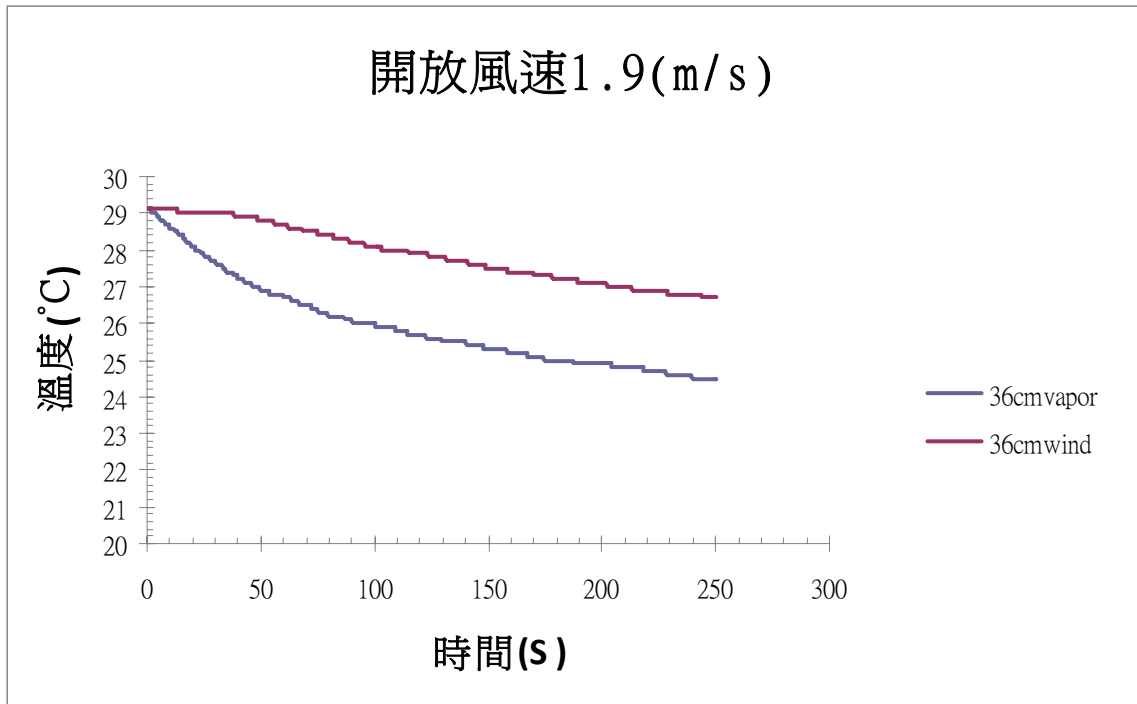
(3)

表格(七)

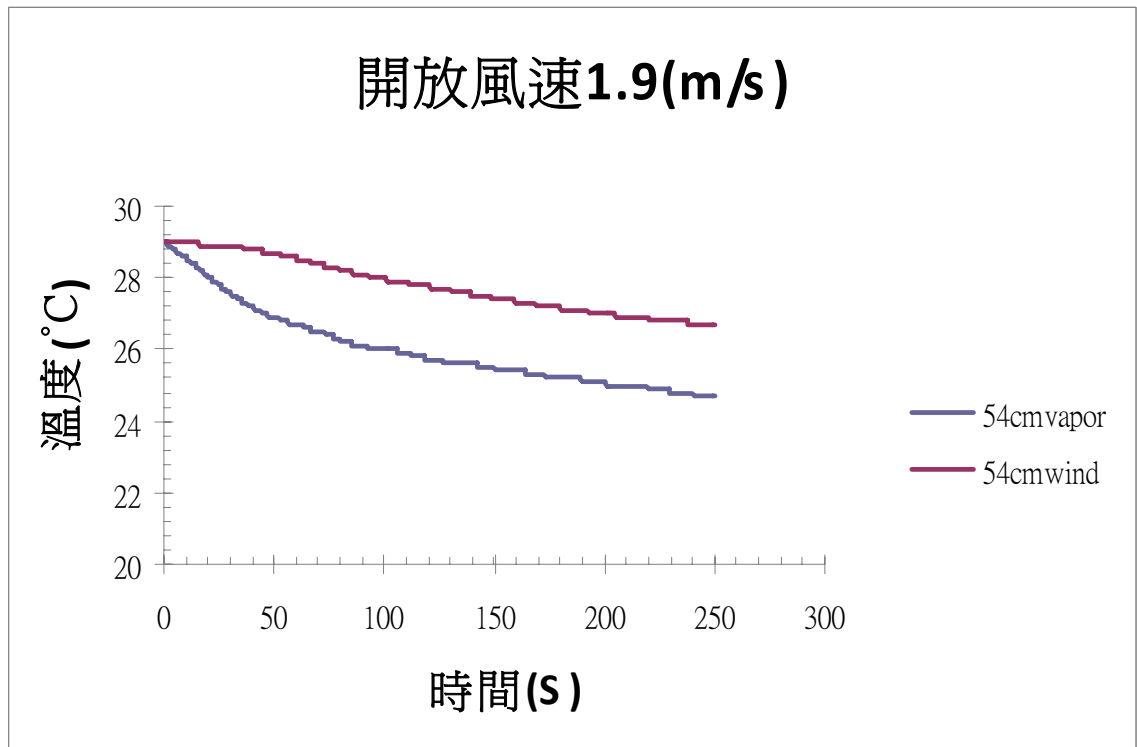
電壓:9V 風速:1.9(m/s)		
位置	初溫(° C)	末溫(° C)
18cmwind	28.8°C	26.5°C
18cmvapor	28.8°C	24.2°C
36cmwind	29.1°C	26.7°C
36cmvapor	29.1°C	24.5°C
54cmwind	29°C	26.7°C
54cmvapor	29°C	24.7°C
72cmwind	29.1°C	26.8°C
72cmvapor	29.1°C	24.9°C



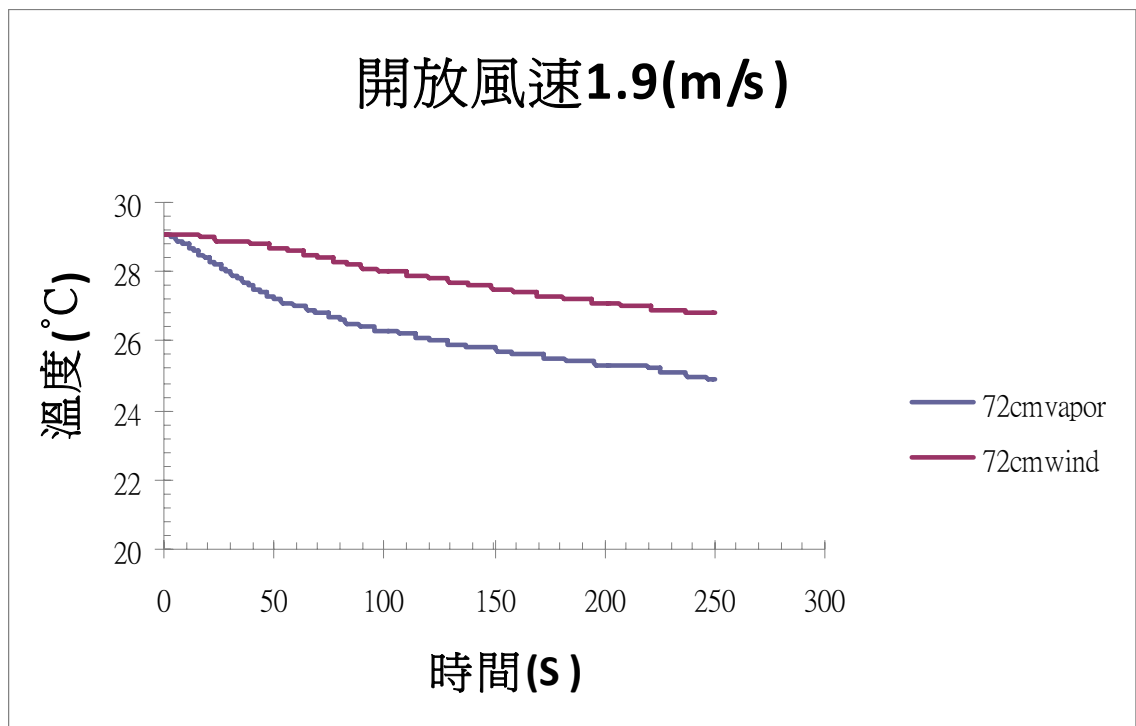
圖十四



圖十五



圖十六



圖十七

表格(八)

電壓：9v 風速：1.9m/s		wind + vapor 的降溫速率
位置(cm)	速率( $\Delta^{\circ}\text{C}/\text{s}$ )	
18cm	$1.84 \times 10^{-2}$	
36cm	$1.84 \times 10^{-2}$	
54cm	$1.72 \times 10^{-2}$	
72cm	$1.68 \times 10^{-2}$	

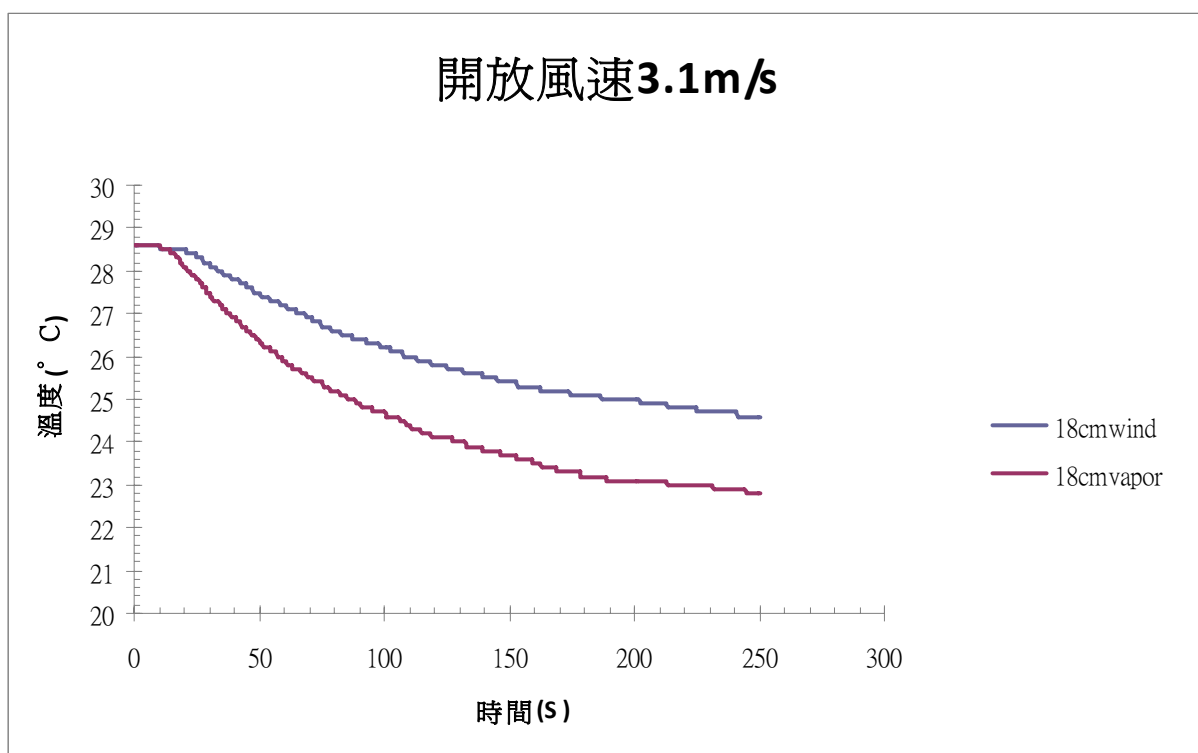
表格(九)

電壓：9v 風速：1.9m/s		wind 的降溫速率
位置(cm)	速率( $\Delta^{\circ}\text{C}/\text{s}$ )	
18cm	$9.2 \times 10^{-3}$	
36cm	$9.6 \times 10^{-3}$	
54cm	$9.2 \times 10^{-3}$	
72cm	$9.2 \times 10^{-3}$	

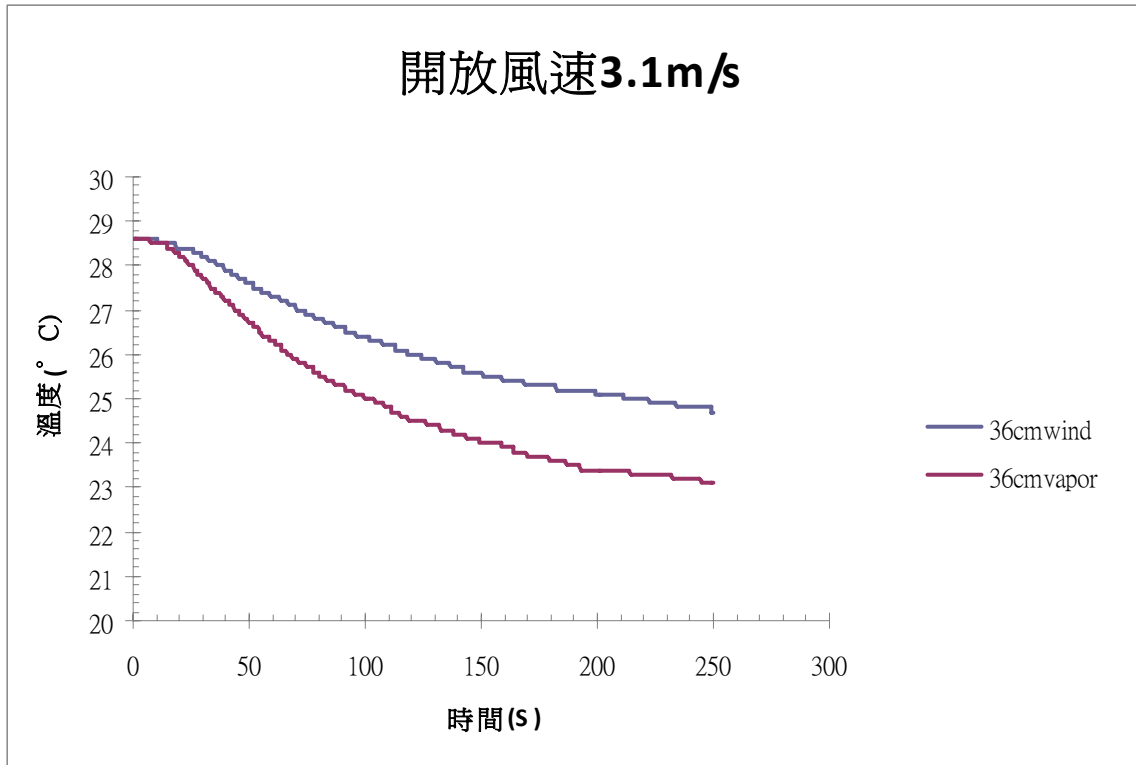
(4)

表格(十)

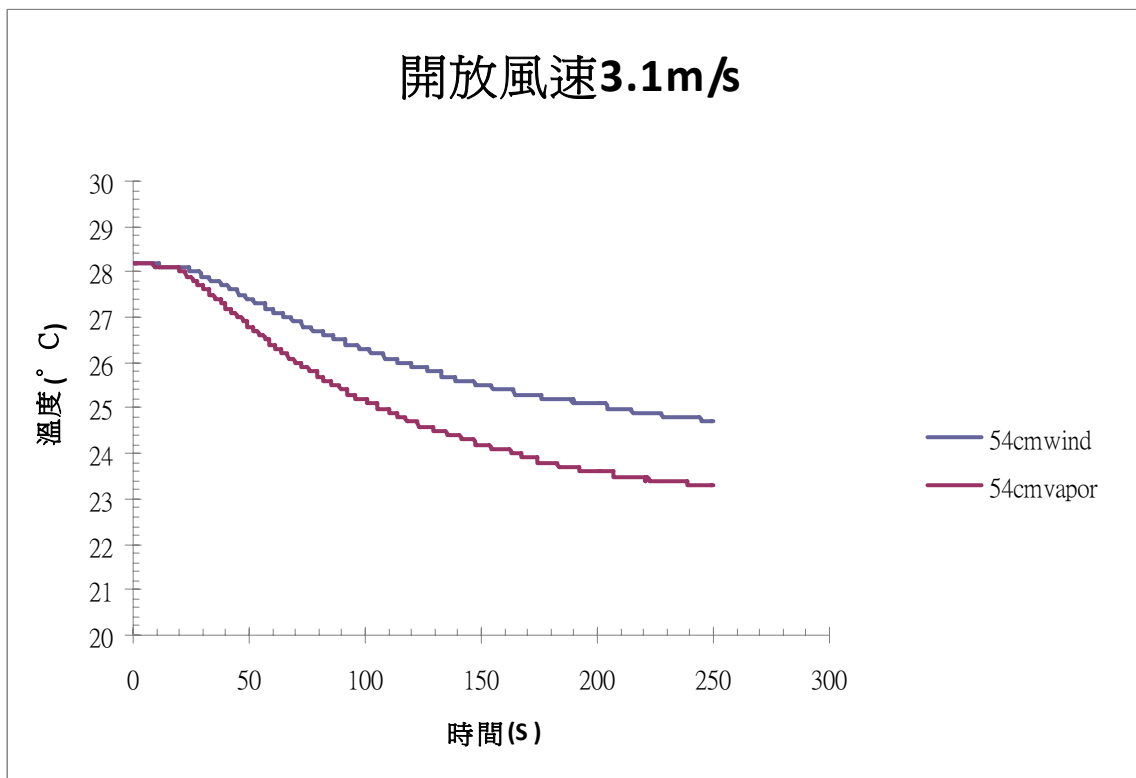
電壓:12V 風速:3.1(m/s)		
位置	初溫(°C)	末溫(°C)
18cmwind	28.6°C	24.6°C
18cmvapor	28.6°C	22.8°C
36cmwind	28.6°C	24.7°C
36cmvapor	28.6°C	23.1°C
54cmwind	28.2°C	24.7°C
54cmvapor	28.2°C	23.3°C
72cmwind	28.4°C	24.7°C
72cmvapor	28.4°C	23.4°C



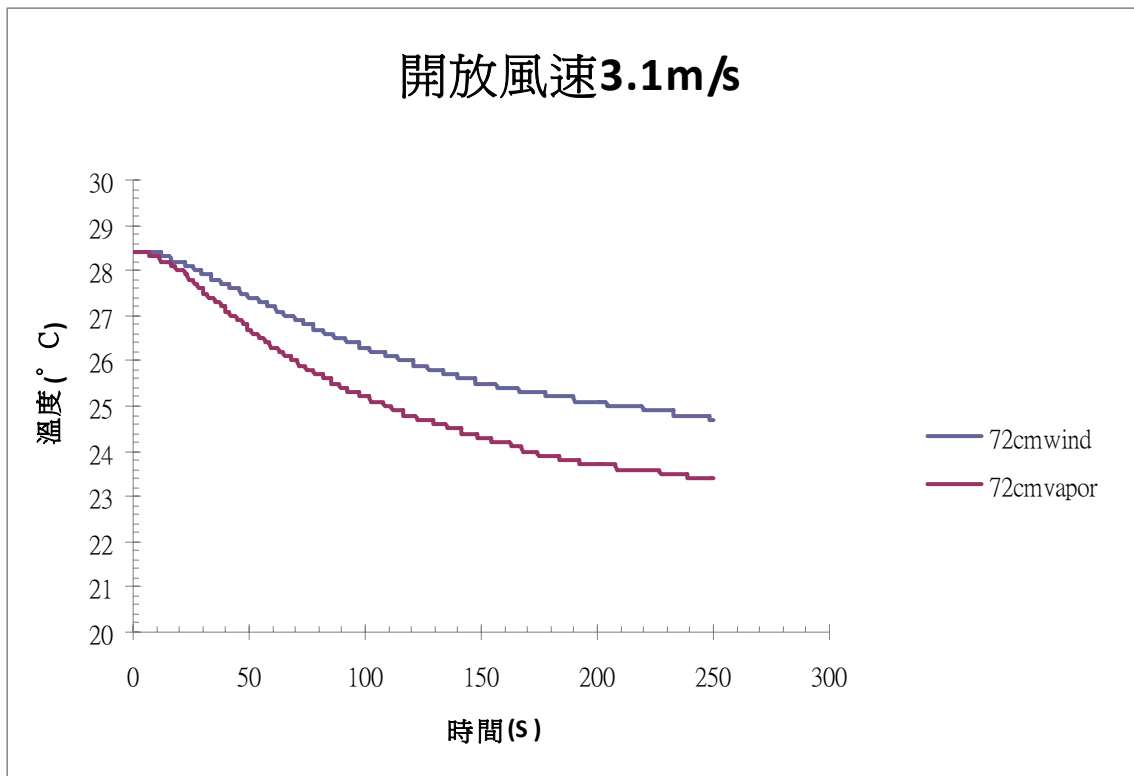
圖十八



圖十九



圖二十



圖二十一  
表格(十一)

電壓：12v 風速：3.1m/s		wind + vapor 的降溫速率
位置(cm)	速率( $\Delta^{\circ}\text{C}/\text{s}$ )	
18cm	$2.32 \times 10^{-2}$	
36cm	$2.2 \times 10^{-2}$	
54cm	$1.96 \times 10^{-2}$	
72cm	$2 \times 10^{-2}$	

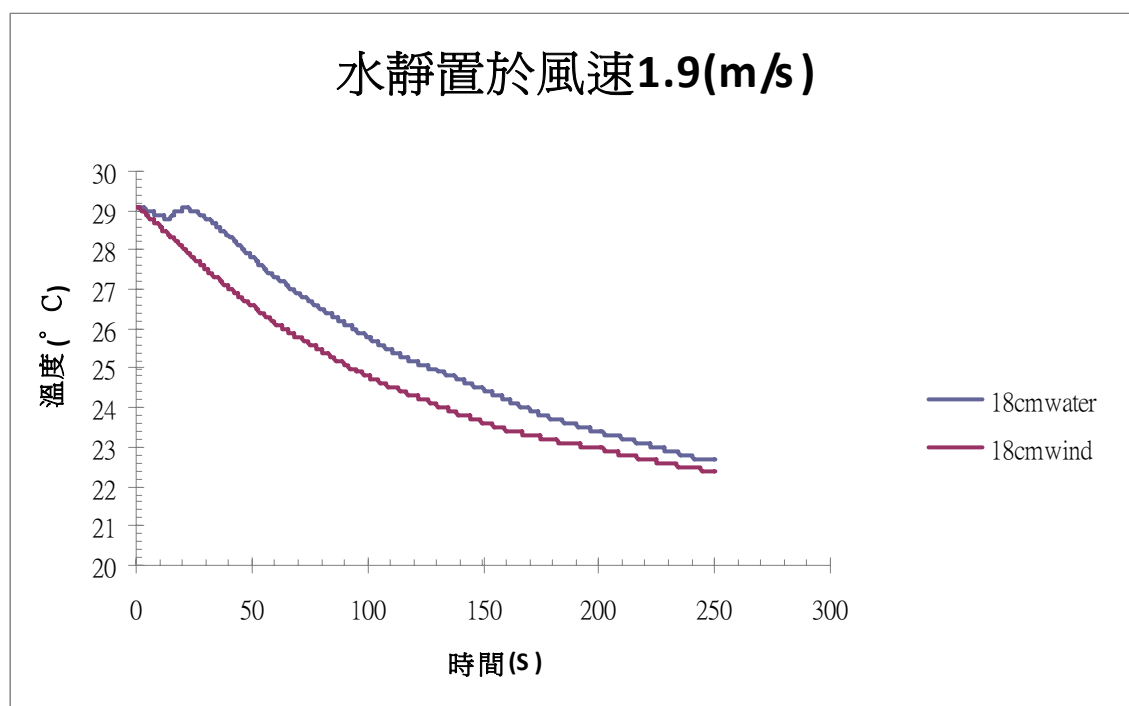
表格(十二)

電壓：12v 風速：3.1m/s		wind 的降溫速率
位置(cm)	速率( $\Delta^{\circ}\text{C}/\text{s}$ )	
18cm	$1.6 \times 10^{-2}$	
36cm	$1.56 \times 10^{-2}$	
54cm	$1.4 \times 10^{-2}$	
72cm	$1.48 \times 10^{-2}$	

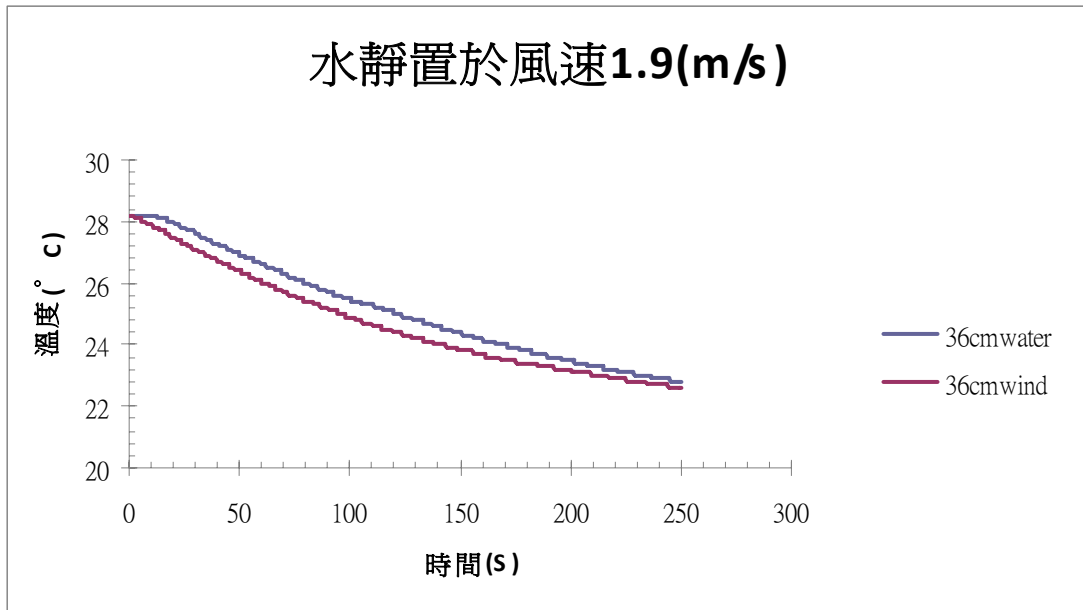
(5)

表格(十三)

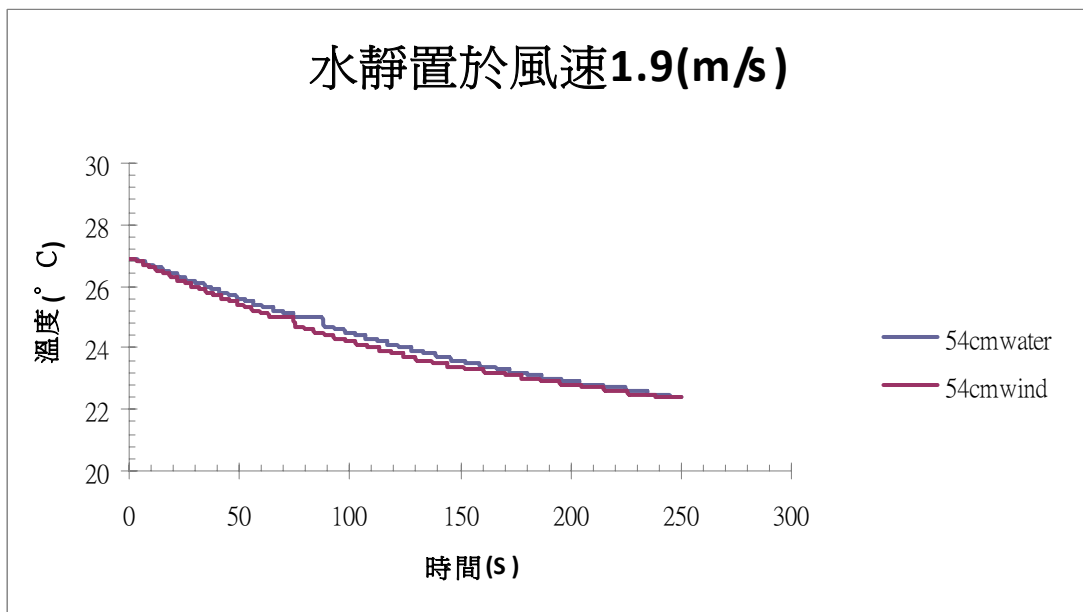
電壓：9V 風速：1.9m/s		
位置(cm)	初溫(°C)	末溫(°C)
18cmwater	29.1	22.7
18cmwind	29.1	22.4
36cmwater	28.2	22.8
36cmwind	28.2	22.6
54cmwater	26.9	22.4
54cmwind	26.9	22.4
72cmwater	27	23
72cmwind	27	22.9



圖二十二

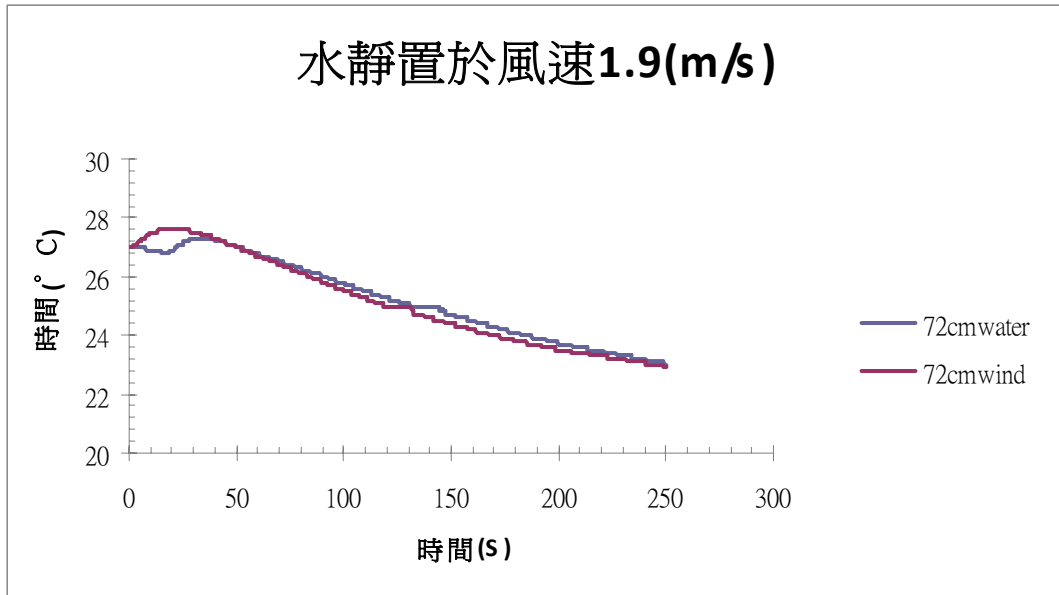


圖二十三



圖二十四





圖二十五

表格(十四)

電壓:9V 風速:1.9m/s 水靜置於風速 1.9m/s-water+wind	
位置(cm)	速率( $\Delta^{\circ}\text{C}/\text{s}$ )
18cm	$2.16 \times 10^{-2}$
36cm	$2.16 \times 10^{-2}$
54cm	$1.8 \times 10^{-2}$
72cm	$1.6 \times 10^{-2}$

表格(十五)

電壓:9V 風速:1.9m/s 水靜置於風速 1.9m/s-wind	
位置(cm)	速率( $\Delta^{\circ}\text{C}/\text{s}$ )
18cm	$2.68 \times 10^{-2}$
36cm	$2.24 \times 10^{-2}$
54cm	$1.8 \times 10^{-2}$
72cm	$1.64 \times 10^{-2}$

## 肆、結論

- 一、爲什麼要用超音波霧化器?因爲超音波霧化器所造成的霧滴，比高壓噴霧系統所造的霧滴小很多，所以與空氣接觸的總表面較大，降溫效果越好。
- 二、密閉與開放的空間，會影響實驗的末溫。使用密閉的方式其優點爲：外在的熱交換影響會較小，亦可以得知降溫所需的霧量。其缺點爲：當溼度增高達到飽和，會影響水滴的汽化，且霧化器產生的熱能，無法散失，所以導致降溫效果較差。
- 三、靜置的水因爲與空氣接觸的總表面積比細小的霧滴來的少，相同時間內，靜置的水降溫效果比霧滴差。因此使用超音波霧化器使水變成較小的水滴，可以增加降溫的效果。
- 四、當給整個系統吹風時，因爲對流，所以也會達到降溫的效果，但是如果加上霧滴，發現整個系統在同一時間內，降溫的效果較好，這就代表霧滴，在這個系統內，因爲汽化，帶走更多熱量，所以可以達到更低的溫度。
- 五、開放空間裡，降溫效果不錯，但是目標想知道，用來降溫的霧量有多少，朝能準確計算霧量的方向前進。
- 六、因爲打成細小的霧滴降溫效果較好，可以應用在冷氣機上，要開冷氣前，可以先讓霧滴把室溫的溫度降低，可以避免冷氣的溫度開的太低，減緩的環境的負荷。

## 伍、參考文獻

1. 噴霧冷卻現象之研究 研究生：方崇成
2. 噴霧冷卻法配合擾流風扇於開放式溫室降溫之研究 研究生：尤建琳
3. 噴霧冷卻法應用於台灣地區塑膠布溫室內降溫之研究 研究生：黃裕益
4. 鼓風式噴霧法於開放型溫室降溫之研究 研究生：黃裕益

## 評語

- 1) 本作品以超音波霧化降溫之研究為主題，並就蒸發降溫的效率及出口相對溼度推算汽化水量，以探討霧氣用在降溫之使用量與效率等問題。報告撰寫詳細，但錯別字偏多與降溫主題不完全匹配的材料佔用了不少篇幅，故而聚焦性分散。
- 2) 本文若能就超音波霧化降溫之重要因素，進行實驗設計與分析，則內容的聚焦性與可讀性將更高。