

# 溫濕度控制概述

## 〇、前言

在自動控制的領域裡，舉凡與環境監控相關的場合，都脫離不了溫濕度的控制，究竟溫度與濕度這兩項參數對環境監控有何影響？其重要性又為何？本篇文章將為您解開其神秘的面紗。

內容共分為四大部分：

- 一、 認識溫度與相對濕度
- 二、 溫濕度的影響與重要性
- 三、 溫濕度的量測與控制
- 四、 溫濕度監控系統應用實例

撰寫的方式主要針對概念上的描述，及實際應用的成果分析，如果對本文中相關的學理部分有興趣的朋友，可以上網利用搜索引擎找尋相關文獻報導，或是到圖書館、書局找尋相關的書籍，在此不再贅述。希望本文的內容，可以提供您溫濕度控制所該具備的正確概念與學習方向。

## 一、認識溫度與相對濕度

溫度是一種跟熱能有關係的參數，溫度高時，我們會覺得熱；溫度低時，我們會覺得冷，然而在同一個環境裡，有人會覺得熱，可是有人卻覺得冷，因此為了讓冷跟熱有一個可以參考的依據，所以溫度這個度量參數就因應而生。由於本文的主題並非探討溫度在物理學或熱力學上的定義，因此採用較生活化的方式來表現溫度這個參數的由來。

常見的溫度單位有攝氏溫度(°C)、華氏溫度(°F)、及凱式溫度(K)。它們之間有一些簡單的關係式可以換算：

$$^{\circ}\text{C} = \text{K} - 273.15$$

$$^{\circ}\text{F} = 1.8^{\circ}\text{C} + 32$$

相對濕度一種是跟空氣中的水氣含量有關的參數，當空氣中的水氣含量到達飽和狀態的時候，我們便將該相對濕度定為100%，如果完全沒有水氣，則相對濕度為0%，然而在不同的溫度下，同樣的水氣含量卻會有不同的相對濕度，這是因為氣溫較高時，相同體積的空氣裡能容納較多水氣的緣故。

濕度很高的時候，水氣不容易蒸發到空氣中，所以濕衣服不容易乾，人也不容易排汗；相對的，濕度很低的時候，水氣會快速而大量地蒸發到空氣中，人的皮膚會容易龜裂，植物會因水分散失過快而容易枯萎。

相對濕度的單位就是%。

## 二、溫濕度的影響與重要性

前面提到了溫濕度的基本概念，接下來我們要探討溫濕度對環境有哪些影響：

### 1. 中央空調

在一個舒適的辦公大樓裡，往往會有一個智慧型的中央空調系統，它會依照大樓裡人數的多寡，調節適當的溫度與濕度。

一般來說，人體感到最舒適的溫度約在攝氏19~24度之間，相對濕度約在45~55%左右，如果溫度過高，人們會覺得燥熱，情緒較容易疲憊、煩躁；如果溫度過低，則容易著涼或罹患感冒，且手腳容易僵硬或動作反應變得遲緩。而濕度過高，人體不容易排汗以降低體溫，會容易造成中暑的現象；濕度過低，會因皮脂腺的分泌過少，導致皮膚乾裂疼痛的現象。

因此在一個中央空調系統裡，溫度與濕度的調節便是最重要的環節。

### 2. 畜牧業

除了人需要在適當的溫濕度下生活以外，絕大多數的生物也同樣需要！對動物來說，他們也有最適當的溫濕度生活條件。拿豬來說好了，當環境溫度太高時，豬的食慾會降低，食量會明顯減少，成長的速度會變得緩慢；當環境溫度太低時，豬的抵抗力會變差，容易生病，嚴重的話還會致命。

因此近代養豬業已經開始引進溫度控制的系統，搭配餵食系統來記錄豬隻的最佳生長狀況，養出來的豬長得又快又健康。

### 3. 養殖業

介紹過陸地上的動物，再來看看水裡的動物。

目前有許多養殖業在育種(苗)時，很注重幼苗生長的水溫，不管是魚苗蝦苗，或是像九孔、生蠔之類的養殖，水溫都是很重要的一環。水生動物大都為變溫動物，在適當的水溫範圍內，溫度較高，水生動物的成長也較快。如果溫度太低，除了成長速度會變慢，甚至會導致魚苗凍死，由於水本身就有調節溫度的功能，其溫度變化不像陸地空氣那麼急劇，水溫過高的情況也較為少見，不過當寒流來襲時，虱目魚塢還需要有越冬溝來防止虱目魚凍斃。

此外，像水族館所飼養琳瑯滿目的鮮豔魚種，往往對溫度的變化也是十分敏感的，如果水溫不適，魚的鱗片色澤會變得黝暗缺乏光澤，更有甚之會經常掉鱗片，因對於水生動物的養殖來說，溫度控制也是不可或缺的。

### 4. 園藝業

看過了動物與溫濕度的關係，緊接著我們來看看植物。

一般提到植物與溫濕度的關係，我們會直接聯想到的就是溫室。絕大多數新品種的植物培養，都是在溫室中進行的，因為植物對溫濕度的反應，遠較動物來得深刻，一來植物不會『劇烈運動』，所以他不會避暑，不會找水喝；二來植物很重視『呼吸』，它從空氣中獲取養份及水份的能力，遠遠超過動物，因此溫濕度對植物的影響，遠比動物要來得重要多了。

溫度過高，會導致植物的酵素分泌不正常；溫度過低，植物會冬眠甚至死亡。濕度過高，植物會容易滋生病菌或爛掉；濕度過低，植物生長緩慢或甚至乾枯死亡。

因此溫濕度控制對植物的影響也是十分深遠且重要的！現在絕大多數的觀賞用花，都是利用溫室所培育出來的，如蘭花、玫瑰、火鶴、鬱金香、...等。

## 5. 電子業

生物受到溫濕度的影響很大，在非生物的領域裡，溫濕度依舊扮演著很重要的角色。

在CPU運作的時候，溫度往往是決定效能的主要因素，如果運作溫度過高，會導致CPU過載而經常當機，如果不能及時解決散熱的問題，長時間運作則會有燒毀的可能。

相較於溫度，絕大多數的人都會忽略掉濕度對電子元件的影響，其實濕度對電子元件的影響也是很大的，當濕度過高時，電子元件上容易覆著水氣或結露，嚴重時會發生不正常的短路，而金屬裸露的部分因持續性地通電運作，加上濕氣的覆著就會變得容易生鏽；如果濕度過低，則容易造成靜電累積，讓敏感的電子元件損壞，因此濕度條件在使用很多電子產品的機房或電子廠，也是相當重視的。

## 6. 化工業

溫濕度的影響在化工的環境，遠較前面所提到的任何一個產業都更加重要，許許多多的化學變化，對溫度及濕度是相當敏感的，而且有時間上的迫切性，在某個溫濕度狀態下進行化學反應一段時間後，得立即換到另一個溫濕條件進行另一個化學反應，如果時間過長或過短，都會導致反應物或衍生物的純度不足，甚至完全變質，使得整個製造過程功虧一簣！

綜覽以上的諸多產業，我們不難發現溫度與濕度在很多場合裡，是扮演著舉足輕重的關鍵角色，成敗往往決定在這兩項參數的掌握與否。



[圖 1] 常見的溫度感測器  
由左至右依次為 AD590、SMT160-30、PT100

### 三、溫濕度的量測與控制

瞭解了溫濕度的重要性之後，再來就要深入本文的主題，探討溫濕度的量測與控制。

首先探討溫度的部分，傳統的方式是利用酒精或水銀溫度計進行量測，以人工的方式（肉眼觀察）來進行記錄，直到溫度感測器的出現，才漸漸取代了這種人工記錄的方式。

目前市面上常見的溫度感測器，有熱電耦、白金感溫電阻（PT100）、電流型感溫 IC（AD590）、半導體型感溫 IC（SMT160-30）、及非接觸式的紅外線溫度感測器。

而相對濕度的量測，早期是利用乾濕球溫度的對照，經由查表後得知。這個方式同傳統的溫度量測一般，必須透過人力進行查表記錄，而這樣的記錄方式很容易因不小心查錯表格，而有了相當大的人為誤差。後來出現了電阻式及電容式的濕度感測器，這樣的情況才有了改善。不過由於濕度感測器在目前的製造技術上尚有很多需要突破的地方，絕大多數的濕度感測元件，在相對濕度10%以下及90%以上的範圍，是無法進行量測或是量測的誤差很大的，因此能夠量測接近露點狀態的濕度感測器，其價格就相當昂貴了。

有了這些感測器的幫忙，我們可以透過控制系統，以連線的方式，將所有感測器所量測到的溫濕度值記錄下來，並將這些資料作為分析環境狀態的可靠依據，如果該控制系統與調節溫濕度的設備結合，便可以做出智慧型的環境監控系統。

一般來說，大樓裡的空調系統便是屬於調節溫濕度的設備，不過空調系統通常針對封閉式的環境（實驗室、機房），如果是畜牧業（如豬舍）或是園藝業（如溫室）這種半封閉式的環境，調節溫度的設備通常是使用風扇搭配水牆或加熱器來進行降溫或升溫的動作，濕度則是透過噴霧裝置及強制對流來調節。

當然，在環境監控的領域裡，還有很多其它重要的參數，比方說養殖業重視水中的鹽度或含氧量多寡，園藝業重視日照度或葉片交換的二氧化碳濃度，無塵實驗室可能需要量測單位體積的塵埃量.....等，不過這必須依產業別而有所區分。

## 四、溫濕度監控系統應用實例

介紹完量測溫濕度的方法，與控制溫濕度的基本概念後，我們要實際透過範例，將溫濕度監控系統從無到有建立起來，我們所選定的量測環境是園藝業的溫室，假設該溫室佔地面積約 300 ~ 400 坪，且溫室內包含水牆、噴霧器、風扇、氣窗、與加熱器等基本設備。

### 1. 感測器的選用

由於選定的量測範圍頗大，因此在感測器的規劃上，我們選用『TH2040 數位溫濕度計』，其溫度的誤差範圍是 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，濕度是 $\pm 5\%$ ，這樣的誤差範圍對一般的溫室植物的溫濕度控制來說，是可以接受的。而且感測器的穩定性高，具備RS485的連線功能，可長時間持續運作並透過RS485通訊的方式即時記錄溫濕度值，是很好用的溫濕度監控工具。如果有需要提高溫度量測的精確度，還可另外選購PT100的溫度感測棒，誤差範圍僅 $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$

### 2. 監控系統的硬體規劃

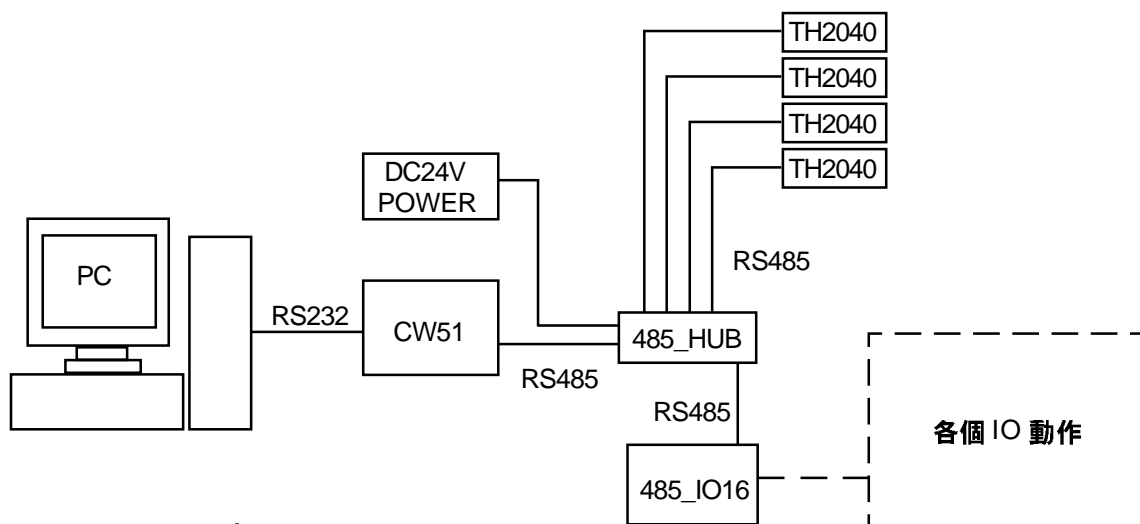
前面所談到的溫濕度感測器，是監控系統的輸入部分，有了這些數據，整個系統已經具備監視的功能，可是如果要進一步做到控制，也就是調節溫度的功能，只靠溫濕度感測器是不夠的，還必須具備分析數據的核心控制板及提供輸出動作的IO控制板互相搭配才能達到。

一般來說，核心控制板的主要功能就是分析來自溫度感測器的資料，判斷現在的溫濕度狀態是否正常，如果跟設定的標準溫濕度有所差異時，則必須發出警報，並讓相關的溫濕度調節設備運作，如果您的預算充足，建議您可以購買工業用等級的電腦(IPC)來進行控制，它的穩定性高，運算速度快，並具有完整的顯示介面(顯示卡與螢幕)及資料儲存介面(硬碟與記憶體)，更重要的是抗雜訊的功能及不容易當機(除了被雷打到或停電以外)，如果您的預算不是那麼充足的話，那麼您可以考慮使用『CHIPWARE51單晶片控制板』，因為它本身規劃就很像一台簡易的工業用PC卡，具有LCD顯示介面、RS485及RS232的通訊介面、時鐘介面(Real Time Clock)、和48個IO接點，對於這類型的應用是最適當也最貼切不過了。

由於要控制推動的大多數設備，是屬於AC110V或AC220V的大電力設備，因此我們還必須加上具備隔離效果的IO控制板做為輸出入介面，可以保障當發生雷擊時或是不小心高壓交流電短路時所造成的損害，我們所選用的IO控制板是『16埠數位輸出入控制板』，該控制板提供16個光耦合隔離輸入接點與16個繼電器輸出接點，對這個應用所需要的IO點數恰好夠用，且該板是透過RS485通訊介面進行控制，在配線上及通訊時抗干擾的能力都比一般其他介面來得優越，因此我們特別選用這個控制板來控制調節溫濕度的設備(即風扇、氣窗...等開關控制)。

此外，因考慮了RS485的配線、及系統供電的部分，我們分別選用了『七埠RS485專用HUB』、『DC24V電源供應器100W』，而與PC通訊的部分，由於CHIPWARE51控制板上有RS232的通訊埠，我們可以直接透過RS232直接與電腦連線。整體來看，我們所選用的硬體設備及數量如下所列：

設備名稱	數量	功能
TH2040 數位溫濕度計	4支	量測溫濕度值
CHIPWARE51 單晶片控制板	1片	分析溫濕度值及傳送IO控制訊號
16埠數位輸出入控制板	1片	接受IO控制訊號以控制IO動作
DC24V 電源供應器 100W	1個	提供整個硬體系統 DC24V 的電源
HUB485 七埠 RS485 專用 HUB	1個	RS485 並接配線用



[圖 2] 硬體配接示意圖

CW51 在本系統中除了收集、分析溫濕度數值並控制IO動作外，同時也是即時溫濕度值的暫存器，透過PC可將這些數值建立成歷史資料，使監控功能更趨完善。

### 3. 監控系統的資料記錄與分析

所有的控制動作都完成之後，接下來就要監看這個系統的運作效率好不好，看看各個調節溫度或濕度的設備是否有效將溫濕度控制在穩定的狀態，讓溫室裡的溫濕度條件一直保持一個穩定的狀態，此時我們必須將這些資料做長時間的記錄，由於我們的控制系統已經具備連線功能，因此我們只要透過電腦定時將這些溫濕度條件記錄下來，就能以圖表的方式即時觀看溫濕度的變化，及各個溫濕度調節設備運作對溫濕度的影響，透過這樣的分析，便能清楚看出哪些溫濕度調節設備的功能是否有效改善溫濕度的變化曲線，比方說溫度較高時，風扇啟動是否有效降溫？濕度過低時，噴霧器是否及時讓溼度回到設定狀態？經由這些動作的記錄，可以大幅提高溫室的運作效率，將溫室的效能發揮到最好！

關於這部分的規劃，我們是以Microsoft所推出的Visual Basic 6.0中文專業版來做，因為它具備快速引用的通訊元件，可以大幅縮短監控程式的撰寫時間，並以圖表的方式呈現即時的溫濕度狀態及IO動作。

### 4. 監控系統的成效與進展

目前我們所規劃的這個系統已經測試運作一個月了，剛開始運作的第一週，有很多需要修正的地方：包含資料截取的速度、即時監控圖表的誤動作、截取資料的遺失.....等，將這些動作一一改善至正確的運作狀態，約略花了十天的時間，我們發現監控系統的PC端程式，必須在多工運作的電腦作業系統下才能有效運作，我們嘗試了win98se、win2000 pro、winXP pro等系統，發覺在win98se底下工作時，資料的loss狀況頗為嚴重，可是在win2000及winXP底下就沒有這樣的問題，這很有可能是微軟系統運作規劃的bug，由於這部分牽涉的問題太廣泛，很難有效地自行解決這樣的bug，因此建議想要規劃這類系統的朋友們，電腦作業系統請選用winXP或win2000的版本。

一般來說，要完成一個穩定的中小型監控系統，約需三~六個月的測試時間，從系統運作測試，到控制動作的正確，到最佳條件的設定，這些都是很耗費時間的工作，這個過程仍需依賴已記錄的溫濕度資料進行分析，才能修正程式及動作，而且這個部分還不包括一開始硬體製作與規劃的時間。如果對這個系統有興趣深入了解的朋友們，不妨實際測試看看。

現在這個範例只做到系統監控的功能，並有一個月完整的溫濕度記錄數據，接下來所要進行測試的部分是IO動作的控制，也是這個系統最為精華的部分，我們會陸續將這部分測試的成果在網站上公布，請大家多多指教。



## 五、結論

溫濕度控制的應用十分廣泛，從多達數千點數的大賣場空調系統的整合，到實驗室裡化合物合成反應的單點控制，所分析的理论依據是截然不同的，沒有任何一個溫濕度控制系統可以滿足所有人的需求，然而記錄這些溫濕度資料的過程卻是相同的。

『工欲善其事，必先利其器。』善用工具，便能讓工作變得更有效率，進而產生更大的經濟效益。希望本文能給您實質的幫助，讓您的工作更順利！

## 六、參考資料

1. 8051 單晶片徹底研究 -- 基礎篇
2. 8051 單晶片徹底研究 -- 實習篇
3. 8051 單晶片徹底研究 -- 經驗篇
4. CHIPWARE51控制板使用說明  
(<http://www.chipware.com.tw/chinese/handbook/chipware51.pdf>)
5. TH2040 數位溫濕度計簡介  
(<http://www.chipware.com.tw/chinese/pdf/TH2040.pdf>)
6. 旗威技術交流網(<http://www.chipware.com.tw>)--RS485講座
7. 旗威技術交流網(<http://www.chipware.com.tw>)--DIO-I系統規劃講座
8. 生物環境控制與系統分析(<http://www.ecaa.ntu.edu.tw/weifang/lab551/>)