

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

計畫編號：NSC 88-2212-E-018-005

執行期限：1998 年 8 月 1 日至 1999 年 7 月 31 日

主持人：黃裕煒

執行機構及單位名稱：國立彰化師範大學工業教育學系

一、中文摘要

近幾年，由於大樓的迅速增加，大型空調系統的數量也急遽擴充，但國內空調設計工程師為達到冷的感覺經常超容量設計，形成空調設備長期在低效率能源耗用的浪費。事實上，不論是任何型式空調，在室內部份大都以室內送風機或風管提供新鮮的冷空氣，以達到舒適條件。一般低價位的溫控開關控制效果不佳，常導致室內溫度太冷或太熱，浪費電力能源。

依據 ANSI/ASHRAE 55-1992 所公佈之人體舒適圖和有效溫度曲線，在有效溫度 24.5ET* 的空調環境為夏季最理想的舒服條件。本文提出之方法是以有效溫度 24.5 ET* 的曲線作為舒適度設定曲線，當空調運轉後，計算最佳舒適度設定點，自動調整設定溫度和濕度。一般空調系統運轉一段時間後，濕度逐漸降低，設定點會依據有效溫度 24.5 ET* 的曲線調高設定溫度，不但可維持相同的舒適度，亦可達到節省能源的目的。

本文針對彰化地區夏季空氣狀況，以舒適度曲線評估舒適度，並引入模糊控制的方法，對室內送風機作控制，研究室內舒適度之趨勢與省能效果；並分析不同模糊模型空調運轉結果之影響。

關鍵詞：舒適圖，有效溫度曲線，模糊控制

Abstract

There are many air-conditioning systems in tall buildings nowadays. It's important to improve their efficiencies to save energy while maintaining a good air-conditioning. Among the superior central air-conditioning systems, electric PID controller is mostly used. It is difficulty to find the model and dynamics of the air-conditioning system. Therefore, the setting of PID controller depended on the experienced operators and the field tests.

Due to the economic advance and electricity demand grow, Taiwan is facing the serious problem of large peak load growth. Especially in summer, air-conditioning uses about 30% power demand at peak load. According to the report of Taipower Company, It can reduce 4.7% air-conditioning load while increasing temperature setting 1 °C from 25.5 °C.

On the basis of "the effective temperature figure" by ASHRAE, the comfortable temperature relates to the room temperature and humidity. This study will use neural network control theory to set a comfortable temperature

point according to "the effective temperature figure" from time to time. Thus, a non-linear time-varying operating point is determined according to the on-line room temperature and humidity. The actuator of room fan-coil in air-conditioning system is designed by fuzzy control to maintain "a comfortable environment".

The energy saving will be reached by a time-varying temperature setting based on the effective temperature.

Keywords: effective temperature(ET*), fan coil, fuzzy control

二、緣由與目的

台灣地區由於處於海島形季風氣候區，長年普遍濕度較高，所以當夏季使用空調進行降溫除濕的工作，常會發生溫度已達設定值，而濕度仍太高，此時就必須進行等溫除濕的工作。因為除濕的過程是將空氣降到露點溫度以下，使水氣凝結，達到除濕的目的。此過程同時降低了室內溫度，所以必須加熱使溫度回升達到恆溫值，形成能源之浪費。且為達到上述之目的，通常是在空調箱內加入預熱及再熱的裝置。一般民生用空調系統並沒有此項設計，常有室內溫度過低或濕度太高的不舒適情形發生，因此舒適空調控制遂成為一重要課題。

所謂舒適空調就是對空氣做處理，以同時控制其乾球溫度、相對濕度、清淨度及分佈情形，期望能達到空調空間內舒適的要求。本研究以 ASHRAE 所公佈之夏季人體舒適圖和有效溫度曲線圖作為判斷舒適度的依據。以台灣的平均氣候來說，空調一般啟動時，濕度較高，在運轉一段時間後，溫、濕度降低。依據 ASHRAE 所公佈之夏季人體舒適圖，當溫度為 24.5 °C 時，若相對濕度為 50%，則一般人的滿意度高達 100%；當相對濕度值降低時（如 30%），即使是在溫度較高時（約 27°C），一般人的滿意度仍高達 80%。循此法則作為控制之依據，則當空調系統運轉一段時間後，濕度逐漸降低，即可調高設定溫度，不但可維持相同的舒適度，亦可達到節能之效果，使控制點具有彈性。

本研究提出之方法是以 ASHRAE 所公佈之夏季人體舒適度圖和有效溫度曲線作為舒適度之依據，當空調運轉後，設定溫度和濕度會以有效溫度 24.5 ET* 的曲線作基準而自動調整，在維持相同舒適度的條件下，達到節省能源的目的。

本研究針對彰化地區夏季空氣狀況，根據 ASHRAE 的舒適線圖，自動設定舒適的溫度，配合模糊控制改善冰水流量的控制，使室內空調的溫度和濕度維持在適合人體的舒適區，並減少空調負荷，達到降低尖峰負載又不影響人體的舒適感。研究室內舒適度之趨勢與省能效果；並分析不同模糊模型對空調運轉結果之影響。

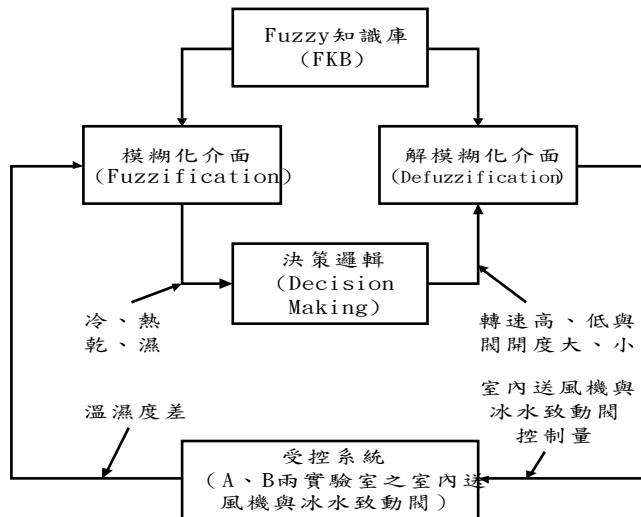
三、結果與討論

1、電腦輔助計算焓值（最小焓值法）

要達成空調系統節省能源之目的，首先需對室內空氣焓值狀況作分析，因為不論是降溫或除濕，所花費的冷凍能源主要都是在改變空氣之焓值，因此我們以電腦輔助焓值計算，隨時掌握室內的空氣狀況，而加以控制。應用 PC 作為計算焓值及最佳舒適度設定點，將能快速對環境狀況作反應，使舒適度的控制及能量耗費趨於最佳。本研究依照熱力學公式，利用 PC 之 I/O port 讀入目前之空氣乾球溫度及相對濕度，計算其焓值大小，並以此數據判斷舒適性，調整輸出量，期望以最少冷凍能力達成舒適的效果。

2、空調系統舒適度之控制流程

本研究應用模糊控制，將空調室內的空氣狀態調節到舒適度設定曲線上，其控制流程如圖所示。



3、應用模糊控制實現本研究提出之方法

本研究主要是在一個全水空調系統，以程式計算空調負荷，經由模糊控制改變冰水流量，以最接近負荷的能力輸出，而獲得最舒適的環境控制。因此，依據本研究提出的變水量系統，進行不同 Fuzzy 集合測試，來瞭解系統的特性，以期建立一個較佳的模糊控制規則庫。

本研究使用的 Fuzzy 集合，針對歸屬函數之語言項個數分 3 個、5 個與 7 個，歸屬函數之定義範圍分寬（溫度± °C 濕度± %）、窄（溫度± °C 濕度± %），歸屬函數之形狀分三角形、梯形，解模糊方式分單值法、加權平均法等；而為克服實驗室 A、B 之間的差異所造成的影響，所有測試均在實驗室 A、B 各做一次，再取平均值進行比較。

根據本研究有關變水量系統模糊控制特性之測試結果，得到較佳的設定方式為語言項個數 5 個、定義範圍寬的、形狀為梯形、解模糊形式為加權平均法等。以這些較佳的設定方式和商用空調控制器做比較。商用空調控制器採用 Co Hand 公司生產之 SCANNER-3 無段可變風量控制器。

4 本研究提出之方法與商用控制器比較結果與討論

	實驗室 A	實驗室 B
控制方式	無段可變風量商用 控制器 (coHand SCANNER-3)	變水量方式之 模糊控制

實驗室	舒適度分佈				平均 舒適 度 (%)	標 準 差	最 大 值	耗 費 能 量 (KWH)
	50-60	60-70	70-80	80-90				
A 室	3分 0%	9分 1%	448分 45%	780分 54%	80.17	4.89	88.7	75
B 室	3分 0%	3分 0%	375分 26%	1059分 74%	82.58	4.39	89.3	69

四、計畫成果自評

在連續24小時運轉之後，本研究提出之變水量方法，在平均舒適度與省能方面，均比商用控制器佳。利用模糊控制與電腦輔助計算焓值，根據ASHRAE的舒適線圖，設計一個人性化的溫濕度控制器，對不同的濕度有不同的溫度設定，使室內空調的溫度和濕度維持在適合人體的舒適區，如此對空調系統的控制品質有顯著。由平均舒適度可看出本文提出之變水量模糊控制方法控制結果較佳，平均舒適度高2.41%，且耗費之能源節省6 KWH，約8.7%。因為模糊控制在設定室內溫濕度是隨著室內負荷隨時變動，以最節省能源的路徑當作設定點，因此達到節省能源的目的。

五、參考文獻

- [1] 台灣電力公司 (民86) 紡織業用電特性對負載管理策略之研究。台北：台灣電力公司。
- [2] 經濟能源委員會 (民86) 能源委員會年報。台北：經濟能源委員會。
- [3] ASHRAE (1965). Physiological Principles. 1965 Guide And Data Book(pp. 101-115). Atlanta, USA: ASHRAE
- [4] 黃裕煒、劉貞勝 (民84)： 及時焓值計算與模糊控制於外氣節能之研究。國立彰化師範大學工業教育研究所碩士論文
- [5] 黎明書店 (民77)： 熱力學與統計物理學。新竹：黎明書店。
- [6] 陳呈芳 (民74)： 熱力學概論。台北：全華書局。
- [7] 蕭明哲(民84)： 空調設備。台北：全華書局。
- [8] 廖財昌編譯 (民80) 雜訊探究與誤動作防止策略。台北：全華書局。
- [9] 林福安、黃南志 (民 79) 微電腦控制實習-冷凍空調。台北：全華書局。
- [10] ASHRAE 1992 ANSI/ASHRAE Standard 55-1992, *Thermal environment conditions for human occupancy*. Atlanta, ASHRAE.