

空調工程與設計

—含供暖與通風

屬於全新改版HVAC系統設計實務的一本書

作為第五版的本書是參照最近ASHRAE標準，提供完整且新穎的供暖、通風與空調之教學資料，書中有最新的負荷估算，室內空氣品質程序以及與臭氧層破壞有關的議題。而且本書藉由大量的例題，很詳細地教導讀者如何將觀念應用到實務上。本書所附之CD-ROM光碟中有五種計算機程式，以幫助讀者計算及模擬。

此第五版的特點如下：

1. 整本書同時採用SI制與英制。
2. 冷房負荷估算法依照新的ASHRAE準則所建議，已修訂成最新的熱平衡法。
3. 增加管路設計單元。
4. 增加地源熱泵系統、鍋爐以及利用低溫外氣的免費供冷系統設計之探討。
5. 增加液體管路系統有關除氣的新資料。
6. CD-ROM光碟中包含有五套新的計算機程式，計有濕空氣性質與空氣品質，負荷估算，管路系統設計，風管系統設計，冷卻盤管模擬等。

 WILEY

ISBN 986-412-027-1



9 789864 120277

McQUISTON
PARKER
SPITLER

空調工程與設計

黃陸
瑞紀
隆文

黃謝
建文
民健
新

編譯

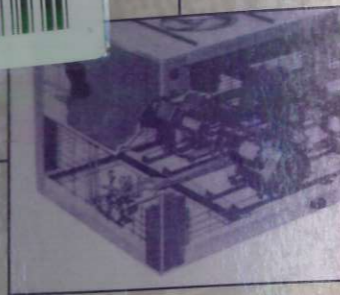
RT
446.73
4445
174631

高立
1079A2

國立勤益技術學院圖書館



174631

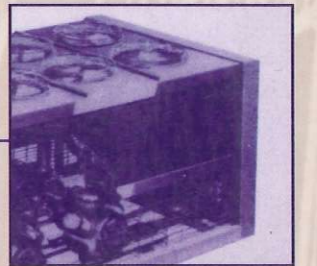


HEATING,
VENTILATING, AND
AIR CONDITIONING

ANALYSIS AND DESIGN


空調工程與設計


—含供暖與通風



原著/
FAYE C. McQUISTON
JERALD D. PARKER
JEFFREY D. SPITLER

編譯/
黃瑞隆 · 陸紀文 · 黃建民 · 謝文健 · 謝建新

 JOHN WILEY & SONS

 高立圖書有限公司

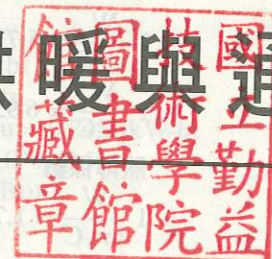
RT
446.73
4445
174631

HEATING,
VENTILATING, AND
AIR CONDITIONING

ANALYSIS AND DESIGN


空調工程與設計

— 含供暖與通風



原著 /
McQUISTON · PARKER · SPITLER

編譯 /
黃瑞隆 · 陸紀文 · 黃建民 · 謝文健 · 謝建新

 JOHN WILEY & SONS

 高立圖書有限公司

換算因數*

長度

$$1 \text{ m} = 3.281 \text{ ft}$$

$$1 \text{ m} = 3.937 \times 10 \text{ in.}$$

面積

$$1 \text{ m}^2 = 1.550 \times 10^3 \text{ in.}^2$$

$$1 \text{ m}^2 = 1.076 \times 10 \text{ ft}^2$$

體積

$$1 \text{ m}^3 = 6.102 \times 10^4 \text{ in.}^3$$

$$1 \text{ m}^3 = 3.532 \times 10 \text{ ft}^3$$

$$1 \text{ m}^3 = 2.642 \times 10^2 \text{ U.S. gallons}$$

質量

$$1 \text{ kg} = 2.205 \text{ lbm}$$

力量

$$1 \text{ N} = 2.248 \times 10^{-1} \text{ lbf}$$

能量

$$1 \text{ J} = 9.478 \times 10^{-4} \text{ Btu}$$

$$= 7.376 \times 10^{-1} \text{ ft-lbf}$$

$$1 \text{ kW-hr} = 3.412 \times 10^3 \text{ Btu}$$

$$= 2.655 \times 10^6 \text{ ft-lbf}$$

功率

$$1 \text{ W} = 3.412 \text{ Btu/hr}$$

$$1 \text{ W} = 1.341 \times 10^{-3} \text{ hp}$$

$$1 \text{ W} = 2.844 \times 10^{-4} \text{ tons of refrigeration}$$

壓力

$$1 \text{ Pa} = 1.450 \times 10^{-4} \text{ lbf/in.}^2$$

$$1 \text{ Pa} = 2.088 \times 10^{-2} \text{ lbf/ft}^2$$

$$1 \text{ Pa} = 9.869 \times 10^{-6} \text{ std atm}$$

$$1 \text{ Pa} = 2.961 \times 10^{-4} \text{ in. mercury}$$

$$1 \text{ Pa} = 4.019 \times 10^{-3} \text{ in. wg}$$

溫度

$$1 \text{ deg R difference} = 1 \text{ deg F difference}$$

$$= 5/9 \text{ deg C difference}$$

$$= 5/9 \text{ deg K difference}$$

$$\text{deg F} = 9/5 (\text{deg C}) + 32$$

速度

$$1 \text{ m/s} = 1.969 \times 10^2 \text{ ft/min}$$

$$1 \text{ m/s} = 3.281 \text{ ft/sec}$$

加速度

$$1 \text{ m/s}^2 = 3.281 \text{ ft/sec}^2$$

密度

$$1 \text{ kg/m}^3 = 6.243 \times 10^{-2} \text{ lbm/ft}^3$$

質量流率

$$1 \text{ kg/s} = 2.205 \text{ lbm/sec}$$

$$1 \text{ kg/s} = 7.937 \times 10^3 \text{ lbm/hr}$$

體積流率

$$1 \text{ m}^3/\text{s} = 2.119 \times 10^3 \text{ ft}^3/\text{min}$$

$$1 \text{ m}^3/\text{s} = 5.585 \times 10^4 \text{ gal/min}$$

熱傳導係數

$$1 \frac{\text{W}}{\text{m}\cdot\text{C}} = 5.778 \times 10^{-1} \frac{\text{Btu}}{\text{hr}\cdot\text{ft}\cdot\text{F}}$$

$$1 \frac{\text{W}}{\text{m}\cdot\text{C}} = 6.934 \frac{\text{Btu}\cdot\text{in}}{\text{hr}\cdot\text{ft}^2\cdot\text{F}}$$

熱傳係數

$$1 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\cdot\text{C}} = 1.761 \times 10^{-1} \frac{\text{Btu}}{\text{hr}\cdot\text{ft}^2\cdot\text{F}}$$

比熱

$$1 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{C}} = 2.389 \times 10^{-4} \frac{\text{Btu}}{\text{lbm}\cdot\text{F}}$$

絕對黏度

$$1 \frac{\text{N}\cdot\text{s}}{\text{m}^2} = 10^3 \text{ centipoise} = 1 \text{ Pa}\cdot\text{s}$$

$$1 \frac{\text{N}\cdot\text{s}}{\text{m}^2} = 6.720 \times 10^{-1} \frac{\text{lbm}}{\text{ft}\cdot\text{sec}}$$

運動黏度

$$1 \text{ m}^2/\text{s} = 1.076 \times 10 \text{ ft}^2/\text{sec}$$

$$1 \text{ m}^2/\text{s} = 10^6 \text{ centistoke}$$

* 所有因數皆已進位成四位有效數字

一些有用的換算因數

長度

$$1 \text{ ft} = 12 \text{ in.}$$

$$1 \text{ yard} = 3 \text{ ft}$$

體積

$$1 \text{ U.S. gallon (liquid)} = 231 \text{ in.}^3 = 0.1337 \text{ ft}^3$$

$$1 \text{ ft}^3 = 7.48 \text{ gallons (U.S., liquid)}$$

$$1 \text{ British gallon} = 1.200094 \text{ U.S. gallon}$$

質量

$$1 \text{ lbm} = 7000 \text{ grains mass}$$

$$1 \text{ slug} = 32.2 \text{ lbm}$$

$$1 \text{ lbm} = 16 \text{ ounces mass}$$

$$1 \text{ ton mass} = 2000 \text{ lbm}$$

力量

$$1 \text{ poundal} = 0.031081 \text{ lbf}$$

$$1 \text{ dyne} = 2.248 \times 10^{-6} \text{ lbf}$$

能量

$$1 \text{ Btu} = 778.28 \text{ ft-lbf}$$

$$1 \text{ kW-hr} = 3412 \text{ Btu}$$

$$1 \text{ hp-hr} = 2545 \text{ Btu} = 0.7457 \text{ kW-hr}$$

$$1 \text{ hp-hr} = 1.98 \times 10^6 \text{ ft-lbf}$$

$$1 \text{ ton-hr} = 12,000 \text{ Btu}$$

功率

$$1 \text{ hp} = 2545 \text{ Btu/hr}$$

$$1 \text{ hp} = 1.98 \times 10^6 \text{ ft-lbf/hr}$$

$$1 \text{ kW} = 3412 \text{ Btu per hour}$$

$$1 \text{ ton} = 12000 \text{ Btu/hr}$$

$$1 \text{ Boiler hp} = 33,475 \text{ Btu/hr}$$

壓力

$$1 \text{ atm} = 14.6959 \text{ lbf/in.}^2$$

$$1 \text{ atm} = 2116 \text{ lbf/ft}^2 \text{ abs}$$

$$1 \text{ inch wg} = 0.0361 \text{ lbf/in.}^2$$

絕對黏度

$$1 \text{ lbm/sec}\cdot\text{ft} = 1490 \text{ centipoises}$$

$$1 \text{ lbm/sec}\cdot\text{ft} = 0.0311 \text{ lbf}\cdot\text{sec}/\text{ft}^2$$

$$1 \text{ lbf}\cdot\text{sec}/\text{ft}^2 = 47,800 \text{ centipoises}$$

原著序

本書是由 Jeffrey 博士負責的，至於其他章節，他亦提出許多修正。本書的內容是根據兩年來的教學，其中不少修正部份是來自於聽取讀者的建議，除了少數有用的資料仍被保留外，全書中的數據和參考資料均已更新。每章後的習題有些也加入的，有些被刪除，有些則予以更新，所有重要概念的習題解法則利用電腦求解。

在第 2 章的空調系統介紹中加入關於機械、地底構合系統、儲冷系統的新資料。在第 3 章的冷房負荷中為了配合最新的負荷計算法則進行徹底的改版修訂，並同時刪除手算法，將逐時、逐日和管路設計的第 10 章則加入除濕的新資料，且加入低壓蒸汽系統設計的新單元。對於例題和說明與討論也作了相當多的修訂，引用自 ASHRAE 手冊的圖表資料也隨版本的更新而作了修訂。

在學校裏個人電腦相當普及，老師也都相當鼓勵學生利用電腦進行系統設計，不過作者認為學生應先了解電腦程式使用的基本原理及其要

原 著 序

自 從本書第四版問世以來，供暖、通風、冷凍與空調的工程技術與學理的精進就從未間斷過，本版就是基於增刪新教材的動機寫成的。即使已出到了第五版，但提供最新資料與方便教學依然是本書的編輯初衷。美國冷凍空調工程師學會的出版品仍然是本書參考資料來源。

在 McQuiston 和 Parker 兩位老朋友的热情邀請下，Jeffery 博士首次參與成為本版的第三位作者。最新的負荷計算法（第 8 章）和能量估算（第 9 章）部份就是由 Jeffery 博士負責的，至於其他章節，他亦提出許多寶貴的建議。

本書主要是為已經修習過熱力學、熱傳學、流體力學和動力學的大學生與研究生所編寫的。雖然本書主要是做為教學用書，但也是工程實務上非常有用的參考用書。本書的內容足夠做為兩學期的教學。

書中不少修正部份是來自於舊版讀者的建議。除了少數有用的舊資料仍舊被保留外，全書中的數據和參考資料都已更新。每章後的習題有些是新加入的、有些被刪除、有些則予以更新，所有重要章節的習題解答則利用電腦求解。

在第 2 章的空調系統介紹中加入關於鍋爐、地底耦合系統、儲冷系統等新資料。在第 8 章的冷房負荷中為了配合最新的負荷計算法則進行徹底的改版修訂，並同時刪除手算法。講述流體、泵浦和管路設計的第 10 章則加入除氣的新資料，且加入低壓蒸汽系統設計的新單元。對於例題的說明與討論也作了相當多的修訂。引用自 ASHRAE 手冊的圖表資料也隨版本的更新而作了修訂。

在學校裏個人電腦相當普及，老師也都相當鼓勵學生利用電腦進行系統設計。不過作者認為學生應先了解電腦程式使用的基本原理及其要

求的輸入參數，隨書附贈的電腦程式都是根據書中提及的基本原理。

在美國單位系統仍無法很快的從英制完全改為 SI 制。無論如何工程師進入業界應該熟悉這兩種系統。故本書採兩種單位系統並行，且稍偏重英制，使用本書的老師可混合教授。

本版能問世，我們非常感謝 ASHRAE 之鼎力支持。而且也要感謝許多公司與相關人員給提供我們很多寶貴的建議、觀念、照片以及批評。最後要感謝 Ronald Delahoussaye 教授協助修改本書所提供的電腦程式，讓學生更易使用。

Faye C. McQuiston

Jerald D. Parker

Jeffrey D. Spitler

本書作者簡介

Faye C. McQuiston 是美國奧克拉荷馬州立大學機械與航太工程系的名譽退休教授。他分別於 1958 年和 1959 年取得奧克拉荷馬州立大學機械工程系的學士與碩士學位，而於 1970 年取普渡大學機械工程之博士學位，McQuiston 博士於工業界工作三年後於 1962 加入奧克拉荷馬州委員會。他於 1967 年到 1969 年間曾擔任美國國家科學委員會委員。他是美國冷凍空調工程師學會中一位很活躍的委員，最近他的副會長職位剛屆滿。他曾經是理事，和技術、教育委員以及出版諮詢委員。過去擔任過研究與技術、教育和標準委員會等委員。他於 1979 年榮獲最佳論文獎。於 1981 年榮獲第 VIII 區 E. K. Campbell 獎。同年獲選為榮譽會員。McQuiston 是一位具有專業證照的工程師，而且擔任數家系統設計與設備製造廠的技術顧問，他的研究領域集中在供暖與空調系統設計上，尤其是在熱交換器設計、模擬與負荷計算等方面。他在供暖與空調方面有相當多的著作，並與他人合寫過基礎流體力學與熱傳學方面的教科書。

Jerald D. Parker 於美國奧克拉荷馬州立大學機械系服務 33 年後獲得奧克拉荷馬基督教大學名譽退休教授。他分別於 1955 年和 1958 年取得奧克拉荷馬州立大學機械工程系學士與碩士，而於 1961 年取得普渡大學機械工程博士學位。他曾任職德拉瓦州杜邦工程部門一年。他曾經是美國機械工程師學會區域性和國際性的委員。而於美國冷凍空調工程師學會方面，他曾擔任過流力與熱傳技術委員會的主席、標準計劃委員會主席，以及推廣教育委員會委員。他亦為領有證照的專業工程師。他亦與他人合寫過基礎流體力學與熱傳學的教科書，曾經為手冊、技術期刊、雜誌寫過文章。他的研究領域為地底耦合熱泵，瀝青太陽能儲熱系統、冰水

儲存及分佈系統。他曾擔任與供暖、供冷和製程系統的性能和安全有關的工程顧問。

Jeffrey D. Spitler 是奧克拉荷馬州立大學機械與航太工程系的教授。他分別於 1983, 1984, 1990 年取得伊諾諾大學機械系的學士、碩士與博士學位。他於 1990 年獲聘為奧克拉荷馬大學的教師。他是美國冷凍空調工程師學會的委員。亦為數個技術委員會、一個標準委員會和活動委員付出相當貢獻。他曾擔任過國際建築物特性模擬學會理事，他是一位領有證照的專業工程師，曾為數個不同計畫擔任諮詢。他的研究領域則為負荷計算、地底土壤熱泵系統與車道加熱系統等。

譯者序

本書的英文版自第一版問世以來，由於其內容充實，資料豐富，一直被作為空調工程相關課程的教科用書。不過也由於此書寫得較為深入，對於初學者或自學者而言是有些難度。正值國內冷凍空調教育由專科全面提升至大學，甚至設立研究所之際，為了引介先進冷凍空調知識及提供教學與自學者之便利盡一點微薄之力，於是在高立圖書公司王宏智經理奔走取得第五版翻譯權後，邀集勤益技術學院的陸紀文博士、謝文健博士和黃建民博士、中國醫藥學院的黃瑞隆博士、以及中華技術學院的謝建新老師等冷凍空調相關教師，由陸紀文博士擔任總協調人，並與黃瑞隆博士擔任總校稿，譯成本書。每位教師所負責的章節為黃瑞隆博士與謝建新老師共同負責系統介紹部分（第 1, 2 章）；陸紀文博士負責基本原理（第 3 章）、室內空氣品質（第 4 章後半段）、熱質傳與熱交換器部分（第 13, 14 章）；黃瑞隆博士負責熱舒適度（第 4 章前半段）、負荷及耗能估算（第 5, 6, 7, 8, 9 章）以及風管設計方法（第 12 章後半段）；黃建民博士負責管路設計、風扇與水泵的選擇部分（第 10 章與第 12 前半段），謝文健博士負責冷凍原理部分（第 15 章）。氣流組織與分佈（第 11 章）則由陸紀文、謝文健與黃建民三位博士共同負責翻譯。

原書英文全名為“*Heating, Ventilating, and Air-Condition-analysis and design*”，中文譯名應為供暖、通風與空氣調節的分析與設計，但為配合國內大學院校課程慣用說法，譯本書名採用“空調工程與設計”。

本書完稿力求完美，若有疏漏錯誤，尚祈讀者及專家先進們不吝來函賜教指正。

陸紀文·黃瑞隆·謝文健·黃建民·謝建新等敬上

符號說明

本

...

符號說明

英文字母

- A 面積, ft^2 或 m^2
- A 無空氣質量下之地表面太陽輻射強度, $\text{Btu}/(\text{hr} - \text{ft}^2)$ 或 W/m^2
- ADPI 空氣分佈性能指標, 無因次
- ASHGF 吸收的太陽輻射熱得
- B 大氣消光因數
- b 轉換函數係數, $\text{Btu}/(\text{hr} - \text{ft}^2 - \text{F})$ 或 $\text{W}/(\text{m}^2 - \text{C})$
- b 旁通因數, 無因次
- C 濃度, lbm/ft^3 或 kg/m^3
- C 單位熱傳導率, $\text{Btu}/(\text{hr} - \text{ft}^2 - \text{F})$ 或 $\text{W}/(\text{m}^2 - \text{C})$
- C 孔口板釋放係數, 無因次
- C 損失係數, 無因次
- C 流體熱容量速率 $\text{Btu}/(\text{hr} - \text{F})$ 或 W/C
- C 餘除因數, 無因次
- C_d 總流動係數
- C_d 通風係數
- C_p 壓力係數, 無因次
- C_v 流動係數, 無因次
- COP 性能係數, 無因次
- c 比熱, $\text{Btu}/(\text{lbm} - \text{F})$ 或 $\text{J}/(\text{kg} - \text{C})$
- c 轉換函數係數, $\text{Btu}/(\text{hr} - \text{ft}^2 - \text{F})$ 或 $\text{W}/(\text{m}^2 - \text{C})$
- cfm 體積流率, ft^3/min
- clo 衣物熱阻, $(\text{ft}^2 - \text{hr} - \text{F})/\text{Btu}$ 或 $(\text{m}^2 - \text{C})/\text{W}$
- D 直徑, ft 或 m
- D 擴散係數
- DD 度日, F-day 或 C-day

db	乾球溫度, F 或 C
DR	日較溫差, F 或 C
<i>d</i>	球徑, ft 或 m
<i>d</i>	太陽赤緯角, 度
<i>d</i>	轉換函數係數, 無因次
<i>E</i>	有效放射率, 無因次
EDT	有效通風溫差 (室內溫度與控制溫度差), C
ET	有效溫度, F 或 C
<i>F</i>	形狀因子, 無因次
<i>F</i>	燃料量, ft ³ 或 m ³
<i>F</i>	輻射交換因數, 無因次
<i>F(s)</i>	濕表面函數, 無因次
<i>f</i>	摩擦因數, 無因次
<i>f_i</i>	完全發展紊流達西摩擦因子, 無因次
FP	迴歸參數, 無因次
<i>G</i>	輻射強度 Btu/(hr-ft ²) 或 W/m ²
<i>G</i>	質量速度 lbm/(ft ² -sec) 或 kg/(m ² -s)
<i>g</i>	當地重力加速度, ft ² /sec ² 或 m/s ²
<i>g</i>	轉換函數係數, Btu/(hr-ft) 或 W/C
<i>g_c</i>	單位常數, 32.17 (lbm-ft)/(lbf-sec ²) 或 1.0 (kg-m)/(N-s ²)
<i>H</i>	燃料熱值, 每單位體積之 Btu 或 J
<i>H</i>	水頭, ft 或 m
<i>H</i>	熱傳導轉換函數的過去項, Btu/(hr-ft ²) 或 W/m ²
<i>h</i>	高度或長度, ft 或 m
<i>h</i>	熱傳係數, Btu/(hr-ft ² -F) 或 W/(m ² -C) (也用於表示下標 <i>m, d, i</i> 之質傳係數)
<i>h</i>	小時角, 度
hp	馬力
<i>i</i>	焓, Btu/lbm, 或 J/kg
<i>J</i>	熱功當量, 778.28 (ft-lbf)/Btu
<i>JP</i>	迴歸參數, 無因次
<i>J(s)</i>	濕表面函數, 無因次
<i>J_i(s)</i>	濕表面函數, 無因次
<i>j</i>	庫爾本 <i>j</i> 因素 (Colburn <i>j</i> -factor), 無因次
<i>K</i>	顏色修正因數, 無因次
<i>K</i>	阻力係數, 無因次
<i>K_t</i>	單位長度熱傳導率, Btu/(ft-hr-F) 或 W/(m-C)

<i>k</i>	熱傳導係數, (Btu-ft)/(ft ² -hr-F), (Btu-in.)/(ft ² -hr-F) 或 (W-m)/(m ² -C)
<i>k</i>	等熵指數, <i>c_p/c_v</i> , 無因次
<i>L</i>	鰭片尺寸, ft 或 m
<i>L</i>	總長, ft 或 m
<i>Le</i>	路易士數 (Lewis Number), <i>Sc/Pr</i> , 無因次
LMTD	對數平均溫差, F 或 C
<i>l</i>	緯度, 度
<i>l</i>	水頭損失, ft 或 m
<i>M</i>	分子量, lbm/(lbmole) 或 kg/(kgmole)
<i>M</i>	鰭片尺寸, ft 或 m
MRT	平均輻射溫度, F 或 C
<i>m</i>	質量, lbm 或 kg
<i>m</i>	質量流率或質傳速率, lbm/sec 或 kg/s
<i>N</i>	小時數或其他整數
<i>N</i>	吸收的太陽輻射熱得向兩側傳的比例
<i>Nu</i>	紐賽數 (Nusselt Number), <i>hx/k</i> , 無因次
NC	噪音標準, 無因次
NTU	傳遞單位數 (number of transfer unit), 無因次
<i>P</i>	壓力, lbf/ft ² 或 psia 或 N/m ² 或 Pa
<i>P</i>	熱交換器參數, 無因次
<i>P</i>	周長, ft 或 m
<i>Pr</i>	普郎特數 (Prandtl Number), <i>μC_p/k</i> , 無因次
<i>PD</i>	活塞位移容積率, ft ³ /min 或 m ³ /s
<i>p</i>	分壓, lbf/ft ² 或 psia 或 Pa
<i>p</i>	轉換函數係數, 無因次
<i>Q̇</i>	體積流率, ft ³ /sec 或 m ³ /s
<i>q</i>	單位質量熱傳量, Btu/lbm 或 J/kg
<i>q''</i>	熱通量, Btu/(hr-ft ²) 或 W/m ²
<i>q̇</i>	熱傳速率, Btu/hr 或 W
<i>R</i>	氣體常數, (ft-lbf)/(lbm-R) 或 J/(kg-K)
<i>R</i>	單位熱阻, (ft ² -hr-F)/Btu 或 (m ² -K)/W
<i>R</i>	熱交換器參數, 無因次
<i>R</i>	鰭片半徑, ft 或 m
<i>R'</i>	熱阻, (hr-F)/Btu 或 C/W
<i>R̄</i>	氣體常數, (ft-lbf)/(lbmole-R) 或 J/(kgmole-K)
<i>Re</i>	雷諾數 (Reynolds Number), <i>ρV̄D/μ</i> , 無因次

R_f	單位結垢熱阻, (hr-ft ² -F)/Btu 或 (m ² -C)/W
r	半徑, ft 或 m
rpm	每分鐘轉速
S	鰭片間隔, ft 或 m
S	設備特性, Btu/(hr-F) 或 W/C
Sc	史密特數 (Schmidt Number), ν/D , 無因次
Sh	雪伍德數 (Sherwood Number), $h_m x/D$, 無因次
SC	遮蔽係數, 無因次
SCL	陽光負荷, Btu/(hr-ft ²) 或 W/m ²
SHF	顯熱因數, 無因次
SHGF	陽光熱得因數, Btu/(hr-ft ²) 或 W/m ²
s	熵, Btu/(lbm-R) 或 J/(kg-K)
T	絕對溫度, R 或 K
TSCL	陽光總負荷, Btu/ft ² 或 W-hr/m ²
TSHGF	陽光透射熱得因數
t	溫度, F 或 C
t^*	熱力濕球溫度, F 或 C
U	總熱傳係數
u	x 方向速度, ft/sec 或 m/s
V	體積, ft ³ 或 m ³
\bar{V}	速度, ft/sec 或 m/s
ν	比容, ft ³ /lbm 或 m ³ /kg
ν	轉換函數係數, 無因次
ν	y 方向速度, ft/sec 或 m/s
W	濕度比, lbmv/lbma 或 kgv/kga
W	設備特性, Btu/hr 或 W
\dot{W}	功率, Btu/hr 或 W
WBGT	綜合溫度熱指數, F 或 C
w	表面潮濕性, 無因次
w	功, Btu 或 ft-lbf 或 J
w	轉換函數係數, 無因次
X	無因次化輸入參數, 無因次
X	日較溫差
X	傳導轉換函數係數, Btu/(hr-ft ² -F) 或 W/(m ² -K)
x	莫耳分率
x	乾度, lbmv/lbm 或 kgv/kg
x,y,z	長度, ft 或 m

Y	正常化容量, 無因次
Y	傳導轉換函數係數, Btu/(hr-ft ² -F) 或 W/(m ² -K)
Z	傳導轉換函數係數, Btu/(hr-ft ² -F) 或 W/(m ² -K)

下 標

a	橫向尺寸
a	空氣
a	平均
a	閣樓
as	絕熱飽和
as	標示乾空氣變成飽和濕空氣
avg	平均
B	大氣壓
b	分歧點
b	縱向尺寸
b	基底
c	冷卻或盤管
c	對流
c	天花板
c	截面或最小自由面
c	冷的
c	冷凝器
c	卡諾
c	集熱器
c	對流
CL	冷房負荷或冷卻負荷
cl	中心線
D	直接
D	直徑
d	露點
d	總熱
d	擴散
d	設計
d	下游
dry	乾表面
e	等價或等數
e	太陽 - 空氣

e	設備
e	蒸發器
f	薄膜
f	摩擦
f	鱗片
f	虛擬表面
fg	標示飽和液變成飽和蒸汽
fl	螢光燈
fl	地板
fr	前向或前視
g	標示飽和蒸汽
g	地球
g	地面
H	水平
HD	在水平面上，每日的
h	熱
h	水力
h	水頭
h	熱傳
h	熱
i	j 因素或總熱傳
i	內部或向內
i	瞬時
in	內部
is	內表面
j	外表面數
l	潛熱
l	液態
m	平均
m	質傳
m	機械，機構
ND	法向
n	整數
o	室外、外側
o	總量或停滯
o	起始條件
oh	潮濕操作
os	外表面

out	外部
P	壓力
p	定壓
p	泵浦
R	反射
R	冷凍
r	輻射
r	室內空氣
s	煙囪效應
s	顯熱
s	飽和水蒸汽或飽和空氣
s	送風
s	軸
s	靜壓
s	表面
sc	太陽常數
s-g	表面對地面
sh	遮蔽
s-sky	表面對天空
SL	陽光
sl	陽光
t	溫度
t	總量
t	接觸
t	管子
u	未加熱
u	上游
V	垂直
v	蒸汽
v	通風
v	速度
w	風
w	牆
w	液態水
wet	濕表面
x	長度
x	排除
1,2,3	物質在控制體積邊界上的狀態

1,2,3 混合物中的某一組成份
 ∞ 遠離固體表面的流體狀態

希臘字

α	由水平面量起之傾斜角
α	吸收係數或吸收率，無因次
α	某特定體積下的總熱傳面積
α	熱擴散係數， ft^2/sec 或 m^2/s
β	鰭片參數，無因次
β	高度角，度
γ	牆壁陽光方位角，度
Δ	數量或性質變化
δ	邊界層厚度， ft 或 m
ϵ	熱交換效率，無因次
ϵ	放射率，無因次
η	效率，無因次
θ	入射角，度
θ	時間， sec
θ	當地時間
μ	飽和度
μ	動力黏度， $\text{lbm}/(\text{ft} \cdot \text{sec})$ 或 $(\text{N} \cdot \text{s})/\text{m}^2$
ν	運動黏度， ft^2/sec 或 m^2/s
ρ	密度， lbm/ft^3 或 kg/m^3
ρ	反射係數或反射率，無因次
Σ	由水平面計起之傾斜角，度
σ	史提芬 - 波茲曼常數， $\text{Btu}/(\text{hr} \cdot \text{ft}^2 \cdot \text{R}^4)$ 或 $\text{J}/(\text{s} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$
σ	自由流垂直通過面與前視面積之比，無因次
τ	透射係數或透射率，無因次
ϕ	鰭片參數，無因次
ϕ	太陽方位角，度
ϕ	相對濕度，百分比或比率
Φ	熱傳轉換函數之通量係數，無因次
ψ	牆壁方位角，度
Ψ	鰭片參數，無因次
Ψ	天頂角，度

附表說明*

- Chart 1a ASHRAE 濕空氣線圖 No.1，(英制)(ASHRAE 同意翻印)
- Chart 1b ASHRAE 濕空氣線圖 No.1，(SI 制)(ASHRAE 同意翻印)
- Chart 1Ha ASHRAE 濕空氣線圖 No.4，(英制)(ASHRAE 同意翻印)
- Chart 1Hb ASHRAE 濕空氣線圖 No.6，(SI 制)(ASHRAE 同意翻印)
- Chart 2 氨-水溶液之焓-濃度曲線圖 (引用 "G.G.Brown.1951 年著由 John Wiley & Sons 公司出版之 Unit Operation")
- Chart 3 R-134a 冷媒之壓-焓圖 (獲授權翻印)
- Chart 4 R-22 冷媒之壓-焓圖 (獲授權翻印)
- Chart 5 溴化鋰-水溶液之焓-濃度曲線圖 (位於伊利諾州芝加哥市的氣體學會授權翻印)

* 本書所有圖表摺疊後裝於封底內側之小袋內，讀者請自行取用。

附錄表

α	由水平面量起之傾斜角	Chart 1a	ASHRAE 濕空氣焓圖 No. 1 (英制)(ASHRAE 同意圖印)
ω	吸收係數或吸收率，無因次	Chart 1b	ASHRAE 濕空氣焓圖 No. 2 (英制)(ASHRAE 同意圖印)
ω	於特定體積下的總熱傳面積	Chart 1ha	ASHRAE 濕空氣焓圖 No. 3 (英制)(ASHRAE 同意圖印)
ω	熱擴散係數， m^2/s 或 ft^2/s	Chart 1hb	ASHRAE 濕空氣焓圖 No. 4 (英制)(ASHRAE 同意圖印)
β	翅片參數，無因次	Chart 2	愛-水塔之塔-高度曲線圖 (引自 G.D. Brown 1951 年著)
		Chart 3	由 John Wiley & Sons 公司出版之 "Unit Operation"
		Chart 3	R-134a 冷媒之塔-高度曲線圖 (教授權圖印)
		Chart 4	R-22 冷媒之塔-高度曲線圖 (教授權圖印)
		Chart 5	愛-水塔之塔-高度曲線圖 (引自伊利諾州芝加哥市的
μ	動力黏度， $\text{lbm}/\text{ft}\cdot\text{s}$ 或 $\text{N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$		
ν	運動黏度， ft^2/s 或 m^2/s		
ρ	密度， lbm/ft^3 或 kg/m^3		
ρ_c	反射係數或反射率，無因次		
θ	由水平面計起之傾斜角，度		
σ	史提芬-波茲曼常數， $\text{Btu}/(\text{hr}\cdot\text{ft}^2\cdot\text{R}^4)$ 或 $\text{W}/(\text{s}\cdot\text{m}^2\cdot\text{K}^4)$		
τ	自由流垂直通過面與前視面積之比，無因次		
τ_c	透射係數或透射率，無因次		
θ	翅片參數，無因次		
ϕ	太陽方位角，度		
ϕ	相對濕度，百分比或比率		
ρ	熱傳導係數或熱傳導係數，無因次		
ψ	牆壁方位角，度		
γ	翅片參數，無因次		
ω	天頂角，度		

目錄

第 1 章 導論		1
1.1	歷史沿革	2
1.2	單位與基本量	3
1.3	基本概念	4
	參考文獻	9
	習題	9
第 2 章 空調系統		11
2.1	完整的系統	12
2.2	空氣調節與分配系統	13
2.3	中央機械設備	14
2.4	全空氣系統	30
2.5	空氣—水系統	38
2.6	全水式系統	41
2.7	單機型空調機	42
2.8	熱泵系統	45
2.9	熱回收系統	48
2.10	儲冷系統	49
2.11	結語	50
	參考文獻	51
	習題	52

第3章 濕空氣性質與各種空調處理過程

55

3.1 濕空氣與標準大氣	56
3.2 基本參數	57
3.3 絕熱飽和過程	61
3.4 濕球溫度與濕空氣線圖	63
3.5 各種濕空氣過程	65
3.6 室內空氣調節 — 設計條件	75
3.7 偏離設計點之空調	86
參考文獻	91
習題	91

第4章 舒適與健康 — 室內環境品質

99

4.1 舒適 — 生理上需考量的事	100
4.2 環境舒適指標	102
4.3 舒適的條件	107
4.4 室內空氣品質所關注的基本事項	110
4.5 常見的污染物	111
4.6 控制污染物的方法	113
參考文獻	134
習題	135

第5章 建築構組件內的熱傳遞

141

5.1 基本熱傳模式	141
5.2 列表顯示的總熱傳係數	161
5.3 濕度傳遞	174
參考文獻	175
習題	176

第6章 太陽輻射

181

6.1 熱輻射	181
6.2 地球繞太陽的運行	184
6.3 時間	185
6.4 太陽角度	187
6.5 太陽輻射	191
6.6 透過開窗的熱獲得	199
6.7 能源計算	210
參考文獻	212
習題	213

第7章 暖房負荷

217

7.1 外氣設計條件	217
7.2 室內設計條件	218
7.3 傳導熱損失	220
7.4 間隙風	221
7.5 風管的熱損失	235
7.6 附屬熱源	237
7.7 間歇供暖的建築物	237
7.8 供暖空間的送風量	237
7.9 房間供暖的介質	238
參考文獻	240
習題	240

第 8 章 冷房負荷 245

8.1 熱得、冷房負荷、熱排除率	245
8.2 設計條件	248
8.3 熱平衡法的概述	249
8.4 暫態熱傳導	251
8.5 外表面的熱平衡 — 不透明表面	257
8.6 窗戶 — 透射的太陽輻射熱	262
8.7 內部熱得	265
8.8 內表面的熱平衡 — 不透明表面	271
8.9 表面熱平衡 — 透明表面	278
8.10 室內空氣熱平衡	283
8.11 熱平衡法的執行	290
8.12 輻射時間序列法	290
8.13 冷房負荷計算程序的應用	309
8.14 送風量	311
參考文獻	311
習題	313

第 9 章 能源估算 319

9.1 度日法的計算步驟	319
9.2 頻度法	322
9.3 綜合的模擬方法	328
參考文獻	334
習題	336

第 10 章 流動、泵及管路設計 337

10.1 流體流動的基本知識	337
10.2 離心泵	351
10.3 綜合系統與泵之特性	355
10.4 管路系統設計	359
10.5 液流系統的控制	374
10.6 大型系統之設計	376
10.7 蒸氣加熱系統	384
參考文獻	399
習題	399

第 11 章 空間空氣擴散 407

11.1 噴嘴的特性	407
11.2 空調氣分佈系統之設計	418
參考文獻	439
習題	439

第 12 章 風扇及建築物內空氣分配 443

12.1 風扇	443
12.2 風扇性能	444
12.3 風扇選用	451
12.4 風扇安裝	456
12.5 現場性能測試	464
12.6 風扇及可變風量系統	466
12.7 風管中的空氣流動	468
12.8 接頭中的空氣流動	475

12.9 轉彎導流片及風門	488
12.10 風管設計 — 一般需要考慮的事項	488
12.11 低速風管系統的設計	494
12.12 高速風管的設計	502
參考文獻	510
習題	511

第 13 章 直接接觸熱質傳 521

13.1 合併的熱傳與質傳	521
13.2 噴淋室	524
13.3 冷卻塔	532
參考文獻	542
習題	542

第 14 章 熱交換器 547

14.1 LMTD 法	548
14.2 NTU 法	550
14.3 熱傳 — 單一成份流體	551
14.4 管內輸送係數	558
14.5 管外與緻密表面外的輸送係數	562
14.6 顯熱熱傳之設計程序	571
14.7 同時有熱傳與質傳的情況	582
參考文獻	595
習題	596

第 15 章 冷 凍 601

15.1 冷凍系統的性能	602
15.2 理想單級壓縮循環	603
15.3 冷 媒	606
15.4 冷凍設備元件	612
15.5 實際的單級循環	626
15.6 吸收式冷凍系統	633
15.7 理論吸收式冷凍循環	643
15.8 氨 — 水吸收式系統	645
15.9 溴化鋰 — 水系統	649
參考文獻	652
習題	653

附錄 A 熱物理性質表	656
附錄 B 氣象資料	668
附錄 C 鋼管與銅管數據	676
附錄 D 各種物理量的單位轉換因數	678
英中文索引	680