



空氣調節原理

連錦杰編譯

世外圖書公司發行

許 序

人類自從隨著文明之發達，社會工作效率提高，必須具備一舒適之工作環境。

在自然環境中，夏季酷熱，冬季苦寒，雖有電扇及火爐，使人驅暑、取暖、但這些方法只是點之調節。而忽略了空氣的濕度、清淨度、以及空氣的流通性，仍然影響工作的效率。

因此近年來，各地高樓大廈，逐漸興建，均須有空氣調節系統的裝置、不只是調節溫度的高低、且注意到空氣的清淨度，流動性以及乾濕球溫度的配合。

本書經本系連錦杰先生之編譯，文句清晰、流暢，對空調相關的名詞、有一系統及統一性，乃為研究空氣調節人員，不可或缺之書。亦為目前空氣調節的乙本最完整的教科書。特為誌之。

許振聲

譯者序

本書係譯自 V. PAUL LANG 所著。Principles of air Conditioning 乙書翻譯而成。其特點為有關術語的演變闡述詳盡，尤其對於空氣線圖的說明及冷房負荷的計算，都以實例解釋，適合於大專工職同學，業餘進修人員之研讀，及一般空調機工作者參考之用。

在翻譯期間承賀天健先生，劉熾先生，李迪龍先生，幾位老師之大力協助以及師大工教系同學洪龍雲、黃逸裕、鄭宏英、賴日生等四位同學之協助整理，編排、使得本書早日出版，在此深表謝忱！

唯因各方需求甚亟，匆促付梓、遺誤之處，在所難免，敬祈空調先進，予以賜正。

連錦杰

目 錄

許 序

譯 者 序

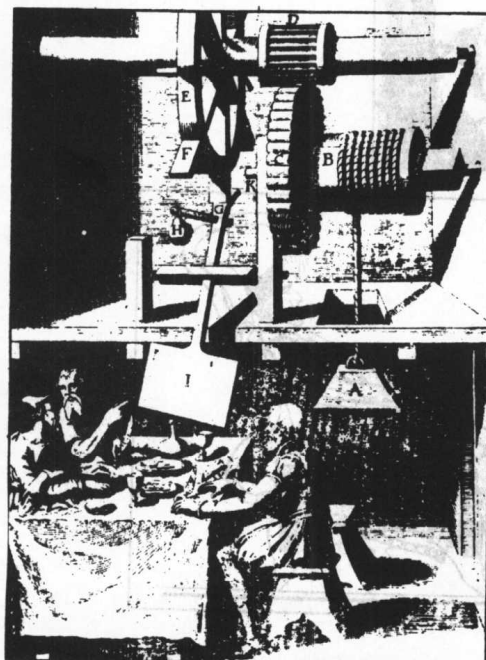
第一章	空調介紹	1
第二章	人體舒適度	4
第三章	空氣循環	12
第四章	冷凍循環	20
第五章	空氣線圖與其特性	30
第六章	空氣線圖的應用	48
第七章	空氣線圖的使用步驟	57
第八章	研究空氣的方法	79
第九章	熱源	90
第十章	冷熱負荷的計算	106
第十一章	空氣調節負荷的計算	121
第十二章	空氣之分配——風管	162
第十三章	空氣之分配——風口	182
第十四章	風管的設計	198
第十五章	住宅空氣調節	220
第十六章	商用空調器負載估計與風管設計	254
第十七章	空調設備	268
第十八章	安裝住宅與小型商用設備	286
第十九章	安裝水冷式單體型機器	292

第二十章	安裝氣冷式單體型機器	300
第二十一章	冷却水塔與水的處理	315
第二十二章	空氣調節控制	325
第二十三章	空氣調解系統的平衡	357
附	錄	365
I	U因子表	366
II	機器維護分析	370
III	電機維護分析	372
IV	商用空調估計表	373
V	空氣綫圖	380

第一章 空調介紹

早期應用：

在公元 1500 年，廖德文思給他的太太造了一個驅水扇來調節室溫，改善溫度，廖德文思可能是第一個在封閉室內利用自動裝置來控制通風的人，在很久以前，其他的設計就算印度的「扇子」了，這個扇子縛在天花板上，並縛上一個繩子，用手拉它，使葉片轉動，產生風，以後才有機械來代替。



扇葉、輪子、齒輪等的組合

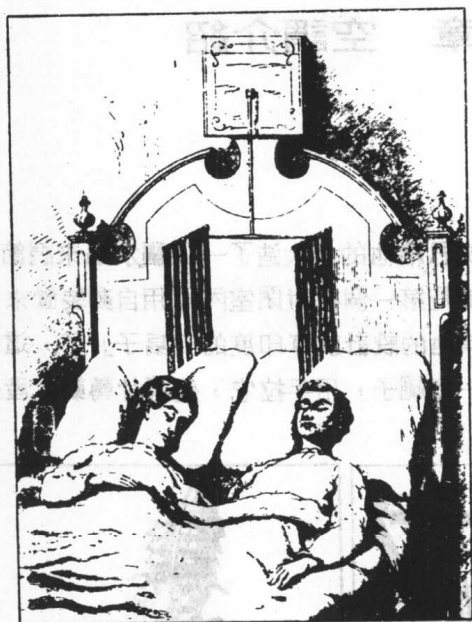
圖 1-1



手臂和腿部的運動操作一連串的鏞片

圖 1-2

2 空氣調節原理



利用時鐘的機構
移動扇葉裝置圖

圖 1-3

搖擺的動作操作風箱

圖 1-4

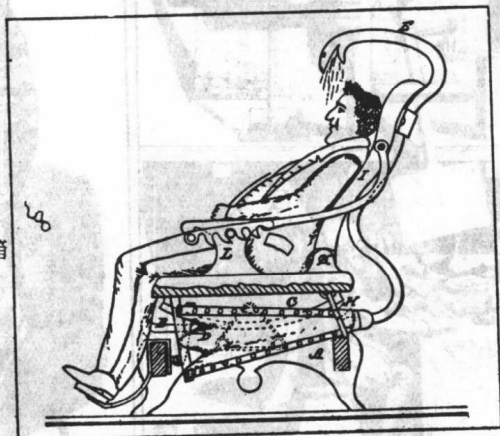


圖 1-1 至 1-4 所示，為最早的自動通風，你也許感到古怪，但在當時，他們已想改善如何控制他們四周溫度，可說已非常進步的了。

今天的應用

在 1922 年前，有很多利用空氣調整而產生的製品，如：糖、橡皮、乾酪、火柴等等，同時在 1922 年中，第一部舒適的機械問世了，首先裝在戲院裏的中央，他的型式是噴霧式，風的來源是由地下風管吹來的，因此在那段時間裏，大如摩天樓，小至茅屋都流行着裝空調裝備，如三分之一以上的旅館，百分之五十的商店，辦公室，手術房，產房，幾乎有六佰萬家用空調設備。

空調定義

面對以上種種的事實，有無數的人在享受空調設備，然而他們對空調觀念可說是少的可憐，因此空調需要有定義來加說明。

空調定義為處理熱、冷、清新和循環的空氣，以及濕度的控制，空調器可變換封閉室內的空氣，而現代人消耗大部份的生命在封閉地區，所以空調器的好處以及對人們的影響是非常、非常重要的。

二十世紀進步的貢獻

空調原理的發現，在廿世紀是非常重要的大事，人們工作效率、工作負荷，遊玩的時間長短以及休息的享受，都需要舒適的空氣溫度，在半世紀前，首部科學空調系統使用在印刷廠房，科學的成就與應用已經很著名了。

1. 軍事中心，庫存飛彈及作戰彈藥是靠適當溫度來保護的，如若沒有空調的設備，它們本身所生的熱，不但能引起故障而且有爆炸的危險。

2. 原子潛艇之所以潛入深海，很久時間才浮出水面，就是靠空調來維持的。

3. 現代的藥品如牛痘苗的保存，是要一定溫度來控制的。

4. 人到太空探險，更需空調設備。

舉凡，新產品的製造、太空的探險等等，空調器佔一主要的角色。

第二章 人體舒適度

人體的正常體溫為華氏98.6度，又稱為「皮下溫度」，是與表皮溫度不同的，我們知道人體溫度情況，才能瞭解空調作用可以保持人體的舒適度了。

人體生熱

所有食物，人吃了以後，就產生熱，這種熱稱為卡（Calories），大卡是表示食物的含熱量，大卡就是每公斤的水，升高攝氏一度所需的熱稱為大卡。當人身體由食物中取得了卡，此卡就轉變為能量，儲存來日再用。所以人不但在動的時候，用此能量，同時身體產生熱量。

人體排熱

一般將人身上的熱量拿走，靠三種方法。

a 對流（Convection）

b 輻射（Radiation）

c 蒸發（Evaporation）

對流：對流排熱的方法是基於兩種不同的現象。

①熱的流動是從熱的面流向冷的面，例：人身體將熱散至空間，必須四



圖 2-1

周溫度低於人身外表溫度才可。

②熱的升高，由人們點燃的香烟即可證明。

溫度的升高與降低的二種現象用來消除人體身上的熱如下：

1. 人體排熱至四周冷空氣。

2. 四周空氣溫度變暖，並且向上移動。

3. 暖空氣向上移動，冷空氣取代原先暖空氣的位置，由此得以完成對流循環。

輻射：輻射的來源是由熱源的熱移動而產生的，（如太陽、火等等），通常稱為熱射線即是，輻射的原理是根據前面所說的，熱會向冷的表面移動，也就是說靠對流作用，但它不用空氣流動來傳熱，也不受空氣溫度的影響，僅受表面溫度的影響。

我們都知道，當我們從蔭涼的地方走到太陽底下，就會受到太陽輻射熱，我們又知道，當我們走到有火的地方，與我們接觸的一面感到熱，另一面則不熱，這就說明從太陽或火中輻射出的熱傳到冷的表面。

蒸發：蒸發是濕氣



圖 2-2

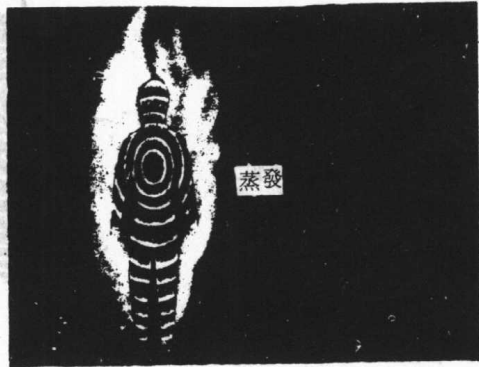


圖 2-3

6 空氣調節原理

的揮發，如濕氣從熱面揮發，移去熱量，剩下冷卻的表面。同樣的人的表皮水份如汗珠，吸收表皮溫度而蒸發，使溫度下降。

人身體的汗珠，人身體產生的熱量均可由對流、輻射、蒸發三種來處理的。



5

圖 2-4

影響體熱的條件

溫度：(Temperature) 冷空氣的對流率比熱空氣的對流率高。

冷空氣降低四周表面的溫度，增加輻射率；熱空氣升高四周表面溫度，降低輻射率。

冷空氣的蒸發率比熱空氣大，當然蒸發又看空氣中的含水份以及空氣流通的情形而決定。

濕度 (Humidity)：測量空氣中所含的水份稱為濕度。例：百分之五十的相對濕度就是空氣中含一半水份，測量濕度有一明白的單位，稱為「水蒸汽的一個喱 (grain) 。

1 立方呎的空間

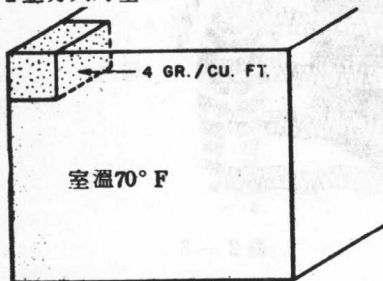


圖 2-5(a) 相對濕度 50%

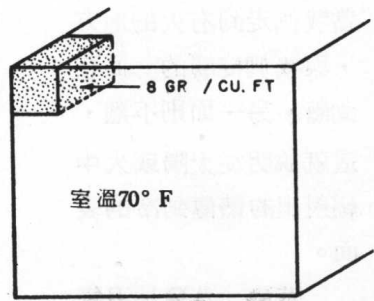


圖 2-5(b) 相對濕度 100%

一噸是一個非常小的單位，一杯水中有 2800 噸，一磅水有 7000 噸。

下面說明實際用法：設室內溫度 70°F，每立方呎的空間含水量是 4 噸，若室內仍保持 70°F，空氣含水量再增加，總可達到一點，室內不再吸收水份，也就是說室內無法再增加水份，在此一點稱為飽和點，假如在 70°F，相對濕度為 100%，空氣含水量為每立方呎 8 噸的話。原來室內在 70°F 時，僅含 4 噸，相對濕度應為 50% 其求法為 $4 \text{ 噸} \div 8 \text{ 噸} = 0.50$ 或 50%。

相對濕度就是在室內空氣中每立方呎所含多少噸的水份的程度，在一定溫度下，空氣中每立方呎含水份最大的量稱為飽和。

溫度變了，相對濕度亦隨着改變，例：前以 70°F，飽和 8 噸為準，現溫度在 80°F，每立方呎可以含到最大水份為 11 噸，若在同一溫度 80°F 下，空氣所含水份為 4 噸，那麼相對濕度為幾？

$$4 \text{ 噸} \div 11 \text{ 噸} = 0.37 \text{ 或 } 37\%$$

在 80°F 每立方呎含空氣水份 4 噸，也就相當於在 70°F 的空氣水份含 3 噸，其相對濕度仍為：

$$3 \text{ 噸} \div 8 \text{ 噸} = 0.37 \text{ 或 } 37\%$$

前例中已明白說明相對濕度的變換意義，歸納來說：

a 減低溫度，增加空氣中含水量就增加相對濕度。

b 升高溫度，減少空氣中含水量就減少相對濕度。

相對濕度低，人體的熱量就會蒸發，因為濕度低，就表示乾的意思，乾就會吸收水份，而相對濕度高的作用就相反了，人體的舒適範圍是在 72°F 至 80°F，相對濕度是在 45% 到 50% 之間。

空氣流動 (Air Movement)：能夠使身體散熱的另一因素，就是在身體四周空氣的流動量，當空氣流動增加，有幾種情形產生如下述：

a 空氣中的水份遇到身體熱，吸熱蒸發，速度是很快的。

b 在人體表皮四周的熱空氣，產生對流的速度愈快。

8 空氣調節原理

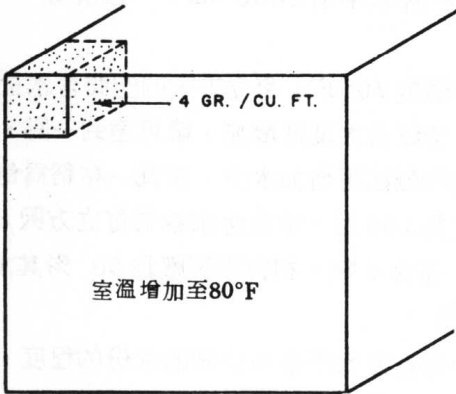


圖 2-6 (a) 相對濕度37%

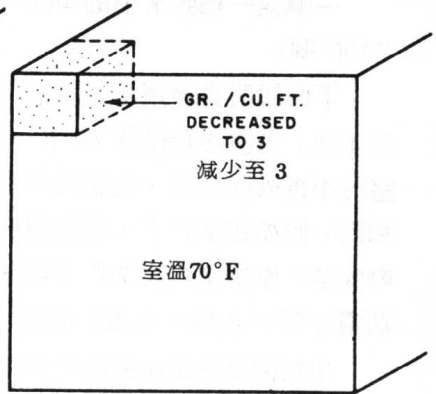


圖 2-6 (b) 相對濕度37%



圖 2-7 影響人體舒適的條件

c 從人體輻射出來的熱量，以最快的輻射率散發在四面八方，空氣流動情形減少，蒸發、對流、輻射亦相對減少。

摘要

1. 人體正常體溫為 98.6°F 。
2. 人由食物中取得熱，然後轉變為能，以供人體工作。
3. 人體常產生不需要的熱。
4. 人們通常排熱有三種方法
a 對流 b 輻射 c 蒸發
5. 對流是基於熱向冷處流的現象，空氣流動的增加，人體表面的對流亦增加。
6. 輻射（又稱射線）的意義，就是熱量，從熱面流到冷的一面
例：太陽射線，熱量流動不受當時溫度的影響的。
7. 蒸發是水份自熱表面蒸發，冷卻該表面，人體表皮水份是不斷的蒸發的，所以
 - a 溫度增加，蒸發減少。
 - b 增加空氣流速，增加蒸發量。
 - c 相對濕度愈高，蒸發愈少。
8. 相對濕度是空氣中實際的含水量，與其最大含水量的比。
9. 「一噸的水蒸汽」是用來測量相對濕度百分比的。
10. 一磅水等於 7000 噸水蒸汽。
11. 人類舒適溫度範圍在 72°F 至 80°F ，而相對濕度範圍是自 45% 至 50%。
12. 人體的舒適是受溫度，相對濕度以及空氣流動的影響。

習題

、是非題：（對○，錯×）

10 空氣調節原理

- () 1. 在通常情況，人體所生的熱等於人體所需要的熱。
- () 2. 熱流的方向，是從冷面流向熱面。
- () 3. 如果體溫比外界溫度低，人體就不會對流散熱。
- () 4. 輻射和對流都靠空氣的流動和空氣熱變化溫度。
- () 5. 蒸發冷卻靠濕氣吸熱變蒸汽。
- () 6. 濕度是測量空氣的流動。
- () 7. 即使四周的空氣溫度高於體溫，人體仍能散熱。
- () 8. 冷的，凝聚的空氣，散佈於室內地面上，是由於重力關係
(無空氣循環)
- () 9. 汗珠的蒸發愈慢，相對溫度愈低。
- () 10. 溫度測量單位是水蒸汽的噸。
- () 11. 一大卡是一磅水每升高攝氏一度所需的熱量。
- () 12. 直接影響人體舒適的三要素為：空氣溫度，相對濕度和空氣流動量。
- () 13. 空氣溫度降低，相對濕度亦隨着降低。
- () 14. 每立方呎空氣的含水量哩增加，相對濕度也增加。
- () 15. 若飽和空氣是 $8 \text{ gr} / \text{Cu. ft. } 78^\circ\text{F}$ 那麼 $2 \text{ gr} / \text{Cu. ft}$ 的相對濕度是 25%。
- () 16. $78^\circ\text{F. } 6 \text{ gr} / \text{Cu. ft}$ 相對濕度為 90%。
- () 17. 百分之百的相對濕度，其意為在一定溫度下，空氣所含的最大濕度。

B、將 A 題，錯的糾正過來

C、選字或句，完成每題全意

1. 人體散熱，冷空氣率(增加，減少，不受影響)。
2. 人體所產生的熱輻射率，暖空氣(增加，減少，不受影響)。
3. 冷空氣(增加，減少，不受影響)人體的蒸發熱。
4. 空氣流量的增加，還是(增加，減少，不影響)，蒸發，對流和輻射。

5. 相對濕度高，會（增加，減少，不影響）蒸發。

D、簡答下列各問題

1. 很多人，關在一封閉室內，空氣的溫度會上升，試說明為何？
2. 說明，高的和低的相對濕度，對人體除熱的影響。
3. 如何求相對濕度？解說「50%的相對濕度」和「飽和」。
4. 指出人體的舒適範圍為何？

第三章 空氣循環

第二章裏告訴我們，怎樣在空氣溫度，相對濕度以及空氣流動的情況下，使我們感覺舒適，可是在一年當中，很少有那麼幾天，空氣溫度，相對濕度和空氣的流量都合乎標準，因此，我們平日怎樣來維持我們的舒適度呢？

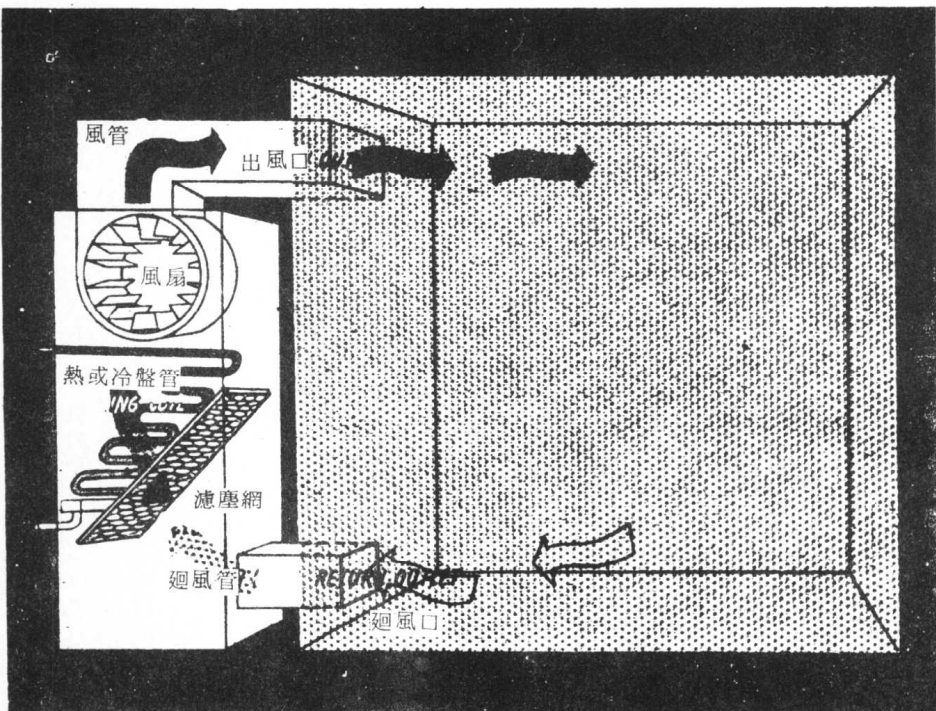


圖 3—1 空氣循環圖