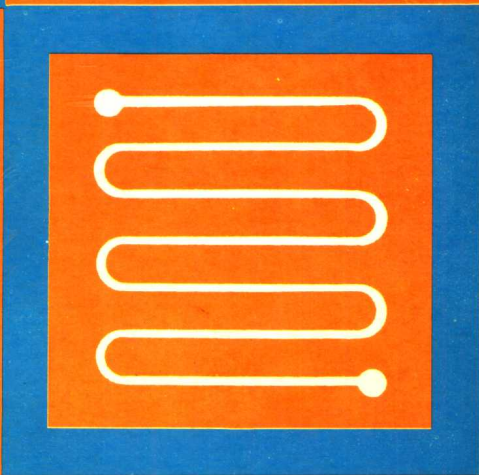
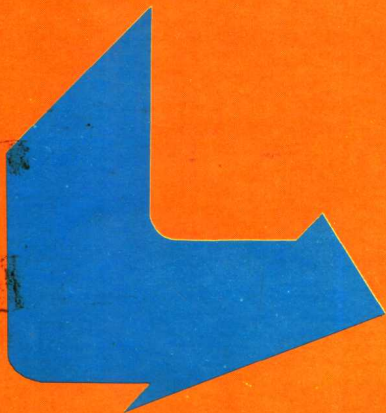


BASIC AIR CONDITIONING

空調原理與維修

啟學科技系列 ⑱ 崔承慰編著



啟學科技系列

- 周賢溪編著
實用自動控制入門.....6.00
- 陳憲雄編著
圖解自動控制一入門篇.....10.00
- 陳憲雄編著
圖解自動控制一實用篇.....10.00
- 陳憲雄編著
工業電氣與自動控制實務.....24.00
- 陳憲雄編著
實用順序控制回路解說.....10.00
- 黃博治編著
自動化・省力化實用圖集.....10.00
- 謝賢仁、簡輝龍編著
電氣接線圖入門.....8.00
- 陳憲雄、謝賢仁編著
產業控制系統接線圖.....18.00
- 陳憲雄編著
電力控制系統接線圖.....18.00
- 周賢溪、施成惠編著
鑽模與夾具實例要覽.....10.00
- 曾金龍編著
Hi-Fi 擴大器.....8.00
- 黃政協編著
錄音機原理.....8.00
- 簡章華、林昆龍編著
音响技術.....16.00
- 黃政協編譯
AM-FM 收音機原理.....15.00
- 陳逢春編著
實用電晶體電路設計.....14.00
- 林昆龍編譯
電晶體迴路設計與分析.....18.00
- 洪添進編譯
電子計算器.....8.00
- 崔承慰編著
空調原理與維修.....14.00
- 陳文華編著
實用揚聲器技術.....10.00
- 簡世源編譯
微型電腦.....20.00

● 啟學科技系列
● 陳憲雄主編
● 香港彌敦道樂德商業大廈808室
● 九龍官塘鴻圖道偉強工業大廈二樓
● 版權所有 請勿翻印

出版者：啟學出版社
承印者：美都印刷公司

PUBLISHED & PRINTED IN HONG KONG

H.K. \$ 14.00

下 冊 目 錄

第一章 基本應用.....	1
1-1 舒適	1
1-2 負載的決定	1
1-3 負載計算	5
第二章 空調器的型式	15
2-1 基本類別	15
2-2 室內空調器	15
2-3 中央系統	26
第三章 空氣分配及導管設計	39
3-1 空氣分配	39
3-2 導管	39
3-3 摘要	50
第四章 冷凍劑管系及配件	51
4-1 管系	51
4-2 配件	51
4-3 硬焊技術	55
第五章 安裝及保養	65
5-1 安裝	65

5-2	抽空及沖洗系統	69
5-3	系統充料	72
5-4	冷凍劑檢漏	75
第六章	故障檢修	81
6-1	選擇適當的試驗儀表	81
6-2	電機符號及配線圖	83
6-3	故障檢修	95
第七章	表及圖表	129
7-1	冷凍劑圖表	129
7-2	設計溫度	133
7-3	溫度線圖	133
7-4	溫度換算表	135
索 引		137

第 一 章

基本應用

1-1 舒適

加熱及空調技術人員和工程師的基本要務，是不論天氣狀況何變化，要提供使人感覺舒適的環境。

在冬季，舒適和升高室內空氣及幅射溫度相關聯，直到環境再是有感覺的效果為止。舒適可以描述為人體感覺不冷也不熱狀況沒有過度的感覺。

在夏季，舒適和降低室內空氣及幅射溫度相關聯。它的完整義是夏季的舒適需要用冷却及／或通風、清潔、淨化、除濕、及循環等方法來使空氣新鮮。這些夏天的操作主要是除熱和減濕度。

1-2 負載的決定

選擇冷却及加熱設備的適當能量，必須以邏輯的方式遵循一定的程度。家庭及工商業用空調設備的加熱及冷却負載是以仟卡位 (Kcal) 來計算。為了選擇方便起見，加熱及冷却設備也以卡能量來額定 (採用英制時使用 Btu 為單位)。

得到 1 仟卡冷却所化的費用要比得到 1 仟卡加熱為多；因此冷却需求要很小心的去計算。所需裝置的大小可計算調節區域熱獲得 (heat gain) 或熱損失 (heat loss) 而得到準確的決定。當作這些計算時，對牆壁、屋頂、天花板構造的型式、直接露於日光的數量，隔熱材料及阻風帶 (weather stripping) 的

型式和數量等，都須列入考慮。

在作熱損失和熱獲得兩方面計算時，由於對流、傳遞通過、或牆壁、門、窗、地板、及天花板四周漏洩的熱損失必須考慮進去。在計算冷的時候，必須考慮從夏天炎熱的太陽所加的熱，以及從用具、通風空氣、人員、以及空調區域內機器本身工作過程中所發出的熱和水分的負載。

1. 隔熱

關於空調及加熱設備，一間隔熱良好的房間祇要化較少的操作費用。附加良好的隔熱，如表 1-1 常常可減低總加熱及冷卻

表 1-1 可用的熱性能數值

建築物的部份	牆的結構型式		
	木 架		磚 造
	牆板是薄板或 磚砌外部		7.62 公分輕量 磚或空心磚
	10 16 公分直柱	5.08 公分直柱	
天花板	$U = 0.135$ $R/19$ $W = 0.16$	$U = 0.108$ $R/24$ $W = 0.129$	$U = 0.108$ $R/24$ $W = 0.129$
隔熱的牆	$U = 0.19$ $R/11$ $W = 0.226$	$U = 0.298$ $R/6$ $W = 0.344$	$U = 0.325$ $R/4$ $W = 0.377$
地板 在通風的匍匐空間之上	$U = 0.19$ $R/13$ $W = 0.226$	$U = 0.135$ $R/19$ $W = 0.16$	$U = 0.135$ $R/19$ $W = 0.16$
地板 在不加熱的地下室之上	$U = 0.244$ $R/9$ $W = 0.28$	$U = 0.19$ $R/13$ $W = 0.226$	$U = 0.19$ $R/13$ $W = 0.226$
坡度上的混凝土板	$R/5$	$R/5$	$R/5$

U 值是以仟卡 小時 / 公尺² 每度溫度差來代表。

W 值是從 U 值計算得到及爲了方便而插進去，以瓦 / 公尺² 每度溫度差。

R / 號數是隔熱體的安裝阻力值，當根據廠商的說明書應用時可以限制那些所表示的部份的 U 值。

負載，因此只要裝較小的空調設備，使安裝及以後的操作費用減少。

2. 傳遞負載

一般所了解的**熱傳遞** (transfer of heat, or heat transmission) 是通過曝曬在與空調區域不同溫度下的牆壁，天花板、地板、以及玻璃面積而發生。從外部到內部或相反的熱傳遞量是由下列兩點來決定：

- (1)、所保持的溫度差。
- (2)、建築物的構造。

每種建築材料和結構的型式有一**熱流** (heat flow, 或 U 因數) 或 **熱流的比速率** (specific rate of heat flow)，由密度、型式、厚度、組成等而定。這些熱流因數可在有關的冷凍、加熱、及空調書籍及資料冊中查到。

傳遞負載 (transmission load) 是熱從較熱的區域或表面流動到較冷的區域或表面的結果。在夏季室外溫度高達 35° 至 37° C, 所以熱從室外流向室內。在冬季，熱從室內通過牆壁、地板、天花板等而流向室外，正好相反。

3. 太陽影響

計算夏季冷卻負載中，另一個要考慮的熱的主要來源是太陽對牆壁、屋頂、門、窗等的影響，如圖 1-1 所示。當這些表面連續曝曬在陽光下，就會吸收很多的幅射熱而變成比四周大氣還要熱。這種夏季太陽負載要加在前面所提到的正常負載上；通常太陽對牆壁的影響能使牆壁的溫度增高 5 至 20° C。白色或淺色的牆壁要反射一些太陽熱，因此溫度的升高沒有黑色或深色牆壁那樣高。

陽光直接照射在屋頂上，經由天花板傳遞使溫度增加 16 至 32° C。由於**淨牆壁面積** (net wall area, 即受太陽影響的面積) 通常比天花板面積要少，因此牆壁的溫度較低而使牆壁所引起的冷卻負載比天花板要低。

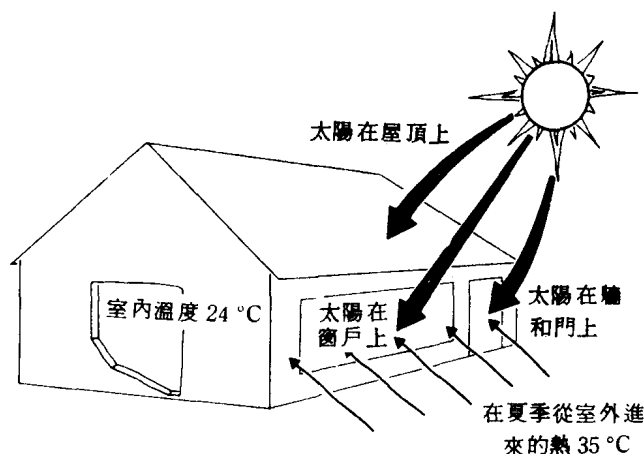


圖 1-1 太陽從各方進入建築物

如果沒有適當遮蔽的話，玻璃也是熱傳遞的主要來源，而必須列入熱量計算中。陽光通過玻璃熱體進入室內的方式如同牆壁和屋頂一樣。

當作最後計算時，使用內部尺寸作為全部房屋的寬度和長度，及用來算出曝曬的牆壁、天花板和地板的面積。通常這些是以 15 公分最接近。天花板的厚度是實際房間內部天花板的厚度，是以 7 公分為最接近。

因為門窗呈現出很大的加熱和冷卻負載百分比，所以必須很準確的測量。這些門窗的量度包括框架在內是以 7 公分最接近。

4. 建築物的方向

建築物的方向，如圖 1-2 所示，也需考慮在內。方向對夏季的冷卻負載和冬季的加熱負載兩者均有影響；夏季是由於太陽的影響，冬季是由於曝曬的牆面積擋住了冬天的風。大多數情況，太陽在所有時間內都照在屋頂上；不過，通常某一段時間內，太陽只照在建築物的一個整面。當夏季季空調計算時，對產生每小時最大熱量冷卻負載的一面牆壁所受的太陽影響必須包括在內。

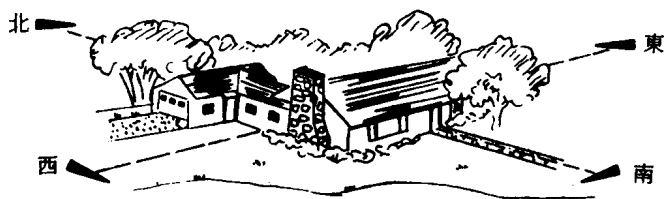


圖 1-2 建築物的方位對冷却負載計算很重要

5. 照明、人員、及用具

照明負載在許多住宅中，只佔全部負載的一小部份，通常因為它們在**尖峯冷却負載** (peak cooling load) 中不存在，所以不計算在內。不過在工商建築中，照明表示冷却負載的重要部份；消耗 1 瓦電能所產生的光要發出 0.86 仟卡的熱量。

人員也產生熱而加於全部冷却負載。這種熱有顯熱和潛熱兩種形式，並且是考慮冷却需求的重要因素。每一個人所發出的顯熱和潛熱量，是以他所從事的活動而定。一個坐着休息的人所發出的全部熱約為 100 仟卡/小時。一個在工作的人員（如燒飯做菜），發出的熱約為 150 至 200 仟卡/小時。

調節區域內的用具也能產生熱；這種熱也可以分為顯熱或潛熱，是由用具的型式而定。用具的熱負載表如表 1-2 所示，一些較普通的用具熱負載都可在表中查出。

1-3 負載計算

住宅用空調系統的冷却負載，主要是熱流動通過結構的各部份，以及空氣漏洩或通風所加的負載。至於內部負載，特別是由人員和照明所加的，若與商用裝置相比要小得多了。

許多住宅以單獨的分區來冷却，決不因為一天中不同時間的負載變化，再從一個區域到另一個區域再分配冷却裝置能量。由於負載主要是受住宅外面情況的影響，每季中只有幾天是設計日

（ design days ， 即 最大熱負載日 ）；那就是說，在冷卻季的大部份時間當中，只有部份負載情況存在。所以，設備要量其大小而使人舒適不可過度濫用設備。選擇比估計能量大的設備也會發生問題。如能量太大，空調器就不能充分運轉作適當的除濕，使人感覺冷而潮濕。不過，設備額定低於估計能量10%是可以接受的；通常這使人得到適當的冷卻和除濕。

表 1 - 2 用具的熱負載

用 具 的 型 式	*放至調節空間的熱	
	顯 熱	潛 熱
	(仟卡每小時能量)	
電器		
電冰箱	50	—
電視機	115	—
乾衣機	2250	250
咖啡壺	275	200
乾髮吹風機，1580 瓦	575	100
電動機——每匹馬力所用	875	—
15 公分，電爐（烹飪用）	750	275
20 公分，電爐（烹飪用）	1250	450
烤爐——燒烤裝置	1800	500
烤爐——烘焙裝置	1400	624
烤麪包機——2 片寬	1255	325
烘餅的鐵樓——18 公分直徑的餅	275	200
白熱電燈——100 瓦	85	—
日光燈——100 瓦	85	—
瓦斯		
瓦斯爐，家庭用大型噴燃器直徑 14 公分	2250	750
瓦斯爐，家庭用噴燃器直徑 10 公分	1875	625
瓦斯爐，家庭用雙爐	3250	1250
瓦斯爐，指示燈	75	—

*如有通風，可減低為 50 %

住宅要假定每天二十四小時都有人住。所以，室內設計溫度是一個恒定值，通常約為 24°C 。作為設計計算的室外溫度則視地理位置而定。

下面是家庭用空調器估計冷卻負載的簡單方法。所有說明是配合表 1-3「室內空調器冷卻負載估計表」一起使用。

- (1)、以合適的因數乘每一個曝曬的窗面積（平方呎）。窗面積是在牆壁上安裝窗戶所開的洞面積。對裡面用窗簾或百葉窗的窗戶使用**內部遮蔽**（inside shade）因數，對外面用窗蓬的窗戶使用**外部窗蓬**（outside awning）因數，只有一個數目要填入右手欄第一項，這個數目是最大面積 × **因數數字**（factor figure）。
- (2)、以合適的因數乘室內所有窗戶面積（平方呎）。
- (3a)、以合適的因數乘曝曬在外面的全部牆壁長度（直線呎）門要算作牆壁的一部份。被鄰近建築物所遮蔽的牆要算作朝北。不要將樹木和灌木當作遮蔽。非隔熱的木造牆或 8 吋厚或小於 8 吋的磚牆是視為**輕結構**（light construction）。隔熱的木造牆或超過 8 吋厚的磚牆是視為**重結構**（heavy construction）。
- (3b)、以已知因數乘將冷卻空間從鄰近非冷卻空間中分開的所有內部牆壁的全長。
- (4)、以已知因數乘全部天花板面積（平方呎）。已知因數是選擇與天花板構造型式最接近的；只用一行。
- (5)、以已知因數乘全部地板面積（平方呎）。如地板直接在地上或在地下層之上則此項不計。
- (6)、以已知因數乘在冷卻空間的正常人數。最少以兩人來計算。
- (7)、決定在冷卻區域內所用照明及電氣設備的全部瓦數（除了空調器本身）；要以空調器工作時所用的瓦數為準。照明用具上都標明瓦數。黑白電視以 200 瓦、彩色電視

表 1-3 室內空調器冷卻負載估計表

熱源得處	數 量	因 數	數量 × 因數	
			無遮蔽*	遮蔽*
1 窗戶: 從太陽獲得熱				
朝東北	—	平方公尺	15	6.3
朝東	—	平方公尺	20	10
朝東南	—	平方公尺	19	7.5
朝南	—	平方公尺	19	8.8
朝西南	—	平方公尺	27.7	11.3
朝西	—	平方公尺	37.8	16.4
朝西北	—	平方公尺	30	12.6
朝北	—	平方公尺	0	0
2 窗戶: 由傳導面得熱				
(全面窗戶總數)				
單面玻璃	平方公尺		3.5	3.5
雙面玻璃或玻璃磚	平方公尺		1.75	1.75

只填入左
欄最大的
一項數字

(面積×因數)

外部*
窗蓬內部*
遮蔽

無遮蔽*

3. 牆：（以直線公尺為根據）				
a、外牆				
北向.....	—— 公尺	輕結構	重結構	
非北向.....	—— 公尺	7.5	5	
b、內牆（僅調節與非調節空間之間）.....	—— 公尺	15	7.5	
4. 天花板：（僅用一項）				
a、未隔熱上面無空間.....	—— 平方公尺		4.79	只填一項數字
b、隔熱 2.54 公分或以上，上面無空間.....	—— 平方公尺		22	
c、未隔熱上面有閣樓.....	—— 平方公尺		3	
d、已隔熱上面有閣樓.....	—— 平方公尺		1.26	
e、上面有使用的空間.....	—— 平方公尺		0.76	
5. 地板：（不管地板是在地上或在地下室上面）				
—— 平方公尺	—— 平方公尺		0.76	
6. 人數	—— 人		150	
7. 電器設備	—— 瓦		0.76	
8. 開向非冷卻空間的門或拱門	—— 公尺		75	
9. 小計	× × × × × × × ×		× × × × × × × ×	
10. 冷卻負載總計：作十小時，作為室內空調器選擇用				
—— (第9項) × —— (修正因數，由地理位置決定)	——		=	

* 這些因數只適用於單玻璃，如為玻璃磚上列因數乘 0.5；如為雙玻璃或風雨玻璃上列因數乘 0.8。

以 350 瓦、無線電音響系統以 300 瓦、桌上收音機以 50 瓦計算。其他用具在名號牌上有標明瓦數；如未標明可查看表 1-2。以已知因數乘全部瓦數。

- (8)、以已知因數乘所有通往非冷卻區域而常開的門或拱門的全部寬度。如與寬度超過 1.5 公尺的門或拱門相連接的房間，要視為單獨的大房間，則這兩房間要按照同一計算來選擇室內空調裝置。
- (9)、合計一至八項所估計的全部負載。
- (10)、從第九項所求得的全部負載，尚需乘一修正因數。這個修正因數是以地理位置而定。所得結果是以 仟卡/小時來估計的所需要的設計冷卻負載。

如空調器只用作夜間冷卻使用則要將計算修正如下：第一項不計。第三項中所有牆壁因數都是 7.5。第四項中 a、b、c、d、及 e 的因數，分別為 1.26、0.76、1 及 0.76。第八項的因數是 50.4。其他因數仍相同。

這個程序也可用來計算中央空調系統應用的整個結構的熱獲得一結構的全部顯熱獲得是全部房間的顯熱獲得的總和。

由於住宅的水分來源極多且難以估計，所以住宅冷卻負載的潛熱部份，通常以計算所得的顯熱的 30% 來估計；這是一個近似值。

全部冷卻負載是顯熱負載和潛熱負載的總和。因此，全部負載通常是以計算所得的顯熱的 1.3 倍來計算。

假若所有導管 (duct) 是位於調節空間以內，則中央空調系統設備的選擇及分配 (導管) 系統的設計，只以每間房間的總計算的冷卻負載為依據。如分配系統必須位於調節空間的外面 (在頂樓、爬行的空間、或非調節的房間)，則導管的熱獲得必須包括作為設備負載，並且也要考慮在設備選擇中。

小型商用裝置冷卻負載的計算，與住宅裝置的計算方式相同。不過，圖 1-3 所示的標準商用冷卻表和從圖 1-4 所查到的修正

估 計 表		面積 × 因數 = 熱獲得							
1 玻璃及門									
2 淨牆 (玻璃及門除外)									
3 熱隔板									
4 屋頂或熱天花板									
5 熱地板									
6 太陽影響玻璃									
7 通 風	<table border="1"> <tr> <td>A</td> <td> 人數 × 4.6 = CMM CMM × 9.2 = 仟卡/小時 </td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>排風機: CMM × 9.2 = 仟卡/小時</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>從 A、B 兩數中填入熱獲得較大者 →</td> </tr> </table>	A	人數 × 4.6 = CMM CMM × 9.2 = 仟卡/小時	B	排風機: CMM × 9.2 = 仟卡/小時	C	從 A、B 兩數中填入熱獲得較大者 →		
A	人數 × 4.6 = CMM CMM × 9.2 = 仟卡/小時								
B	排風機: CMM × 9.2 = 仟卡/小時								
C	從 A、B 兩數中填入熱獲得較大者 →								
小計—外部的熱獲得 8° 溫度差		→							
乘數 5° 溫度差用 0.67 10° 溫度差用 1.3 15° 溫度差用 1.6		插入以校準小計 →							
8 人 員		靜 坐	100						
		中 度 勞 動	166						
		劇 烈 運 動	200						
9 用* 具									
* 如有覆蓋一用因數的 $\frac{1}{2}$ 。									
熱獲得總計 仟卡/小時		→							

圖 1-3 冷卻計算估計表

因 數 表

1 玻璃和門		因數	4. 屋頂成熟天花板		因數	
單玻璃		3.78	板條及粉刷-無地板-無通風		6.96	
雙玻璃或風雨玻璃		2	同上-通風		3.23	
玻璃磚		2	板條及粉刷-地板-無通風		2.82	
			同上-通風		2	
			澀青屋頂的天花板		2.92	
2 牆	因數		全部天花板-2"隔熱		1.2	
木架-無隔熱		1.51	全部天花板-3 ⁵ / ₈ "隔熱		0.9	
木架-1/2"隔熱		1.13	平屋頂-無天花板-無隔熱		4.94	
木架-2"隔熱		0.73	平屋頂-天花板-無隔熱		3.02	
木架-3 1/2"隔熱		0.53	在調節的房間下面		1.13	
8 磚-實心		1.41	5 熱地板		因數	
8 磚-數面		0.86	在非調節的房間上面		1	
磚面敷薄層-不隔熱		1.23	曝曬於室外溫度		1.29	
磚面敷薄層-1/2"隔熱		0.9	1/2"隔熱		0.73	
磚面敷薄層-2"隔熱		0.55	2"隔熱		0.45	
磚面敷薄層-3 5/8"隔熱		0.4	3 5/8"隔熱		0.35	
8 混凝土磚		1.69	在地下室或石板上面		0	
8 混凝土磚敷面		0.96	6 太陽影響的玻璃		因數	
8 混凝土磚1/2"隔熱		0.7	用羅盤指出獲熱最多的玻璃			
			日 晒	無 遮 蔽	內 部 遮 蔽	外 部 窗 蓬
3 熱玻璃		因數	東北	15.1	6.3	4.53
板條及粉刷-單面		3.12	東	22.68	10	6.3
板條及粉刷-雙面		1.71	東南	17.64	7.56	5.04
板條及粉刷-2"隔熱		0.6	南	17.64	7.56	5.04
板條及粉刷-3 5/8"隔熱		0.45	西南	25.2	11.34	7.56
磚塊, 見上			西	37.8	16.38	11.34
			西北	30.24	12.6	8.82

玻璃磚用上面因數的 50 %

雙用玻璃上面因數的 85 %

圖 1-4 估計衣用的因數表

因數合在一起，作為計算全部冷卻負載所需的資料。表 1-2 用具熱負載表，可用作用具負載計算。未列入的其他用具或其他負載，可從有關冷凍及空調器資料或參考手冊中查到。