

941/124
34733

空氣調節設計基礎 上冊

黃虹玉編譯



新興圖書公司

空氣調節設計基礎

上册

黃虹玉 編譯

新興圖書公司

空氣調節設計基礎

下 冊

黃虹玉 編譯

新興圖書公司

空氣調節設計基礎 上冊

黃虹玉編譯

出版：新興圖書公司

發行：時代圖書有限公司

香港九龍彌敦道 500 號 一樓
3-308884

印刷：聯興印刷廠

版權所有 * 不准翻印 1979年3月版

空氣調節設計基礎 下冊

黃虹玉編譯

出版：新興圖書公司

發行：時代圖書有限公司

香港九龍彌敦道500號一樓
3-308884

印刷：聯興印刷廠

版權所有 * 不准翻印 1979年3月版

目 錄

第一章 空調負荷估算..... 1

第一節 建築物查勘及負荷估算..... 1

第二節 空調狀況之設計..... 9

第三節 熱貯存，熱參差及熱疊集..... 25

第四節 由玻璃透過之太陽熱 43

第五節 由建築物透入之熱與水蒸氣..... 66

第六節 滲入熱及通風..... 105

第七節 內部的與系統的熱獲得..... 118

第八節 空氣線圖之應用..... 136

第二章 空氣之分配..... 188

第一節 空氣調節器具..... 188

第二節 風管之設計..... 206

第三節 室內空氣之分配..... 262

第三章 管路設計..... 291

第一節 管路設計概論..... 291

第二節 水管管路..... 311

第三節 冷媒管路..... 338

第四節 蒸汽管路..... 383

第四章 冷媒、滷水、冷凍油..... 414

第一節 冷媒..... 414

第二節 滷水..... 423

第三節 冷凍油..... 470

第五章 水處理..... 479

第一節 水處理概論..... 479

第二節 結垢及沉澱之控制... 492

第三節 腐蝕控制..... 501

第四節 菌藻控制..... 511

第五節 水處理系統..... 515

第六節 名詞定義..... 529

第六章 空調設備..... 539

第一節 風扇..... 539

第二節 空氣調節器具..... 558

第三節 個別空調設備..... 592

第四節 附屬設備..... 598

第七章 冷凍設備..... 623

第一節 往復式冷凍機..... 623

第二節 離心式冷凍機..... 648

第三節 吸收式冷凍機..... 664

第四節 吸收式與離心式併合系統..... 680

第五節 棄熱設備..... 688

第八章 輔助設備..... 705

第一節 離心式泵..... 705

第二節 馬達及馬達控制..... 725

第三節	鍋爐.....	769
第四節	其他的驅動機.....	782
第九章	系統及應用.....	793
第一節	系統及應用.....	793
第十章	全氣系統.....	824
第一節	傳統系統.....	824
第二節	定風量誘導系統.....	833
第三節	多區域單體系統.....	843
第四節	雙風管系統.....	852
第五節	定溫度可變風量系 統.....	864
第六節	雙導風管系統.....	871
第十一章	氣水系統.....	889
第一節	誘導單體系統.....	889
第二節	一次空氣扇管系統...	918
第十二章	水及DX系統.....	925
第一節	扇管單體系統.....	925
第二節	DX系統.....	938

第一章 空氣調節負荷估算

第一節 建築物查勘及負荷估算

空氣調節之主要功用在維持：(1)增進人員舒適感(2)使動植物獲得一最佳之生存環境，(3)工業產品及加工過程之需要。欲經年能維持此種空調狀況，必須具有一適當容量之空調設備，且作有效之控制方可。設備容量之大小取決於實際尖峯負荷時的需要，控制方式取決於當尖峯或部份負荷時所欲維持室內狀況如何而定。通常吾人不能測量一指定空間內實際尖峯或部份負荷量，而這種負荷量必須用估算計出。為達成此估算目的，本部份對各種估算諸元將逐一討論。

為使負荷量能作正確之估算，建築物內各部份負荷增加之來源均應加以研究，並小心估計，然後一經濟之空調系統方能設計完成，且運用亦必圓滿。實際負荷之定義為熱在瞬間增加或被空調系統移去的量。由於熱之慣性及建築有貯熱能力，瞬間獲熱量與空調設備之實際負荷常不相等。

第 2，4，5，6，及 7 節包括各種瞬間熱量獲得或損失之估算資料。第 3 節討論應用貯熱因數於各項資料，以求得正確負荷之步驟。第 8 節討論負荷與選用空調設備的關係，以求二者能夠密切配合。

各種資料之應用均有詳細解釋，且利用圖表補助之，以便計算。

A. 建築物查勘

空調空間之特性與熱負荷來源 建築物內各項熱量來源之精確查勘，為估算負荷之首要工作。建築藍圖、四週環境略圖，甚或照相均為研究估算之參考資料，以下所述為各種必須考慮之特徵：

1. 建築位向 (Orientation of building) 空調空間或稱冷暖房與下列各項之關係：

- (1) 羅盤指向——日光與風的效果。
- (2) 接近永久性建築物——蔭蔽效果。
- (3) 反射面——水、沙、停車場之反射效果。
2. 空間之用途——辦公室、醫院、百貨店、特製品店、機械店、工廠、裝配廠等。
3. 空間之規格——長、寬與高。
4. 天花板高——地板與地板間高度、地板與天花板間高度、懸吊天花板與樑間之高度等。
5. 支柱與樑——尺寸、深度和支撐柱等。
6. 建築材料——牆、屋脊、平頂、地板、間牆等之材料與厚度，以及它們之間關係位置。
7. 四周環境——外牆和屋頂的顏色，附近建築物的遮陽情形，閣樓空間情形（通風或不通風、重力或強迫通風）。鄰室是否有空調，如無空調其溫度如何，其用途為何，是否用為廚房、鍋爐房。又地板下係地面，或地下室等。
8. 窗——尺寸與位置、木或金屬窗框、開關情形、玻璃情形（如單片或多片玻璃、遮陽設備，及其大小等）。
9. 樓梯與升降機——位置、設與不通風室相通其溫度如何、機器之馬力，是否有通風等。
10. 門——位置、大小、型式、開閉次數等。
11. 人員——人數、駐留時間、動作情況、密集情況，並需估計每平方呎平均人數及其動作情況。
12. 電燈——尖峯瓦數、燈光型式——白熱燈、日光燈、隱蔽或不隱蔽，如隱蔽其通風情形是否影響抽風、回風或送風，並須估計每平方呎瓦數。
13. 馬達——位置、軸馬力數、用途等。
馬達之輸入馬力，不必等於額定馬力被效率所除之商數。常常此種馬達可在繼續過載下工作，或在額定馬力下工作，最好能量度馬達輸入馬力來計算空調負荷。此對於工廠而動力馬達為空調重大部份負荷之狀況時尤為重要。
14. 器具、辦公設備、電子設備等——位置、額定瓦數、蒸汽或瓦斯消耗量、有抽氣或無抽氣罩、抽風量及設備或其需要情形等。
在尖峯時，量度輸入電力或瓦斯便可得較正確之計算數，此可由錶

計讀得之。不能使室內增加熱量獲得部份可分別計算之。

避免將各種不同熱量最大獲得來源量疊加之，因各種發熱設備並不同時使用也。

電子設備常應有其單獨之空調設備，其溫度、濕度且應參照廠家推薦狀況維持之。

15. 通風 (Ventilation) ——每人所需新鮮空氣 cfm 數、每平方呎所需 cfm 數、通風時間表 (依使用者需要)，見第 6 節。並考慮過量之吸煙或氣味、當地規定要求、抽風扇 (型式、大小、速率、抽風 cfm 量) 等。
16. 貯熱 (Thermal storage) ——包括系統工作時間表 (每日工作 12, 16 或 24 小時)，特別在外氣尖峯狀況下。又室內特定設計日溫度之游移度、地上之地毯、室四面之材料保溫能力等。
17. 連續或間續工作——包括連續工作使用系統或如教堂、舞場的間斷工作使用系統，在間斷工作下，空調系統應估計預冷之前置時間。

空調設備安裝地位之設計 勘查建築時，同時需注意系統之安置地位，以利設計水管、風管之配置圖。以下為一種指導：

1. 裝置空間之選定——如系統中管路、泵、冷水塔、主機、風扇等位置，應與建築內升降機、樓梯、煙囪、管路、電纜間等配合適當。
2. 裝置系統時可能之障礙——系統電線管、水管，勿與原有之建築設備衝突，否則不好裝置。
3. 間牆與防火牆位置之選定。
4. 外氣進入位置之選定——應考慮如街道、別的建築、風向、塵埃、回風短路等。
5. 電力供應——位置、能量、電流限制、電壓、相數、週率數、線數，如有增加電力其可能容許度如何。
6. 水源——位置、管徑、能量、壓力、最高溫度等。
7. 蒸汽來源——位置、管徑、能量、溫度、壓力、回汽狀況。
8. 冷凍、冷凍鹵水或冰水——系統型式、能量、溫度、gpm、壓力。
9. 建築空間之特性——注意其特徵，以便估計負荷及設計，並與其他建築之關係。
10. 空氣傳送管路、風管。
11. 排水管——排水管之特性、位置、管徑等。

12. 控制設備——電動控制、氣動控制或電子控制設備等。
13. 基座與支持物——建築物之結構強度。
14. 噪音與震動防止裝置——如減震彈簧、橡皮軟墊等。
15. 設備修護移動之緩衝地帶，及裝置容許地帶。
16. 當地設備要求法規。

B. 空氣調節負荷之估算

空氣調節負載之估算係用為據以選定空調系統之容量大小，吾人必先取一設計日，計算該日由外界進入之熱量，再加上室內所產生之熱量，此兩種熱量之和為必須移去者，系統之容量必足夠能移去此總合熱量，方能維持吾人所欲求之溫度。設計日之取法：

1. 該日之乾球及濕球溫度同時為尖峯值。（第二節“設計狀況”）
2. 該日空中甚小或沒有霧霾以遮住日光。（第四節“日光熱透過玻璃”）
3. 所有室內熱負荷為正常狀況。（第七節“室內及系統獲熱”）

尖峯值時間常可由長久記錄、調察而獲知之，有時，須在該日數個時間內測計之。

實際上，各種熱源之峯值並不同時發生，但各種雜多之熱源須一一考慮並估計之，見第三節“熱貯存、熱參差及熱疊集”滲入與通風之空氣量在第六節估計。

圖 1 為一種計算表，表內各單元均在各章內一一述明之。

外界負荷

外界負載包括：

1. 日光射進窗戶——表 15 及表 16，可計算日光透過玻璃之熱。
窗內外之遮陽物可減低日光熱，其因數載於表 16，為減低此種熱獲得，全部窗或一部窗可利用窗框簾、吊幔，及鄰近建築遮蔽日光。曲線圖 1 及表 18 指示在一特定時間，窗能遮蔽日光多少之簡易估定。
一大部份之日光會被反射出去，而一小部份會被貯存，見第三節。表 7 至表 11 為貯熱因數，以利估算日光熱負荷，此種貯熱因數（Storage factor）及由表 16 得知之總因數（Overall factor）均利用在表 6 尖峯日光熱獲得之估算上。
2. 日光射到牆及屋頂上——高外氣溫度將使熱傳入室內，表 19, 20

相關圖表		相關圖表	
項	目	面積或量	日光熱或溫度差
日光熱一玻璃			
3	玻璃	So Ft x	Tals 667.8
4	玻璃 (有貯熱)	So Ft x	9.10 or 11
	玻璃	So Ft x	TBL 15
	玻璃 (無貯熱)	So Ft x	TBL 15 CORR
	天窗	So Ft x	
日光熱及傳導熱一牆及屋頂			
	牆	So Ft x	TBL 19
	牆	So Ft x	TBL 21.22
	牆	So Ft x	23.24 or 25
	牆	So Ft x	
	屋頂一向陽	So Ft x	TBL 20
	屋頂一蔽蔽	So Ft x	Tals 71.72
傳導熱一牆及屋頂除外			
	全部玻璃	So Ft x	NOTE 1
	隔牆	So Ft x	TBL 25.25
	天花板	So Ft x	TBL 28 or 30
	地板	So Ft x	
6	滲入熱	NOTE 4	CFM x NOTE 1
內部熱			
3	人員	人員 x	Tals 14.48
4	馬力	HP or KW x	TAL 53
7	燈光	WATTS x 3.4 x	Tals 12.14.45
	生熱器具	Tals 50.52	CORR BELOW Tals 50.52
	其他熱源	Tals 54.52	
2	貯熱	(TEMP SWING)	小計
3	安全因素	So Ft x TBL 14	X (-) TBL 13
室內顯熱			
7	供風管	CHART 3	供風管
8	外氣	NOTE 3	CFM x NOTE 1
6	滲入熱	NOTE 4	CFM x NOTE 2
3	人員	人員 x	Tals 14.48
7	生熱器具	Tals 50.52	CORR BELOW Tals
5	水內傳導	So Ft x 1/100 x	NOTE 2
7	安全因素	%	室內潛熱
8	外氣熱	NOTE 3	CFM x NOTE 1
7	回風管	CHART 3	回風管
總熱			

估算時	當地時	晝夜時	晝夜時
太陽時	太陽時	晝夜時	太陽時
運轉小時			
狀況	DB	WB	% RH
外氣 (OA)	Tals 1-3		
室內 (RM)	Tals 4.5		
相差			
通風			
人員 x (TAL 45) CFM/人員 =			
CFM/34 FT =			
CFM 通風量			
擬動旋轉門人員 (TAL 41) CFM/人員 =			
開的門門 x CFM/門 =			
抽風扇 Tals 46.47			
縫隙吹 x TAL 44 CFM/FT =			
窗戶 Tals 42			
經空調之外氣 NOTE 3 CFM OA			
ESHF 有效顯熱因數 = 有效室內顯熱 / (有效室內顯熱 + 有效室內全熱) =			
ADP 表示 = F 選用 = F			
減溫空氣量 (1 - BF) x (Tamb - TADP) = F			
減濕 有效室內顯熱 = CFM OA			
輸出 1.08 x F 溫升			
溫度差 1.08 x CFM OA = F 室內冷出空氣			
供風 室內顯熱 = CFM OA			
旁路 1.08 x F 意欲差 = CFM OA			
進入及離開空調器具之狀況			
EDB TAMB + (CFM OA / CFM) x (TAMB - TAMB) = TADB			
LDB TAMB + BF x (TAMB - TAMB) = TADB			
自空氣濕性曲線圖 TAMB, F, TADB			

註

1. 自估算表上端取用乾球溫差 (DB)
2. 自估算表上端取用含水份量 (GR./LB)
3. 通常以“通風CFM”代替“外氣CFM”，然而，當滲入熱被抵銷時，取用“外氣CFM”
4. 當滲入熱未被抵銷，而“通風CFM”小於“滲入CFM”時，過多的滲入熱要予計及

*如果 ΔT 太高，利用供風量公式，計算意欲給差之供風cfm。
當旁路一外氣與回風之混合風，使用供風CFM當旁路回風，使用減濕cfm。

圖 1 空調負荷估算表

供給一日光照射及日光遮蔽牆及屋頂之室內外等效溫度差。表 21, 22, 23, 24, 25, 27 及 28 提供以各種牆及屋頂之熱傳導係數。

3. 外氣溫度——外氣溫度高於室內，則熱能經由牆、窗、地板、間牆透入室內，表 25, 26 及表 29, 30 指示傳導係數，每一表後有內外溫度差以計算透熱率。
4. 空氣中水汽壓力——外氣所含之水汽成分太高，會透入室內，此種負載僅適用於在需求低露點溫度之室內方有意義。資料載於表 40 中。如用為舒適目的，此負荷可予忽略。
5. 風吹向牆面——風能使外氣溫度升高及含水分量增多。由門窗縫滲入室內，增加室內顯熱與潛熱獲得。第六節包括估算資料。
6. 外氣介入常作通風換氣之用——外氣介入係在降低室內調節空氣的異味，但却使系統增加冷却與減濕負荷，因介入氣之溫度及濕度必須降低也，甚多空調設備允許一部份外氣傍路冷却管排（見第八節），此種傍路氣變成空調室的負荷一如滲入者然，只是不經門窗縫而改由風管中滲入而已。外氣傍路量視設備狀況而定，見第八節。表 45 提供許多環境下為舒適目的，而需要的通風量。

內部負荷 第七節敘述各種內部熱源的估算資料，內部熱源之多寡視室內用途而定，適當的熱參差性和因數需用來計算內部負荷。一些內部熱獲得尚包括輻射熱，一部份且能貯存（如第三節所述）。

通常，內部負載包括下列諸點：

1. 駐留人員——人如同一產熱器，靠輻射、對流，與皮膚蒸發（出汗）放出熱量。放熱多寡視四周溫度及活動程度而異；見表 48。
2. 燈光——照明使電力轉換為熱與光（第七節），一些熱輻射及一部份會貯存起來（第三節）。
3. 器具（Appliances）——餐廳、醫院、實驗室，及一些特種商店（美容院）有電熱、瓦斯熱、蒸汽熱等器具，可放熱於室內。表 50~52 示明無抽氣罩下各種生熱器具的放熱值，如該器上有向外抽氣罩，熱獲得可以減低。
4. 電計算機——亦要計算其放熱量，但所有計算機並不會同時使用，故在全部機器總放熱量上尚需乘以利用或參差因數（Usage or diversity factor），此種機械亦可有抽氣罩或間續冷却，以減少空調系統之負載。

5. 馬達——在工廠中，馬達熱為空調最大負載，必須視其馬力與運轉時間加以估算。此種負載常能實際予以測度，更較精確。表 53 示明估算馬達熱的方法。
6. 熱管路及熱水槽——如空調室內通過熱水管路，或有熱水槽，再如熱水槽為開口，又能使室內空氣增加水汽；表 54~58 供給計算此種負荷之資料。
7. 雜項熱來源——另有他項熱源以升高室內溫度及濕度，如逃逸蒸汽（工業清潔器械、壓力器械等）、吸濕材料如紙、紡織品等（見第七節）。

除外界及內部負荷外，空調系統如冷凍機、風管、水管等，本身亦有熱交換現象，或滲漏現象，估計此種熱係以室內顯熱、潛熱、總熱之百分數為依據；見第三節及表 59, 60。

C. 加熱負荷之估算

加熱負荷估算的目的在選取一發熱設備，以補償室內所失的熱量，常用於冬季夜晚（第二節），此損失熱應包括由室四周傳導走的熱，與滲入之冷風，或因通風換氣需要而使介入之外氣。第五節包括傳導係數及計算熱損失步驟，第六節包括估算滲入空氣量之資料。圖 2 為一建築物計算熱損失的表格。

另外，考慮估計加熱負載的因數為溫度游移，當室內溫度在設計負荷時期，如允許下降幾度時，容量之需要可能減低，但此僅適用於連續工作狀況之下。表 4 指出在各類用途下推薦的內部設計狀況及表 13，包括了當上述狀況下，可允許容量減低之估算資料。

當建築物內無人員駐留，實際溫度可降到 50 Fdb 或 55 Fdb，但如此雖加熱容量可銳減，但亦將妨礙加熱設備之選擇。縱然使加熱設備容量小，在耗油或電上比較經濟，但如在最初開動需暖起的時間較長，即使在連續工作下，如有人員進駐或欲提高室內溫度時，則又需增加設備容量。所以着眼在熱貯存，用以減低加熱負荷，以作設備選擇目的時必須謹慎應用。

D. 負荷估算與高度之關係

空氣調節負荷之計算，基於單位負荷所需之空氣磅數，故空氣密度之降低即表示滿足此顯熱負荷所需之 cfm 數增加，但空氣重量對應於潛熱負荷之需要却降低，因為在較高地點空氣之潛熱負荷容量較高（每度露點溫度差每

[illegible]

圖 2 暖氣負荷估算表

磅含 gr 數較大)。空氣當離海平面往上升時，在與海平面空氣同一 db 及相對濕度百分數下，其 wb 隨高度上升而降低（飽和除外）。

在較高地點計算負荷，需作以下之調整（見第八節，表 66）。

1. 設計室內空氣水份含量一定要調整到所需高度。
2. 標準負荷估算法及規範仍可應用，除非因高度而影響空氣之體積，顯熱與潛熱，其因數需要乘入修正之。
3. 因空氣中增加水份，有效顯熱因數一定要修正。

E. 設備之選擇

負荷估計完畢，空調設備容量之選擇，必須能足夠匹配合送風之狀況，必能同時滿足顯熱與潛熱之要求。第八節“空氣濕性曲線圖之應用”。敘述一正確決定空調設備之步驟，並予舉例說明（如空氣量、器具露點溫度等 apparatus dewpoints）。

第二節 空調狀況之設計

本章在敘述各地區不同的外氣狀況，及室內各種用途下不同的內部設計狀況資料，設計狀況取決於外氣及室內氣的熱含量，因它們可透過牆壁直接影響空調系統之負荷，其詳細討論見第五、六兩節。

A. 外界設計狀況—夏季和冬季

表 1 為工業界接受的北美洲各地區外界狀況，發行於 ARI Std. 530-56 及 1958 年的 ASHAE Guide 上。表內示明冬夏季的乾濕球設計溫度，以作為設計時的參考。

夏季正常外氣狀況之選定 正常設計狀況應用於舒適及工業冷卻上，偶而可允許超出室內設計狀況。該等狀況同時要包括乾濕球溫度及水份含量，它們可以在一年中有數次短期的超出，乾球常較濕球溫度為高，尤其在設計低 wb 時更為如此。

當冷卻與減濕在應用中能分別表示時，用正常乾球設計溫度以選擇顯熱冷卻裝置。用對應於正常設計濕球溫度的含水份量及 80 % 相對濕度，以選擇減濕裝置。

每日溫度差（Daily range）為設計日 24 小時內高低乾球溫度的平均

差，視區域內氣候狀況而異。

夏季最大外氣狀況之選定 此種設計多應用於試驗室及工業上，即使短時間內超出室內設計狀況，亦能損害其產品及生產過程者。

最大設計要乾濕球同時在尖峯（非個別在尖峯）。水份含量應個別在尖峯狀態，表內所列者僅用於選擇分立的冷卻及減濕系統，以便對室內作嚴密的控制。在正常夏日，每一此種狀況預期不會超出於三小時以上。

冬季正常外氣狀況之選定 此種狀況應用於舒適及工業加熱上，外氣乾球溫度可允許一年中低於表列溫度數次，時間通常是在清晨。表內“全年溫度日”數值（Annual degree days）為一年內平均溫度低於 65 Fdb 的日數和，乘以 65 F db 與每日平均溫度數之間的度數。

外氣設計狀況每日每年的校正 表 1 中所列夏季正常外氣設計狀況，係根據七月間下午三點鐘，但是，異於此月時的設計亦須明瞭。

表 2 指明一般每日溫度範圍內，由上午八點到下午十二點乾濕球溫度的概略修正數。乾球修正基於天氣分析資料，濕球修正基於假定在 24 小時內為相對穩定之露點溫度而定。

表 3 指明由三月到九月乾濕球設計狀況之概略修正數，基於全年內的乾球溫度（夏季正常設計乾球溫度減去冬季正常設計乾球溫度）範圍。此種修正基於天氣資料分析，以及僅用於冷卻負荷估算上。

例 1：設計狀況之修正。

已知：

紐約市的舒適應用

求：

十月中旬 12 點的大約乾球及濕球溫度

解：

表 1 內紐約市七月下午三點的正常設計溫度為 95 F db 及 75 Fwb

紐約市的每日溫度範圍（Daily range）為 14 F db

紐約市的每年溫度範圍（Yearly range）為 95 - 0 = 95 F db

（夏季正常 db 溫度與冬季正常 db 之差）

由表 2，正午 12 點的修正數 db = -5 F wb = -1 F

由表 3，十月的修正數 db = -16 F wb = -8 F

（下接 20 頁）