

第一章 緒 論

第一節 研究動機與目的

§ 1-1-1 研究動機

居住研究是最能體現與了解一個社會生活型態的方法，其透過對於居住問題的深入探索，能將包含於此社會的社會、經濟、文化、生活習慣、生活環境等有較為清晰的認識與剖析能力。居住問題一直是人類生存於地球上最為關切的問題，在每個不同的時空環境中均能體現因地制宜的因應對策。

西元1850年，隨著建築材料與施工方式的改變，正式展開現代建築運動，人類的住居環境開始有了革命性的改變；西元1948年，現代建築大師 密斯·凡德羅 (Mies Ver de Rohe) 所設計的芝加哥公寓，其處理手法改變了建築需求與機能的關係，形成一種易於模倣抄襲的單純化、彈性化集合住宅平面。1960年代，歐美主要國家急驟的城鄉人口變遷，形成都市集合住宅需求殷切的情形，以單純簡約住宅平面為主的「國際樣式」(International style) 於是廣泛被採用。

1970年代，台灣地區各城鎮次第產生都市化現象，大批的城鄉移民者進入都市成為新的環境塑造者，他們捨棄了傳統的家庭組合方式與居住行為模式，選擇可大量生產、快速興建、族群集居的簡約現代建築居住型態，做為其安身立命的居住生活環境。歷經近二十年的發展，台灣地區都市化現象更趨嚴重，都市住宅的問題日益增加，居住者對於居住生活環境的滿意度漸趨下降，如何針對是項問題以尋求解決對策是值得吾人潛心研究的目標。

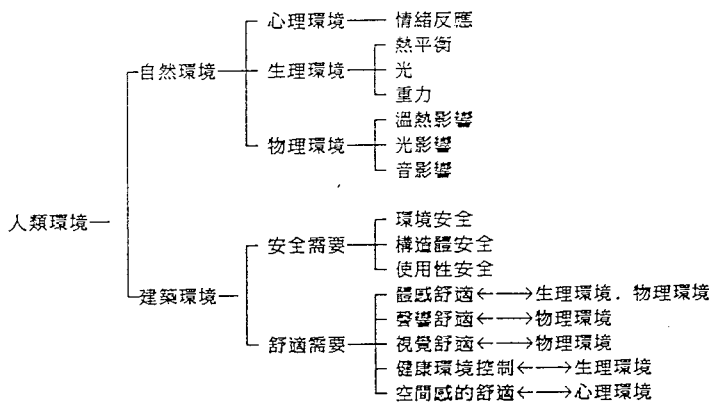
人類對於居住建築環境的基本需求包括安全需要與舒適需要兩部份。現行建築相關法規對於建築物的最低要求即在於保障建築環境的安全需要，目前經實施多年檢討後已逐漸修改補遺，以達到最基本的要求標準。但是，國人仍對於居住生活環境存有不滿，究其原因，應在於對於生活品質的要求程度有日漸提高之趨勢；因此，國人舒適程度的需求標準為何是一項值得開發探討的研究課題，唯有對於舒適需要訂定量化標準才足以解決是項疑惑。未來建築法規欲改變訂定原則提高構造技術要求標準，由安全需要層次提昇至舒適需要層次才會有訂定標準。

第二節 研究範圍與內容

§1-2-1 研究範圍

本研究整體體系架構之範圍依 § 1-1-1 研究動機中所述，可整理如表 1-2-1 之架構。

表 1-2-1 研究體系架構表



資料來源：本研究整理

如前節所述，本研究體系範圍在達到解決人類建築環境中之「舒適需要」項目，本研究範圍則為其中之「體感舒適」與「健康環境控制」等兩項涉及人體生理環境領域之項目。而且因為各種建築空間依其使用用途之不同，其室內環境目標值亦有顯著差距，為避免研究範圍過於廣泛及牽涉考慮因素太多，乃限定研究範圍為建築空間中使用性質佔大多數的居住空間，以符合本研究動機中所述之研究源起，並期能提供國人較多的貢獻。

§1-2-2 研究內容：

本研究依前述各段之說明，其研究內容訂定如次：

一、室內環境基準之研究：

舒適的室內環境，其目的在提供保健、舒適的環境，根據國內外外文獻資料針對溫熱環境、健康環境、噪音與振動環境分別訂定室內環境基準。

二、影響室內空調環境之因素：

對於來自屋頂、壁體、玻璃窗、間隙風的外殼熱負荷與人體、器具所產生之內熱負荷進行分析，解析各項熱負荷來源與熱負荷量計算公式。

三、改善室內空調環境之對策：

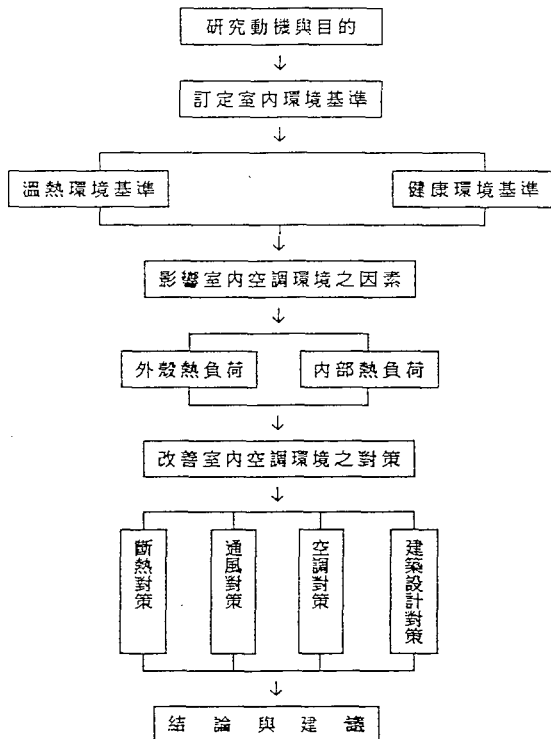
根據上述因素分析，尋求斷絕熱負荷產生之對策，採用自然通風改變熱傳方式之對策，利用冷凍空調方式改善空調方式改善空間舒適度之對策，建立建築空間尺度與空調設備能力之最佳組合模式表供居住使用者參考。

第三節 研究流程與方法

§1-3-1 研究流程

依前節所述研究內容，研擬本研究流程如表 1-3-1 所示：

表 1-3-1 研究流程



§1-3-2 研究方法

本研究階段僅為文獻資料蒐集作業，限於人力、經費、時間與實驗設備之條件限制，本研究未能進行詳實之調查、實驗或訪談作業，乃以中外相關文獻資料蒐集與初步資料分析整理比較方式進行本進行本項研究。

第二章 室內環境基準之研究

第一節 人與環境之關係

§2-1-1 人與自然環境之關係

人類的生活環境是由包括陽光、空氣、水、土地、生物等自然環境，與包括人類塑造經營的人工社會環境兩部份所共同組成。人類基於其健康、安全、舒適、便捷的生活原則，居處於自然環境與人工社會環境之間自必有相當程度的環境對立與衝突及協調過程，如何排除生活環境中較為有害的環境因子，保持人類生活的快適，是建築環境研究者責無旁貸的責任與應盡之義務。

人與自然環境的關係可從心理、生理與物理環境等三個環節來加以探討。

一、心理環境的影響

乃人類對於其器官感覺得到的各種反應，如味覺、嗅覺、視覺、聽覺、觸覺等反射在其思維活動之中，由衷對於環境所產生的情緒反應；該反應藉由原皮質—視丘下部—下垂體—內臟系統的傳遞流程，在非個人主觀意識的情境下藉由無意識的心理反射而產生。這種情緒上的精神生理反應對人體生理疾病情況有直接而重要的影響，其在情感上容易有憂鬱的情緒，在生理上容易造成生理韻律紊亂的情形，在心理上有意識紊亂的狀況發生。因此，如何尋求塑造一個在視覺上美觀、在聽覺上寧靜、在感覺上舒適的環境，是避免心理環境產生障礙的重要方式。[江哲銘，1990]

二、生理環境的影響

人體為了適應外界環境不斷的變化，人體的內部也會產生因應變化，其主要是承受外界環境熱、光及重力等三方面之刺激，而使人體生理狀況產生對應作用，其中又以體溫變化對生理環境的改變較為重大。

人體因攝取的食物在體內產生酸化作用而將能量轉變成為熱，而成為體溫，其因季節、氣候、時間的影響，而使人體體溫有規律性的循環變化。人體因必須維持身體運動所需之熱量，其每一段時間自身體表面所散失的熱量多寡都會自行調整，以維持一定的體溫，若在運作上有了失衡狀況，即代表人體運作功能有了脫序狀況，就必須加以檢查補救了。

人體體內的熱含量究竟應為多少才能使人體舒適與健康呢?!依下列熱平衡方程式所示，當體內蓄熱等於零或接近零時，人體與周圍環境維持熱平衡狀態，人體不失熱亦不得熱即感覺舒適；當S值為負值時，則漸感涼意，當S值為正值時，則漸感暖意。因此，人體的熱平衡（如圖2-1-1）與否，是受到周圍自然環境影響，進而促使體溫產生調節作用。[林憲德，1990]

$$S = M \pm R \pm C - E$$

S：體內蓄熱

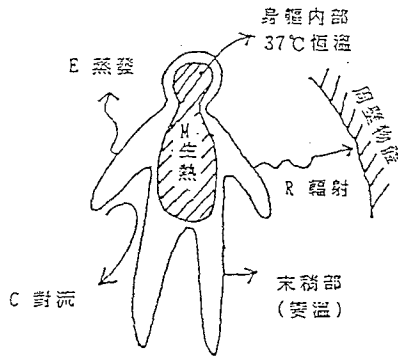
M：人體生熱

R：周圍輻射熱

C：對流產生之熱

E：蒸發熱

圖2-1-1 人體的熱平衡



資料來源：林憲德，1990，PP3

三、物理環境的影響

人類與物理環境的關係可分為溫熱影響、光影響與音影響三部份，溫熱影響的多寡是透過人體表面的皮膚散熱程度而定，光影響則是影響到人體的皮膚和眼睛，音影響則是對人體的耳朵產生衝擊，這些由人體外部衝擊而至的影響，即會對人體內部產生生理變化，進而對心理產生衝擊影響。

(一) 溫熱影響

影響人體溫熱生理的因素主要是氣溫、濕度、氣流及周壁的輻射熱等外周環境因子，其對於人體的基礎代謝、體表面積、活動量及著衣量上均產生數值上的變化。由於人體本身是一個有機體，隨時都在製造與散發熱量，以維持和外界環境達成熱平衡，如何調整著衣量使人體達到舒適，以溫熱環境的影響最大。

(二) 光影影響

太陽與地球的關係是密不可分的，維繫著人類生存於地球的生命泉源，其放射線中的紫外線與可見光對人體的眼睛較有影響，紫外線會造成眼睛障礙上的健康影響，如白內障及結膜發炎等疾病，可見光則是人類視覺環境的重要泉源，更進而影響人體循環韻律的重要因子，尤其與自律神經活動、荷爾蒙分泌等有密切的關係。[王錦堂，1979]

(三) 音影響

人類的聽覺環境包括音響、噪音、振動等，其對人體的影響途徑主要是經由聽覺對聲音的感受，人類的聽覺頻率以1600~4000c/s之間最佳，若接收的音響超過此範圍太多或不為意願所接受，即成為噪音，除了聽力障害之外，對消化、呼吸、循環、神經系統及睡眠都有影響。

§ 2-1-2 人與建築環境之關係

人類以自己的意識創造了自己的建築環境，依靠科學、技術把自然環境以人為方法塑造成需要的環境，這個環境受到自然環境外部影響因子熱、光、聲音及空氣等之影響即有巨大之互動變化。因此，人類為了保障其不受太多自然環境的衝擊，即以各種建築手法圍繞自己，以期能充份保護其所處之環境，也就構成人與建築之間的整體環境架構。

在人類對於建築環境的要求而言，應可初步概分為兩階段，亦即安全要求與舒適要求兩部份。在安全要求上在追求整體性的基本準則，防備建築體因環境的安全因素、構造體的安全因素、使用的安全因素考慮不足之影響，而在健康、安全、福利及資源使用上有所缺失，另一方面則進一步建立使用者依據生理、心理、社會、經濟的價值評估而能滿足使用需求及舒適度的雙重需要，亦即在溫度、聲響、視覺、空氣品質、空間舒適度等需求上均能達

到基本需求，進而整合組構成完整之建築空間內涵品質。

一、建築安全要求

建築空間的安全度要求項目可初擬如以下架構[張嘉祥，1989]：

(一)環境的安全

- 1、環境敏感區域
- 2、地質改良
- 3、鄰近區域危險度
- 4、都市防災能力

(二)構造體的安全

- 1、耐震程度
- 2、防火處理
- 3、構造品質
- 4、止滑

(三)使用的安全

- 1、用途
- 2、安全措施
- 3、防災避難計畫
- 4、意外防患
- 5、防盜監視

二、建築舒適要求

整體空間品質之舒適度要求項目分列如下：

(一)溫度的舒適

- 1、氣溫
- 2、輻射溫度
- 3、濕度
- 4、風速
- 5、整體綜合控制

(二)聲響的舒適

- 1、音源控制
- 2、噪音管制

- 3、隔音處理
- 4、震動處理
- 5、室內音響品質

(三)視覺的舒適

- 1、人工及自然採光品質
- 2、採光量
- 3、演色性
- 4、照明效果
- 5、照度

(四)空氣品質

- 1、通風換氣量
- 2、質量性污染：毒氣灰塵處理
- 3、能量性污染：電波雜子處理
- 4、有害氣體含量控制

(五)空間舒適度

- 1、工作區佈置
- 2、工作區群體配置
- 3、空間尺度
- 4、空間規模
- 5、使用行為及維護控制

本研究主要是針對改善人體在建築物內的舒適程度，雖然空間安全方面造成的顧慮常成為不舒適的主因，但因其研究體系牽涉龐雜，實非本研究所能顧及，故不另提出。空間品質舒適之建立過程中，應首重建築環境指標之提出，雖人體情況於世界上任何角落均無明顯不同，但地域的環境影響特性卻不能不加以考量，本研究所指之環境指標乃指人類生存環境中有關空氣污染、水質污濁及噪音等問題，希望藉維持所希望之指標標準值，以保障人類健康衛生及生活環境品質。建築環境指標乃是建築室內環境中應達到的最低環境管理標準，其影響環境包括溫熱環境、健康環境、噪音與振動環境、視覺環境等四部份。溫熱環境受到人體與熱環境之間的相對影響因素最為複雜

，包括人體發生熱、著衣量、活動量等人體因子與室內溫度、濕度、風速與周圍輻射溫度等環境因子。健康環境則以室內空氣清淨程度為度量標準，主要項目為塵埃量，CO、CO₂及其他有害空氣含值等。噪音與振動環境則是以人類所能接受之音響頻率範圍為主，本研究中並不進行探討。視覺環境則是以人類所能感受到環境光亮度、色度與輔助光源的接受程度，本研究在此部份亦不另進行探討。

第二節 台灣居住環境之探討

§2-2-1 台灣地區物理特性分析

台灣地區位處中國大陸東南沿海區域，東鄰太平洋，北接琉球群島，南隔巴士海峽與呂宋島相對，西以澎湖群島與南中國海鄰近。台灣本島面積約36,000平方公里，山坡地面積佔全島之2/3，除西南部的嘉南平原擁有較大面積之平原外，大部為丘陵地，地形複雜。在此地理條件多變之地區，各地氣候因子不盡相同，且因所處緯度較低，氣候具副熱帶特性，受海洋影響甚大，其特徵為高溫、多濕、冬季多東北季風、夏季多颱風。

一、氣溫

台灣地區的氣溫，一般而言，北部稍冷，而東部及南部較暖，冬季南北溫差顯著，夏季則不明顯，甚至北部反較南部為熱，各地平均氣溫，一年之中以一月份最低，六、七月份最高，如表2-2-1所示。全年平均溫度22.5℃可為人體所接受，然而於夏季期間部份地區的平均氣溫高達28.3℃，則需借重自然通風手法或空調設備手法設法予以降溫，以符合人體之舒適感覺。

表2-2-1 台灣地區氣溫年、月平均值統計表(紀錄年代至1970年止)

測站地點	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
基隆	15.5	15.4	17.0	20.4	23.8	26.5	28.3	28.1	26.7	23.5	20.5	17.4	21.9
台北	15.1	15.1	17.3	20.9	24.4	26.6	28.3	28.1	26.6	23.2	20.2	17.0	21.9
新竹	14.8	14.9	17.2	20.9	24.7	26.7	28.2	28.2	26.8	23.4	20.6	16.9	21.9
台中	15.7	15.9	18.5	22.2	25.4	27.0	27.9	27.6	26.7	23.9	20.8	17.4	22.5
日月潭	14.2	15.0	17.1	19.4	21.4	22.1	22.8	22.7	22.4	20.5	18.6	15.6	19.3
新港	18.4	19.0	20.6	22.7	25.1	26.5	27.6	27.5	26.6	24.4	22.3	19.9	23.4
台南	17.0	17.4	20.1	23.6	26.6	27.6	28.1	27.8	27.4	25.0	21.9	18.6	23.4
澎湖	16.3	16.0	18.6	22.2	25.4	27.2	28.2	28.1	27.3	24.8	21.9	18.4	22.9
恆春	20.4	20.7	22.6	24.8	26.8	27.5	27.8	27.5	27.0	25.5	23.6	21.5	24.6
台東	18.9	19.2	21.0	23.3	25.6	27.1	27.8	27.6	26.7	24.6	22.4	20.1	23.7
宜蘭	15.7	16.2	18.3	21.1	24.0	26.1	27.9	27.6	26.0	22.6	20.1	17.3	21.9
平均	16.6	16.7	18.8	22.0	24.8	26.5	27.5	27.4	26.3	23.8	21.2	18.2	22.5

資料來源：戚啓勳,1988,PP151。

二、濕度

台灣地區位居亞熱帶低緯度地帶，又因其為海島，故其相對濕度殊為均勻，全年濕度值約在75%~90%之間，冬季與夏季之相對濕度值非常相近。

最小相對濕度值由平地往高山計算，其值遞減。[戚啓勳，1988，PP162]

表2-2-2 台灣各地區平均相對濕度表

單位：%

測站地點	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年
基隆	83	84	84	84	84	83	78	78	80	79	81	82	82
台北	84	84	84	82	82	82	78	78	80	80	81	83	82
新竹	83	85	86	85	84	83	80	81	82	79	81	82	83
台中	81	82	82	82	82	82	81	82	81	78	79	80	81
日月潭	77	80	82	84	86	88	87	87	87	85	81	79	84
新港	78	80	82	84	86	86	83	82	82	78	78	77	82
台南	79	79	79	79	80	84	83	84	82	79	79	80	81
澎湖	82	83	84	84	85	87	85	86	83	77	78	80	83
恆春	73	74	74	76	78	84	84	85	82	75	73	72	76
台東	75	76	77	80	82	82	81	81	81	77	76	75	79
宜蘭	83	84	85	86	88	87	83	84	86	87	88	86	86
平均	80	81	82	82.5	83.4	84.4	82	82.6	82.4	79.4	79.5	79.6	81.8

資料來源：戚啓勳，1988，PP165

三、風

台灣地區氣候主要受東北季風與西南季風之影響。東北季風盛行於冬季，其強度受大陸高壓消長而改變，東北部迎風之地區於冬季為雨季。西南季風盛行於夏季，風力不如東北季風強烈，台灣西南部則以夏季為雨季。[賴榮平，1980，PP24]

台灣地區以澎湖平均風速最大，高達5.4m/sec，東北部及台中以南之西南沿海區和屏東半島地區的年平均風速較大，亦均在3.0m/sec以上，如表2-2-3，其中恆春半島的枋山以南由於落山風（焚風）的影響，年平均風速可達5.0m/sec以上。

台灣地區每年夏季均受颱風侵襲。受颱風影響所造成的風害，以迎颱風面的東海岸和恆春半島為激烈；西部平原，因中央山脈的屏障，其影響較緩。[龔瑞琦，1989]

表 2-2-3 台灣各地區年、月平均風速表

單位 m/sec

測候地點	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年	最多風向
基隆	3.9	3.7	3.4	2.8	2.5	2.6	3.1	3.3	3.3	4.0	4.3	4.1	3.4	NNE
台北	2.9	2.9	2.8	2.7	2.5	2.2	2.3	2.6	3.0	3.7	3.5	3.1	2.9	N
新竹	2.9	2.7	2.5	2.2	2.0	2.6	2.6	2.4	2.3	3.1	3.5	3.1	2.7	NE
宜蘭	1.7	1.6	1.6	1.6	1.4	1.5	1.9	2.1	1.9	1.8	1.6	1.6	1.7	NE
台中	2.0	1.9	1.8	1.5	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.7	1.9	1.9	1.7	N
日月潭	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4	1.5	1.3	1.1	1.2	1.2	1.3	N
澎湖	7.0	6.5	5.4	4.5	3.9	3.6	3.5	3.5	4.5	7.0	8.0	7.4	5.4	NE
新港	4.6	4.3	3.8	3.5	3.1	3.0	3.0	3.1	3.5	4.9	5.4	4.9	3.9	N
台南	3.1	3.0	2.7	2.4	2.3	2.5	2.5	2.5	2.3	2.4	2.8	3.1	2.6	N
台東	2.9	2.7	2.6	2.5	2.2	2.3	2.3	2.3	2.3	2.9	3.0	2.9	2.6	NE
恆春	4.5	4.1	3.7	3.3	2.7	2.7	2.9	2.7	2.9	4.5	5.4	5.1	3.7	NE

資料來源：龔瑞琦，1989，PP3

四、雨量

台灣雨量分佈週年內的演變，完全受盛行風所控制，配合大氣環流型十月份之突變，台灣的雨量型也從十月起突然轉變為冬季型（交替期僅九月整個月），夏季型則較大氣環流六月突變期提前約一個月，即自五月份開始，大體上，冬季集中東北部，春季漸移至中部山區，夏季集中在中南部山區，秋季則移向東部。台灣冬季主要為東北季風雨（包括滯留及冷鋒經過產生的雨量），春季多地形雨及鋒面雨，夏季多雷雨及颱風雨，秋季則以颱風雨占絕對優勢。[龔啓勳，1988，PP213]

表 2-2-4 台灣各地降水量表

單位：mm

觀測地點	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年
基隆	324.7	322.0	303.8	215.7	257.4	283.9	130.4	172.9	282.7	252.6	301.0	342.7	3199.8
台北	91.1	107.1	169.4	159.7	210.8	299.9	240.6	279.8	248.1	120.2	67.7	73.5	2092.9
新竹	76.1	130.2	159.7	170.3	224.9	317.6	138.0	200.2	147.2	43.5	34.6	48.9	1691.2
台中	32.5	65.2	100.4	120.6	223.6	383.7	276.6	326.4	149.9	20.4	16.1	25.1	1740.5
日月潭	40.5	64.8	96.0	137.7	349.1	527.0	374.8	393.2	235.5	52.2	27.5	37.4	2335.7
新港	74.3	74.0	96.4	132.4	188.5	270.0	245.6	304.6	411.3	265.1	187.0	103.4	2352.6
台南	17.3	30.9	44.9	66.8	175.1	380.6	402.8	416.7	169.9	32.4	17.7	16.2	1771.3
澎湖	23.4	39.0	63.8	75.8	106.2	171.3	173.3	168.2	118.8	35.9	21.3	21.0	1018.0
恆春	19.9	25.4	23.6	48.7	169.5	401.3	500.6	524.8	315.2	135.6	54.9	19.4	2239.9
台東	38.0	42.5	58.2	81.8	160.2	229.3	312.5	291.1	313.7	171.0	85.5	42.6	1826.5
宜蘭	153.4	149.4	126.7	114.5	197.1	233.0	145.2	195.7	424.2	398.4	353.6	237.6	2728.8

資料來源：戚啓勳，1988，PP208

五、日照與日射

台灣地區日照時間以西南平原地區較高，尤其台南高雄地區，高達約 2600 小時／每年，北部及山地日照時數較低。其各地日照時數數值分布如表 2-2-5 所示。

日射量的多寡，除與日照時數有關之外，還與濕度、灰塵量等有關。台灣地區日射量分布狀況，大致上由東北向西南海岸漸增，尤以西部沿海及恆春半島最大，而以台北、基隆、宜蘭等北部沿海地區最小，各地於溫熱期之日射量則如表 2-2-6 所示。

表 2-2-5 台灣各地區日照時數表

單位：小時

測站地點	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年
基隆	48.0	50.1	67.5	88.2	104.3	133.7	216.8	212.7	158.8	95.0	62.8	46.9	1284
台北	89.5	77.8	92.5	113.7	140.4	158.2	222.7	222.5	189.3	141.6	108.7	91.3	1548
新竹	117.5	94.4	103.3	126.4	170.3	180.5	251.0	245.2	213.2	213.9	160.9	130.0	2006
台中	184.4	157.5	166.3	175.5	202.3	201.1	246.4	233.1	239.6	244.8	208.9	194.4	2454
日月潭	173.5	151.6	143.4	140.6	155.3	136.1	177.7	164.5	155.3	165.0	183.4	176.1	1322
新港	80.0	77.9	80.9	103.8	152.7	173.4	242.3	221.9	181.6	152.8	119.4	94.8	1681
台南	198.5	184.9	204.0	211.9	237.3	221.2	243.6	226.2	236.1	246.4	211.1	198.4	2649
澎湖	133.9	108.6	128.0	165.5	207.6	223.4	273.9	258.4	238.9	215.8	152.1	120.1	2206
恆春	182.0	181.6	205.5	214.7	231.3	208.5	230.0	205.0	203.8	216.7	190.0	172.9	2442
台東	106.1	98.7	105.3	128.0	163.9	206.8	249.0	227.4	190.0	163.5	134.0	113.6	1886
宜蘭	73.3	69.5	84.9	100.7	120.4	145.4	234.9	222.6	166.1	97.9	68.4	63.9	1443

資料來源：戚啓勳，1988，PP259

表 2-2-6 台灣各地區溫熱期方位標準日射量統計表 日射量單位： $W/m^2 \cdot day$

測站地點	北緯 N	東經 E	S	SSW SSE	SW SE	WSW ESE	W E	WNW ENE	NW NE	NNW NNE	N	H
基隆	25.13	121.75	1172	1249	1349	1402	1389	1314	1186	1036	942	3091
台北	25.03	121.52	1241	1321	1427	1481	1452	1377	1234	1070	969	3253
新竹	24.80	120.97	1368	1469	1604	1675	1654	1549	1370	1164	1038	3711
台中	24.15	120.67	1338	1434	1565	1635	1618	1518	1348	1151	1032	3629
日月潭	23.88	120.85	1172	1243	1329	1390	1378	1305	1181	1037	949	3069
嘉義	23.50	120.42	1273	1365	1493	1564	1555	1468	1313	1131	1020	3491
台南	23.00	120.22	1351	1460	1616	1707	1701	1602	1422	1207	1077	3837
恆春	22.00	120.75	1333	1447	1619	1724	1720	1636	1458	1236	1105	3914
台東	22.75	121.75	1246	1346	1491	1578	1580	1500	1348	1159	1043	3560
宜蘭	24.77	121.75	1202	1290	1406	1470	1462	1384	1245	1080	974	3267

資料來源：林憲德，1990，PP65

§ 2-2-2 台灣地區居住型態的探討

台灣地區自東漢開始即受中國文化的深遠影響，自此一直受到各代移民與外來文化的侵入，不同的文化體系在時間與空間的演變中不斷形成新的文化內涵，先來者在克服自然環境之障礙後，其建築環境之處理，即在不斷轉化的過程中容納了多樣化的文化現象。從時間軸來區分，時間可分為原住民時期、荷西時期、明鄭時期、清代時期、日據時期、光復後時期等六個階段，建築形式可分為以下五個體系：

- 一、南洋系建築形式——原住民
- 二、歐洲系建築形式——荷蘭、西班牙、英國
- 三、東洋系建築形式——日本
- 四、大陸系建築形式——中國南方之福建、廣東
- 五、國際建築形式——現代建築

台灣地區在光復初期在居住空間型態上擷取西方居住型態的意念，而產生融合中西文化之居住構造體。此種型態摒棄了過去數千年來，漸近式的住宅演變型態，對於本土物理環境之適應工作缺乏準備與努力，原先適應本土高溫、高濕、強風、多雨、日照時數變異性大等特性之居住型態更異為封閉式之居住型態。主要居住型態在都市、城鎮與都市外郊區分別為公寓住宅、店舖住宅、獨棟別墅，這三種型態雖隨著各建築基地規模、位置、設計意念、處理手法等而有所差異，但綜合整理其空間特性有以下之共通特性。[王文安，1987]

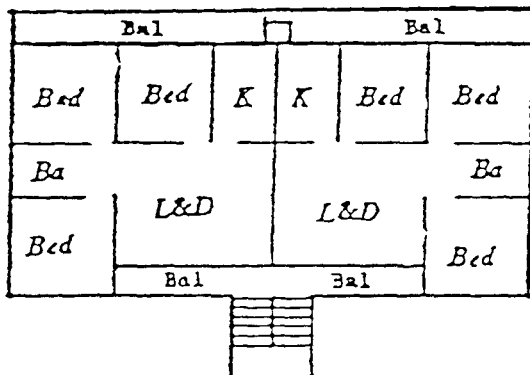
- (一)空間一般都只為一種機能而設計，很難用為其他性質使用。
- (二)房間的尺寸皆根據想像的用途來設計，調整彈性不足。
- (三)房間內部皆安置與機能相關的配件和家俱。
- (四)窗戶的大小位置不能反映出外部環境之物理條件差異性變化。
- (五)除了客廳以外，進入各房間必須經由共同簡約之空間發散動線，這個空間除了動線功能以外難以兼作其他用途。
- (六)各個房間之間的關係，通常都由相關機能間取其最短距離。
- (七)以公共空間為室內空間核心，以輻射方式連接私密空間與半公共空間。
- (八)建築構造體的設計難以契合居住使用者之居住行為習慣，使用者敲除原有居住隔間與引入更豐富的自証物件區隔空間的事例層出不窮。

主要居住空間型態如圖2-2-1，依空間活動量之性質可區分為公共空間、私密空間、半公共空間，其主要空間活動如下：

- 一、公共空間：以客廳為主要空間。為家族祭祀、崇拜與社交之場所，是家族表現社會地位的場所，並為住宅的精神與實質核心。電視取代神位成為客廳的位置焦點，其位置由客廳側邊漸移至沙發對面的過程。餐廳前移與客廳結合成為主要起居生活空間後，起居生活因家庭室內娛樂設施的增加而益形豐富。容積率實施後，陽台與客廳互動作用益增公共空間的活動範疇。
- 二、私密空間：以臥室為主要空間。由於住宅空間的高密度與擁擠現象致使住宅的私密性減低，或成為接待熟客的主要空間。和室空間的融入，形成介乎起居室與私密空間之間的另一層次空間。

三、半公共空間：以勞動服務空間為主，由餐廳或起居室構成家居生活另一實質核心，家庭的情報資訊在此吸收與交換，親子交誼活動亦在此促成。勞動物件的增加與便利性促使勞動空間的尺度難以量化，隨時可能因科技進步而產生革命性改變。

圖2-2-1 雙拼式住宅平面圖



資料來源：本研究所繪

以人與自然環境、建築環境之關係而言，人類居住環境之需求程度在滿足人的心理、生理、物理環境之安全與舒適要求。大體上，台灣地區居住型態之規劃設計工作較能達到建築安全要求，但較缺乏對居住空間舒適性要求之處理，尤其在現有的主要居住空間型態難以契合本土物理條件之事實上，更應力謀改善，因此針對如何前節所述溫度、聲響、視覺、空間的舒適要求與達到空氣品質之控制，將列為本研究體系的主要範疇，冀望以另一種角度提昇國人於建築居住空間之舒適標準。本研究以下即以台灣地區之物理環境特性研訂本地區之環境指標，進而探討改善本土環境舒適度之對策。

第三節 環境指標之訂定

§2-3-1 人體舒適度影響因素

一、人體發生熱：

人體因求生存活動之目的而攝取食物，其經消化而產生能量，由此能量而得以維持工作，而這些能量變化所產生之熱即成為體溫。一般而言，人體為了調節其生理活動，乃利用其生理機能來調節體溫以保持約在37℃左右。其人體發生熱之熱能平衡情形可如本章第一節所述之人體熱平衡方程式所示。[林憲德，1990]

二、人體著衣量

人體的著衣量可影響及調整人體的舒適程度。一般以clo值表示在21.2℃，50%，0.1m/s的空氣條件下，人體感覺舒適時的著衣量，其值約等於0.18m²h℃/kcal，而男人與女人的計算值又約略有所不同。各類衣服的clo值以Ci表示，則可得以下計算式：

$$\text{男人著衣量值 } C = 0.75 \sum C_i + 0.10$$

$$\text{女人著衣量值 } C = 0.80 \sum C_i + 0.05$$

三、人體活動量

人體經由各種活動消耗能量，和外界環境產生熱平衡，其所消耗之能量稱為代謝率。人體發熱量的標準單位以1MET表示，即為成年男子（身高177.4cm，體重77.1kg，體表面積1.8m²者）於21℃室溫的絕對安靜情況下靜坐時之發熱量，其每單位表面積的基礎代謝率約為58.2W/m²左右。當人體因活動或作業時會增加熱量，其增加率以能源代謝率（RMR）稱之，各種作業的能源代謝率值不同，如表2-3-1所示。

$$\text{能源代謝率(RMR)} = \frac{\text{作業時代謝率} - \text{基礎代謝率}}{\text{基礎代謝率}}$$

表2-3-1 各種作業之能源代謝率

作業方式	RMR	作業方式	RMR
走路	1.5~2.2	工廠巡視	1.5~2.0
跑步	5.0	化學分析	1.0
一般家事	1.5	紡織	2.4
一般事務	0.5	汽車裝配	2.5~2.8
一般整理	1.0	郵件分檢	0.8
電話接線	1.2	看書	1.5

由於人體著衣量與活動量隨個人生活型態、生活環境、情緒等因素影響，隨時隨地均有不同幅度之變異，且各居住空間使用人數難以預測假設。因此，本研究在此部份不再深究其總值計算結果，僅列為必要考慮因素之一，而非決定性影響因素。

四、人體舒適範圍

以人體舒適程度而言，依E.P. Ellis于1953年的研究，可訂定出人體的舒適範圍如表2-3-2所列。若室內空間有空調設備運作時，則室內環境標準值應以溫度17~28℃，相對濕度40%~70%及氣流小於0.5m/sec時為最佳。

表2-3-2 人體舒適範圍(℃, ET)

人種 性別	歐洲人	亞洲人
男子	22.8~26.1℃(ET)	21.7~27.2℃(ET)
女子	22.2~25.6℃(ET)	24.5~26.7℃(ET)

註：1. 依E.P. Ellis: Journal of Hygiene, Vol151, 1953

2. 冬季之ET值較夏季低3℃(ET)

3. 女子較男性高0.5℃(ET)

4. 40歲以上者，較40歲以下者高0.5℃(ET)

資料來源：[王錦堂，1979，PP82]

§2-3-2 環境指標測試方式

人體以對流、蒸發、輻射等方式將人體活動代謝量向體外散熱與外界環境尋求熱平衡關係。人體由於氣溫及人體表面溫度差所產生的對流現象，以及因呼吸及流汗而導致的潛熱蒸發情形，將人體自高溫面所接受的熱量，以輻射的方式向低溫面發散熱量，而達成人體與環境間之互動關係，而環境中與寒暑感覺最為相關的溫度、濕度、氣流及周圍輻射溫度即為主要的環境指標。

各種環境指標測試方式均有其不同之實用目的，與人體最為相關之指標分述如下：

一、有效溫度

有效溫度(Effective Temperature, E.T)又稱實效溫度、實感溫度，綜合了氣流、溫度及濕度等三要素，由於有效溫度的測定與氣流、溫度、濕度等變數有關，所以同一有效溫度值會有很多變數的組合，如表2-3-3所示，即為ET=21℃時之例證，一般則以濕度100%，無風狀態下所感到的溫度做為有效溫度之標準。

表2-3-3 21℃(E.T)時有效溫度之溫度、濕度與風速組合表

氣溫(℃)	21℃	22.2℃	23℃	24℃	26℃	27℃	28℃
風速(m/sec)	0	0	0	1	1	1	2.8
濕度(%)	100%	80%	60%	80%	60%	40%	40%

資料來源：[王錦堂，1979，PP74]

二、修正有效溫度與新有效溫度

修正有效溫度此項係針對前項「有效溫度」中不考慮輻射之影響，乃以球溫度計代替乾球溫度測試之，而濕球溫度則以當時空氣的絕對濕度不變時，以乾球溫度升高至球溫度之示度時之濕球溫度代替時，所測得之溫度稱為修正有效溫度(CET)。另外當環境條件為以標準著衣量0.6clo，氣流速度在0.2m/s以下之靜止情形，人體靜坐(約為1met)暴露一小時的狀況所測之溫熱環境感覺，稱為新有效溫度(ET*)或SET。其數值與人體反應的關係如表2-3-4所述。此種指標已成為美國暖房冷凍空調工程協會(ASHRAE)採用為室內溫熱環境標準。[林憲德，1990]

表2-3-4 新有效溫度與人體之反應關係表

ET*	溫 感	舒 適 性	生 理 反 應	健 康 情
43	容許界限		體溫上昇	循環系統虛脫
40	極熱		體溫規則失調	
38	非常熱	非常不舒適	血液循環及流汗增加	中暑危險性增加
35	熱			心臟循環系統感覺困難
32	暖和	不舒適	由流汗及血管變化產生正常的調節	
29	稍微暖和			
25	正常	舒適	利用血管調整顯熱損失增加	正常
21	稍微涼爽		增加顯熱損失	
18	涼爽	稍微不舒適	運動量及著衣量需求增加	
14	寒冷		需依動作(運動)調整	黏膜及皮膚之乾燥性增加
11	非常寒冷	不舒適	手足血管收縮發生顫抖	筋肉疼痛，末梢循環發生

資料來源：錢以明，1990，P.70.

三、不快指數DI

此指數為表示氣候不快程度的指數，僅考慮溫度與濕度之條件。

$$DI = 0.72(t_a + t_w) + 40.6$$

t_a : 乾球溫度 (°C)

t_w : 濕球溫度 (°C)

當DI計算值超過75時即有溫熱感覺，超過80時，即熱得出汗，超過85時，即令室內所有人員均感不舒適。

§2-3-3 清淨度之訂定

環境指標之訂定應可括溫熱環境指標、健康環境指標、噪音與振動環境指標及視覺環境指標等四部份，如本章§2-1-2節所述，本研究僅就溫熱環境指標、健康環境指標兩部份訂定清淨度環境管理指標。

一、溫熱環境指標

由於目前溫熱環境研究缺乏人體舒適程度之調查或實驗報告，對於適合之溫度、相對溼度及氣流數值，僅能參考各國之法規規定予以訂定基準。以日本而言，舒適空調習慣用設計參數與建築法規規定之最低標準有一定額度之差距，如表2-3-5所示，可為我國相關法規訂定之參考。

表2-3-5 日本舒適空調習慣用室內設計參數
和建築標準法規定

室內環境	習慣用設計參數	建築標準法
溫度	夏25~27°C 冬20~22°C	17~28°C 室內外溫度>7°C
相對濕度	夏50~60% 冬40~50%	40~70%

資料來源：錢以明，1990a，PP74

夏季與冬季之溫熱環境不同，其指標訂定原則應如以下各點：

(一)夏季：

1. 工作溫度應在23℃與26℃之間
2. 地板以上1.1m和0.1m之間的垂直空氣溫度差不小於3℃
3. 空氣平均速度不小於0.25m/s

(二) 冬季：

1. 工作溫度在20℃與24℃之間
2. 地面以上1.1m和0.1m之間的垂直溫度差應小於3℃
3. 地表面溫度應在19℃與26℃之間，地板輻射採暖可按29℃設計
4. 室內平均風速應小於0.15m/s
5. 來自窗戶或其他冷垂直壁面與地面 0.6m以上垂直平面之間的輻射溫度不對稱性應小於10℃
6. 來自加熱天花板與地面 0.6m以上水平平面之間的輻射溫度不對稱性應小於5℃

二、健康環境指標：

健康環境指標主要在尋求室內諸多空氣含值中之清淨程度，以保障居住者的健康需求，室內環境清淨度亦即是建立室內污染程度之最低標準值，其最主要的目的在於維持空氣之新鮮度，以保障衛生安全之需求，清淨度之評估項目包括塵埃量、CO含量與CO₂含量等三項。

我國目前相關建築法規並未對清淨度有任何標準限制，僅在擬議中之「換氣與空氣調節設備技術規範」中對於室內空氣污染物質之容許濃度提出數值標準，如表2-3-6所示。其中住宅所需的空氣清淨度等級的容許標準可如表2-3-7所示，區分為三段，以達到室內空氣清淨之目的。

表2-3-6 室內空氣污染物質之容許濃度

物質種類	容許濃度
浮遊粉塵	0.15mg/m ³ 以下
CO	10PPM 以下

資料來源：許宗熙，1986，PP32

表2-3-7 空氣清淨度容許標準等級

等級	塵埃粒子		溫度	濕度
	大小(μm)	濃度(個/1)		
100	0.5以上	3.5以下	19.4℃~25℃之特定溫度，其變動範圍±2.8℃，特殊狀況為±0.28℃	最高45%，一般應用之控制能力在±10%，特殊狀況為±5%
10,000	0.5以上	350以下		
	5.0以上	2.3以下		
100,000	0.5以上	3,500以下		
	5.0以上	23以下		

資料來源：陳世偉，1990，PP23

三、清淨度環境管理指標：

依前所述溫熱環境與健康環境指標內容，本段建議參酌日本現有法規對室內環境管理基準之規定，訂定做為清淨度環境管理指標數值。日本對於一般居室的空氣條件，於日本建築基準法（1970年修訂）及建築物衛生環境確保之有關法律（1970年）分別有規定，其管理基準與溫熱環境指標可綜合訂定如表2-3-8所示。

表2-3-8 室內環境管理基準

溫熱環境	1	溫度	(1)17℃以上28℃以下，夏季25.5℃，冬天22℃(或更低) (2)居室溫度比外氣溫度低，其差不明顯的情況
	2	相對濕度	40%以上，70%以下
	3	氣流(風速)	0.5m/s以下
健康環境	4	浮游塵量	0.15 mg/m ³ 以下
	5	一氧化碳含有率	10PPM以下(0.001%以下)
	6	二氧化碳含有率	1000PPM(0.1%以下)

資料來源：陳世偉，1990，PP43

第三章 影響室內空調環境因素的分析

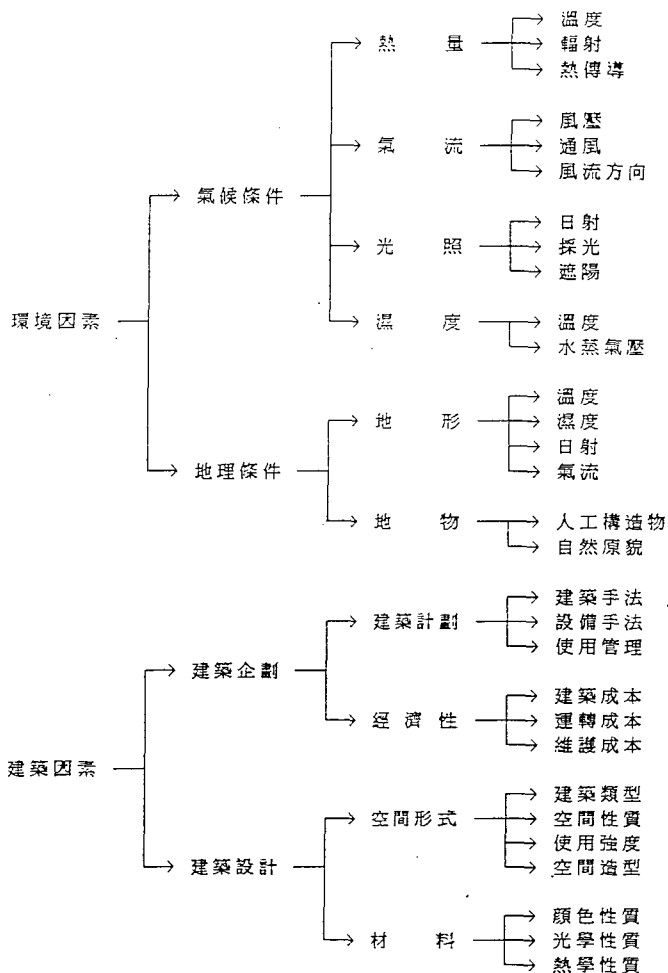
第一節 溫熱環境之熱負荷來源

室內空間熱負荷的來源可大致分為由外部之侵入熱與室內發生熱兩種。外部侵入熱受到大氣氣溫、日射能量、大氣濕度、風速風向等環境因素的影響與建築物構造體組構材料、開口大小等的影響，而有不同程度的熱量滲入室內。室內發生熱則單純受到室內機械設備與人員之影響，熱發生量較為穩定。

§ 3-1-1 外部侵入熱

影響建築物熱負荷的外部影響因素包括自然環境的氣候條件因素與地理條件因素，以及建築物構造體的建築企劃因素與建築設計因素，其影響關係如表 3-1-1 所示。[梁家駿、陳海曙，1985，PP1-3]。由熱傳透至室內的途徑分析可知，主要有顯熱與潛熱兩種熱負荷，當自然環境的氣候條件與地理條件對應到建築物構造體時，即對於構造體的壁體與開口部產生熱負荷對應關係，若吾人再分析其相對應之氣象因素，則可得到如表 3-1-2 之外部侵入熱負荷與氣象因素之關係表，由表中顯示，各種熱負荷項目其主要受到乾球溫度、濕度、風向、風速、日射量、雲量等氣象因素的影響，其綜合因素影響到室內空間環境溫度升降（顯熱）與相位變化（潛熱）等之改變。這些氣象因素中最為直接對於室內空間產生侵入影響的，即為日射熱量。

表 3-1-1 影響建築物外部熱負荷之影響因素



資料來源：本研究整理

表 3-1-2 外部侵入熱負荷與氣象因素之關係表

熱負荷種類	部 位	熱 負 荷 項 目	對 應 之 氣 象 因 素
顯熱	壁體	外壁貫流熱量	乾球溫度
	開口部	直接日射熱	日射量
		玻璃之日射熱	日射量
		玻璃之貫流熱	乾球溫度
		間隙風之顯熱負荷	風向、風速、乾球溫度、濕度
	空調設備	新鮮外氣之顯熱負荷	乾球溫度
潛熱	開口部	間隙風之潛熱負荷	風向、風速、乾球溫度、濕度
	空調設備	新鮮外氣之潛熱負荷	濕度

資料來源：本研究整理

日射量依緯度、季節、日照時數、受日射面的座向與熱材料性質均有差異變化。日射透過地球之大氣層到達地表面之輻射過程與方式可分為以下五種：[林憲德，1990]

- 一、直達日射：日射通過大氣層時，未被吸收分散之光線，直接照射至地球上者。
- 二、大氣輻射：日射通過大氣層時，較長波長之日射，被大氣中之水蒸氣吸收，吸收日射後之水蒸氣溫度漸上升，所產生之輻射現象。
- 三、天空輻射：日射通過大氣層時，較短波長之日射易受空氣質點干擾，被干擾之部份成為天空全體之輻射而抵達地面者。
- 四、地表輻射：地表面受陽光直接日射、天空輻射、大氣輻射後，溫度漸上升，地表面因而產生之輻射現象。
- 五、反輻射：大氣質點吸收日射及來自地表之輻射後，依自身溫度而產生之輻射。

日射熱量以傳透、輻射、滲入等三種途徑侵入室內，傳透熱負荷即透過屋頂、壁體、隔間牆、天花板、樓板等，利用溫度差效應而流入室內，輻射

熱負荷乃藉傳導或日射方式透過玻璃窗等透明物體，因輻射而流入之熱量，滲入熱負荷則是以包含顯熱與潛熱在內的間隙風，藉著門窗等開口部開閉而流入。這些熱負荷於夏季即成為冷房負荷，於冬季即成為暖房負荷。

§ 3-1-2 室內發生熱

室內發生熱的種類主要可分為人體發生熱、照明發生熱與機器設備發生熱等三類。

一、人體發生熱

人體發生之熱量依前章 § 2-3-1 所述，其著衣量、活動量均為影響人體發生熱量之決定因素，而其依各區域使用者之活動項目不同，產生不同之顯熱與潛熱量，其詳細項目可如表 3-1-3 所列。

表 3-1-3 空氣調節區域之使用者活動發生熱

活動	使用區域	顯熱 潛熱					
		watts	Btu-hr	kcal/hr	watts	Btu-hr	kcal/hr
靜坐休息	電影院、劇院	60	210	55	40	140	30
坐姿極少量工作 書寫	辦公室 旅館 公寓	65	230	55	55	190	50
吃(坐姿)	餐廳	75	255	60	95	325	80
坐姿輕量工作 打字	辦公室 旅館 公寓	75	255	60	75	255	65
站姿輕量工作或慢步 行走	零售店 銀行	90	315	80	95	325	80
輕量檢視工作	工廠	100	345	90	130	435	110
步行 每小時3英里 輕量勞動工作	工廠	100	345	90	205	695	170
保齡球	保齡球館	100	345	90	180	615	150
慢舞	舞池	120	405	100	255	875	220
重量工作、高度 勞動工作、舉重	工廠	165	565	140	300	1,035	260
運動	體育館	185	635	160	340	1,165	290

資料來源：康國裕，1983，PP40-1

二、照明發生熱

由於照明器具將電能轉換成光能與熱能而產生顯熱量，由於每一個照明器具之照度大小，數目與發熱量隨品牌、使用年限、輔助照明器具不同之影響而相異，甚難精確的依各空間性質將所需照明器具之照度與電力、發熱量等數值統計清楚。一般而言，各種使用空間之室內照度與照電力換算值如表 3-1-4 所示。

表 3-1-4 室內照度與照明用電力之換算值

單位：(W/m²)

建築類型		照 度 (Ix)		照 明 電 力 (W)	
		一 般	高 級	一 般	高 級
事務所 大樓	事 務 室	300~350	700~ 800	20 ~ 30	50 ~ 55
	銀行營業室	750~850	1000~1500	60 ~ 70	70 ~100
禮 堂 劇 場	客 室	100~150	150~ 200	10 ~ 15	15 ~ 20
	門 廳	150~200	200~ 250	10 ~ 15	20 ~ 25
商 店	店 內	300~400	800~1000	25 ~ 35	55 ~ 70
學 校	教 室	150~200	250~ 350	10 ~ 15	25 ~ 35
醫 院	病 室	100~150	150~ 200	8 ~ 12	15 ~ 20
	診 察 室	300~400	700~1000	25 ~ 35	50 ~ 70
旅 社	客 房	80~150	80~ 150	15 ~ 30	15 ~ 30
	門 廳	100~200	100~ 200	20 ~ 40	20 ~ 40
工 場	作 業 場	150~250	200~ 450	10 ~ 20	25 ~ 40
住 宅	起 居 室	200~250	250~ 350	15 ~ 30	25 ~ 35

資料來源：空調冷凍工程之設計與施工（上），PP75

三、機械設備發生熱

現代化電化製品已隨科技技術的進步、人類生活要求的提高、國人經濟力的改善、家居生活習慣的改變而多樣大量的進入生活環境之中，而成為生活設備中必備物件，各種室內設備器具顯熱與潛熱之發熱量以其額定用電容量計算，可如表3-1-5查得。

其總熱負荷量之計算方式如下：

$$Q_s = \text{Heat Gain} \times \text{CLF}$$

$$Q_c = \text{Heat Gain}$$

Q_s : 顯熱量

Q_c : 潛熱量

CLF: 修正因數(依總操作時間、器具使用後之持續時間而異)

表3-1-5 室內器具之發熱量

單位: (q)kcal/h

項目	種 類	顯 熱	潛 熱	
電 氣 器 具	電燈、電熱(每kw)	860	0	
	日光燈 (每kw)	1,000	0	
	電動機	0.1~0.4kw(1/8~1/2 HP)(每kw)	1,400	0
		0.4~2.2kw(1/2~3 HP)(每kw)	1,200	0
2.2~15 kw(3~20 HP)(每kw)		1,000	0	
電 氣 器 具	烤麵包機 (15×28×23cm)	610	110	
	咖啡壺 (1.91 600W)	227	55	
	消毒器 (15×20×43cm)	680	600	
	消毒器 (23×25×50cm)	1,300	1,000	
	美容院用吹風機 (帽形)	470	83	
	美容院用吹風機 (帽形)	580	100	
	燙髮機 (25W加熱器60個)	220	40	
瓦 斯 器 具	家庭用瓦斯爐	1,800	200	
	家庭用瓦斯爐	2,000	1,000	
	咖啡壺 (1.91)	340	88	
	炸鍋 (6.8kg油)	1,060	706	
瓦 斯	丙烷氣 (對空氣之比重1.50 (每m ³))	21,100	2,700	
	都市瓦斯 (每m ³)	4,700	300	

資料來源: 空調冷凍工程之設計與施工 (上), PP74

四、天花板、地板及隔間之熱負荷：

室內相鄰空間若其室溫具高低差時，則熱量將由高處往低處移動，其熱負荷量之簡略計算方式如下：

$$Q = U \times A \times TD$$

U：熱傳透率

A：面積

TD：設計溫差

第二節 熱傳遞現象分析

§3-2-1 穩定熱傳

熱的傳遞現象依時間因素可分為兩類，穩定狀態與不穩定狀態。穩定狀態之熱傳即為熱由高溫處向低溫處移動時，在熱的流動處各部份的溫度不因時間之經過而發生變動，透過固體介質的熱流量與介質兩側的溫差成正比。其主要之熱傳遞的方式可分為熱傳導、熱傳遞、熱傳透三種，如圖3-2-1所示，分述如下：

一、熱傳導：乃固體物質中，分子間直接傳遞熱量的方式，也就是說室外的熱能透過建築材料傳至室內。其熱量計算公式為：

$$(一) \text{單層平面壁} : Q = \frac{K}{d} \times (\theta' - \theta'') \times A$$

$$(二) \text{多層平面壁} : Q = \frac{\theta' - \theta''}{\frac{d_1}{K_1} + \frac{d_2}{K_2} + \dots + \frac{d_n}{K_n}} \times A$$

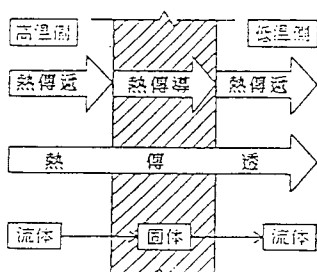
Q：熱傳導量(walt)

K：熱傳導係數(walt/㎡℃)

$\theta' - \theta''$ = 壁溫度差(°K)

d = 壁厚 m

圖 3-2-1 熱傳導、熱傳遞、熱傳遞示意圖



資料來源：林憲德，1990，PP66

、熱傳遞：為固體壁體與流體間的傳動狀態。一般是由傳導、對流、輻射等三種方式所組成之傳熱現象。

(一)傳導：熱能在物質中介下傳播，亦即是室外的熱能透過建材傳到室內。

(二)對流：為由固體表面與周圍流體間的傳熱現象，經由外壁開口通風或空氣流動滲透帶熱空氣至室內之熱。冷熱空氣接觸時，熱空氣上升，冷空氣下降而產生循環。同時，熱空氣放出熱氣至室內溫度達到平衡；因此，當屋頂、天花板、牆壁的溫度升高，其與室內冷空氣接觸時，熱就以對流方式傳播到室內。

(三)輻射：是由固體表面與周圍其他固體表面間的傳熱現象，為由建築物開口部，直接由室外引入太陽輻射、間接天空輻射和地表反射輻射到室內空間的熱。太陽的熱能中有 99% 以輻射方式傳播，其乃藉由熱傳遞方式傳熱。其熱傳遞量計算公式為：

$$Q = h(\theta - \tau) \times A$$

Q = 熱傳遞量

h = 熱傳遞係數

θ = 固體的溫度 ($^{\circ}K$)

τ = 周圍流體的溫度

三、熱傳遞：為貫穿建築物外壁體、開口門窗構件、樓板等構造體，由室外向室內以傳導與傳遞方式綜合而成的熱流通現象。其熱量計算公式為：

$$Q = k \times A \times t \times \frac{\theta' - \theta''}{d}$$

Q = 熱傳遞量

k = 熱傳遞係數

$\theta' - \theta''$ = 兩流體間的溫度差

A = 對流面的表面積

t = 時間

d = 建築物外壁體厚度

§3-2-2 不穩定熱傳

熱傳遞的另一種不穩定熱傳狀態即任意點的溫度隨時間的變化而變化，熱傳導體內的溫度分佈無論是在任何形態，任何一點的溫度均依位置與時間的函數表示。固體介質的熱傳遞行為會因固體的熱容量而吸放熱量，產生熱流的延遲現象，亦即時滯現象。一日內的外氣溫變動在平均溫度上幾乎呈 $\sin \theta$ 或 $\cos \theta$ 的曲線而變動，故壁體各部的溫度或熱流均可依相同的曲線表示，稱為壁體週期熱傳導，而其間的相位差即代表時間的差移時數，亦稱之為時滯 (Time lag)。

$$T_e = \frac{x}{a\sqrt{a}} \sqrt{\frac{x_0}{k}} = \frac{x}{w} \sqrt{\frac{w}{2a}}$$

T_e = 表示深 x 處的溫度達最高或最低的延遲時間

a = 溫度擴散係數 = 導熱度 $m^2/h = \frac{k}{c\rho}$

k = 導體的熱傳導係數

c = 比熱 (kal/kg°C)

ρ = 密度 (kg/m³)

$w = 2\pi/\Delta t$ ，角振動數，角頻率

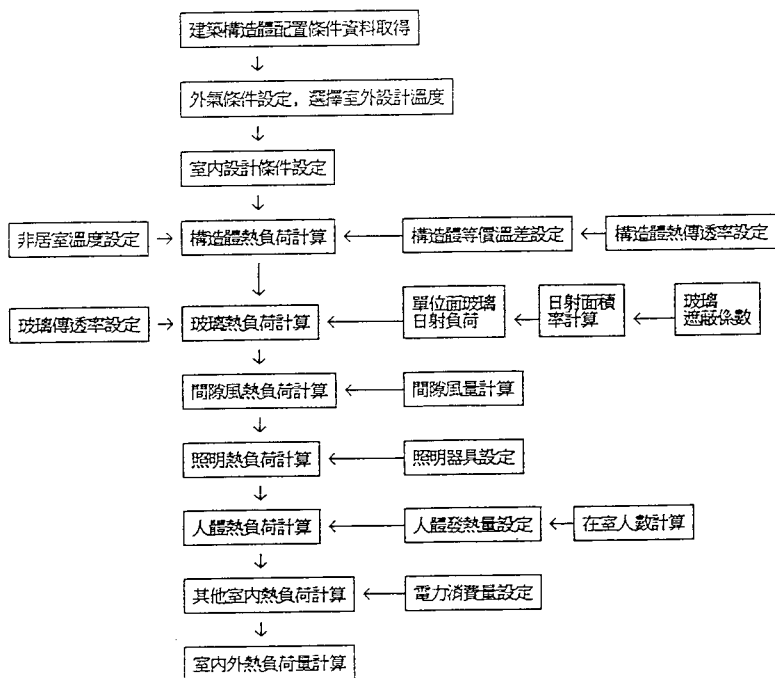
前述熱傳遞方式透過直接熱傳導、熱傳遞、熱傳遞之穩定熱傳與間接之不穩定熱傳，將建築物室外的熱負荷量傳遞至室內，依歸納可得知影響建築物外部熱負荷的因素包括自然環境因素與建築物因素，其影響因子關係可如表 3-1-1 所示表列之。

第三節 熱負荷量計算分析

§3-3-1 熱負荷量計算程序

所謂的熱負荷計算是指為維持室內空間的舒適度條件時，所需之熱量計算工作，期經熱負荷量計算決定採用空調設備之種類、規模，以有效的達到室內對象物——人體能感覺舒適的程度。依前所述分析，影響室內空調環境之因素來源包括外部侵入之傳透熱負荷、日射負荷、侵入外氣負荷、蓄熱負荷與室內的人體發熱、照明器具發熱及機器發熱等項，其總熱負荷量計算考慮之程序可以表3-3-1表示。

表3-3-1 熱負荷計算程序



資料來源：許宗熙，1986，PP50

上表所示熱負荷計算程序之實質步驟可分為下列五個階段：[賴榮平，1989]

一、資料取得

- (一)取得建築物構造資料，從建築圖及設計施工圖說中可得知建築物的構造材料、構件大小、外表顏色及形狀。
- (二)決定建築物配置、方位及外遮陽，圖說中應包括此項資料，根據建築的遮陽條件可從配置圖中或現場勘察得知。

二、條件設定

- (一)取得適當的氣象資料，選擇室外設計溫度，氣象資料可由當地氣象站或中央氣象局取得，室外設計溫度按危險率之要求訂定，一般之設計標準訂為2.5%以外的時間之外氣溫度需高於設計值。
- (二)選擇室內設計條件：包括室內乾球溫度、室內濕球溫度、通風率等，也包括其容許偏差及控制上下限。

三、外部侵入熱負荷

- (一)傳透熱負荷：透過屋頂、壁體、樓板、天花板及隔間牆等傳透之熱量。
- (二)輻射熱負荷：透過玻璃窗之輻射熱量，由開口部大小計算之。
- (三)滲入熱負荷：透過開口部開閉而滲入之間隙風量。

四、室內生成熱：

取得適當的室內照明、人員及發熱器具的使用時間表，以便得知內部熱負荷。

五、總合計算

選擇計算冷氣負荷之月份、日期。通常須計算好幾個月份及一天內好幾個小時，以便得知最大室內冷氣負荷發生的月份及時間，若能計算出全年各月份及全日各時段之負荷曲線表更佳。

由於建築空調設備控制系統以間歇方式控制空調設備，因而使室內溫度產生變動無法保持一定，美國冷凍空調學會於1981年乃發表了動態空調負荷計算轉換成冷氣負荷溫差(CLTD)及冷氣負荷係數(CLF)的查表計算方式，以下即分別就構造體、玻璃面、間隙風、室內、外氣的熱負荷量計算公式，就一般與冷氣負荷溫差方式分別陳述之。

§3-3-2 外部侵入熱負荷量

一、構造體熱負荷計算

包括構造體外壁、內壁與屋頂層之熱負荷總和：

$$Q_c = Q_{w1} + Q_{w2} + Q_R$$

(一) 外壁熱負荷量：(主要受輻射熱影響)

$$1、Q_{w1} = U \times \Delta t_e \times A$$

$$= \frac{1}{\frac{1}{h_o} + \sum \frac{d}{k} + \sum Y_a + \frac{1}{h_i}} \times \Delta t_e \times A$$

U ：熱傳透率 ($\text{kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$)

h_o ：室外空氣膜之表面熱導 ($\text{kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$)

h_i ：室內空氣膜之表面熱導 ($\text{kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$)

k ：熱導係數 ($\text{kcal}/\text{m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$)

d ：構造體構成材料之厚度 (m)

Y_a ：中間空氣層之熱阻 ($\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}/\text{kcal}$)

Δt_e ：等價溫差 ($^\circ\text{C}$)

A ：壁之面積 (m^2)

$$2、Q_{w1} = U \times A \times \text{CLTD} \quad \text{或} \quad Q_{w1} = U \times A \times \text{CLETD}$$

CLETD：夏季冷房用之等價溫差

(二) 內壁熱負荷量：

$$1、Q_{w2} = U \times \Delta t \times A$$

U ：熱傳透率 ($\text{kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$)

Δt ：壁內外之溫差 ($^\circ\text{C}$)

A ：面積 (m^2)

$$2、Q_{w2} = U \times A \times \text{CLTD} \quad \text{或} \quad Q_{w2} = U \times A \times \text{CLETD}$$

(三) 屋頂層熱負荷量

$$1、Q_R = U \times \Delta t \times A$$

U ：熱傳透率 ($\text{kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$)

Δt ：等價溫差 ($^\circ\text{C}$)

A : 面積 (m²)

$$2、\dot{Q}_R = U \times A \times \text{CLETD} \quad \text{或} \quad \dot{Q}_R = U \times A \times \text{CLTD}$$

二、透過玻璃面之熱負荷

包括因室內外溫差所產生之傳透熱 \dot{Q}_{G1} ，及透過玻璃之太陽輻射熱 \dot{Q}_{G2} 。

$$\dot{Q}_G = \dot{Q}_{G1} + \dot{Q}_{G2}$$

(一) 室內外溫差之傳透熱量

$$1、\dot{Q}_{G1} = U \times (t_o - t_i) \times A$$

U : 玻璃的熱傳透率

t_o : 外氣溫度

t_i : 室內溫度

A : 玻璃面積

$$2、\dot{Q}_{G1} = U \times A \times \text{CLTD}$$

(二) 透過玻璃之太陽輻射熱量

$$1、\dot{Q}_{G2} = \dot{Q}_{G2H} \times \text{SC} \times A$$

\dot{Q}_{G2H} : 單位面積標準玻璃面日射熱得 (kcal/m²·h)

SC : 玻璃之遮蔽係數

A : 玻璃面積 (m²)

$$2、\dot{Q}_{G2} = A \times \text{SC} \times \text{SHGF} \times \text{CLF} \quad \text{或} \quad \dot{Q}_{G2} = A \times \text{SC} \times \text{SSG}$$

SHGF : 特定月份、方位之最大日射熱得係數 (日照因數)

SSG : 吸熱修正後標準日射取得

三、間隙風之熱負荷量

僅需計入夏季最多風向的兩面外壁上之窗框即可。

$$\dot{Q}_i = \dot{Q}_{iS} + \dot{Q}_{iL}$$

(一) 顯熱負荷

$$\dot{Q}_{iS} = 0.29 Q I (t_o - t_i)$$

$$\dot{Q}_{iL} = 720 Q I (x_o - x_i)$$

$$Q_x = A \times Q_i$$

\dot{Q}_{iS} : 間隙風的顯熱負荷 (kcal/h)

Q_x : 間隙風量 (m^3/h)

t_o : 外氣溫度 ($^{\circ}C$)

t_i : 室內溫度 ($^{\circ}C$)

A: 間隙之面積

Q_x : 每單位面積之換氣量 (m^3/hm^2)

(二) 潛熱負荷

$$\dot{Q}_{sL} = 720 Q_x (X_o - X_i)$$

\dot{Q}_{sL} = 間隙風的潛熱負荷 ($kcal/h$)

Q_x = 間隙風量 (m^3/h)

X_o = 外氣絕對溼度 (kg/kg')

X_i = 室內絕對溼度 (kg/kg')

四、熱負荷影響因素分析: [康國裕, 1985]

(一) 熱傳透率(U值)

建築物構造材料, 其熱傳透率隨其熱導係數之大小而異。若就同一材質而言, 其厚度愈大, 其熱導愈低, 亦即其隔熱性能愈佳。所以任一構造, 若其室內發生熱量不高時, 則其在建材及外殼構造上, 其熱導係數及厚度, 將影響進入室內日射輻射熱量之多寡。

國內常見之外牆構造其U值計在 $0.90 \sim 3.86 W/m^2 \cdot ^{\circ}K$ 之間, 而屋頂構造則在 $0.43 \sim 3.1 W/m^2 \cdot ^{\circ}K$ 間。前者差距約達4.3倍, 後者更達7.2倍。亦即U值愈大, 即代表進入室內之熱流愈大。

(二) 面積

本處所指之面積係建築物的外殼、內壁、屋頂層、玻璃面的面積。根據研究指出, 建築物的表面積與體積對建築物所受熱應力, 具有決定性影響。根據另一項研究結果則顯示, 當日射相同、建築物體積相同時, 同一容積之不同組合處理, 其每日所受日射能量有明顯的差異性。所以建築物的造型設計之容積配置處理與簡繁程度, 明顯的將影響日後空調系統的冷氣負荷量多寡。

(三) 日照因數

建築物的開口部, 因方位不同, 其所受之輻射熱大小即有所差異。

今若取正南向之熱量為 1，各主要方位之日射熱比值則為正南向：正東、西向：北向：水平面 = 1:2.14:0.86:4.14。

(四)建築物構造

有關等價溫差，遮陽係數及負荷因素均與建築物之外殼構造處理有直接關係。不同構造在不同時間的等價溫差值差距極大，但為了計算方便，亦可以將其值簡化如表 3-3-2 所示。遮陽係數與負荷因數，係指建築物的遮陽裝置所得蔽蔭效果而言；前者係專指室外裝置及玻璃本身的處理，後者則專指建築物室內遮陽裝置的處理效果。

表 3-3-2 外牆的等價溫差值

外 牆 構 造	T D EQ
輕構造 (125 公斤 / 平方公尺以下)	15
中構造 (126 ~ 195 公斤 / 平方公尺)	12
重構造 (196 公斤 / 平方公尺以上)	10

資料來源：吳讓治，1983，PP11

(五)玻璃遮蔽係數

玻璃依數量多寡而區分為單層玻璃與雙層玻璃兩種，又依玻璃種類之不同而有清色玻璃、吸熱玻璃、反射塗膜玻璃等區別，其厚度、透光率與遮陽係數數值依統計如表 3-3-3 所示。

表 3-3-3 玻璃之遮陽係數

玻璃種類		公稱厚度	透光率	遮陽係數	備註
單層玻璃	清色玻璃	3 mm	0.86	1.00	* 透光率參考廠家提供之數據
		6 mm	0.78	0.94	
		10 mm	0.72	0.90	
		12 mm	0.67	0.87	
吸熱玻璃	吸熱玻璃	3 mm	0.64	0.83	* 吸熱玻璃之顏色包括灰色、古銅色、綠色
		6 mm	0.46	0.69	
		10 mm	0.33	0.60	
		12 mm	0.24	0.53	
反射塗膜玻璃	反射塗膜玻璃			0.2	* 反射塗膜玻璃遮陽係數因反射膜性能而定，依據廠家提供之資料。
				0.4	
				0.5	
				0.6	
雙層玻璃	內外層均清色 內外層均清色 外層吸熱 內層清色	3 mm	0.71	0.88	* 厚度僅表單層之玻璃厚度 * 中間空氣層包括 5, 6, 12 mm, 透光率為綜合透光率。
		6 mm	0.61	0.81	
		6 mm	0.36	0.55	
反射塗膜玻璃	反射塗膜玻璃			0.2	
				0.3	
				0.4	

資料來源：吳讓治，1983，PP19

(六) 間隙風量

由於建築物之開口部在構築時不易完全緊密，故室外空氣甚易由各種縫隙進入室內，同時為維護室內空氣之清淨度及滿足人體生理的需要，而必需改以取用外氣來改善、替換，因此而致使空調負荷增加。依開口部的間隙法計算可得如表 3-3-4 之滲透風量值。

表 3-3-4 開口部滲透風量

開口部種類	空氣量 m ³ /h · m-crack Length					
	空氣速度 km/hr					
	8	16	24	32	40	43
木製窗(上下開)	2.51	6.41	10.3	14.5	18.4	23.4
鋼製窗(上下開)	1.84	4.34	6.85	9.6	12.8	15.6
鋼製迴轉窗	4.85	10.0	16.2	22.8	28.4	34.5
玻璃門	26.7	83.5	78.0	111.0	134.0	162.0
木或鋼製門	5.01	12.8	20.5	20.0	36.8	46.8
工廠用門	17.8	35.7	83.5	72.4	89.1	106.0

資料來源：空氣調節 PP114

§ 3-3-3 室內發生熱負荷量

室內發生熱的種類包括人體熱負荷量、照明熱負荷量、機械熱負荷量等項。

一、人體熱負荷量

$$Q_H = Q_{HS} + Q_{HL} = N \times SHG \times CLF + N \times LHG$$

$$Q_{HS}: \text{人體之發生顯熱量} = N \times Q_{HSP} \quad (\text{kcal}/\text{A} \cdot \text{L})$$

$$Q_{HL}: \text{人體之發生潛熱量} = N \times Q_{HLP} \quad (\text{kcal}/\text{R} \cdot \text{L})$$

N: 在室人員數

CLF: 冷氣負荷係數

S.H.G: 每人之發生顯熱量

L.H.G: 每人之發生潛熱量

二、照明熱負荷量

$$Q_E = A \times W \times WF \times (1 - e)$$

A: 室面積 (m²)

W: 照明器具的電力消費量 (W/m²)

WF: 照明器具的發生熱量 (Kcal/h.w)

e: 空調照明器具的熱除去率

三、機械熱負荷量

$$Q = Q_m + Q_{me}$$

$$Q_{me} = 0.86 P \times \phi$$

Q_m : 電動機的發熱負荷 (Kcal/h)

Q_{me} : 複印機、大型事務機器等之發熱負荷 (Kcal/h)

P: 複印機、大型事務機器等之消費電力 (W)

ϕ : 負荷率(取 $\phi = 0.6$)

四、外氣熱負荷量

$$Q_o = 1.2 Q_o (\dot{i}_o - \dot{i}_i)$$

$$Q_o = N \times Q_p$$

Q_o : 外氣量 (m^3/h)

N: 在室人員數 (人)

\dot{i}_o : 外氣焓 (kcal/kg)

\dot{i}_i : 室內空氣焓 (kcal/kg)

根據以上各項公式陳述，可了解建築物外周區的熱負荷量較大，隨著時間變化而有很大的變異其中又以外部侵入熱負荷量為最大；相對的，內周區的熱負荷量較為穩定，以室內發生熱負荷為主。因此，如何調節改善外周區的熱環境之處理方式，以減少室內冷氣負荷量是改善室內空調環境的必要方式。

第四節 健康環境之清淨程度分析

§3-4-1 室內空氣污染源

一、塵埃

室內環境與室外環境之空氣就污染物而言，可分粒狀污染物與氣狀污染物兩種。粒狀物的發生源，在我們的生活四周均有，偶而也出自於人體運動而產生，其種類可分為固體粒子與液體粒子兩種，如表3-4-1。[陳世偉，1990]

表 3-4-1 粒狀污染物之分類

	名 稱	粒 子	生 成
固 體 粒 子	落塵 (dust)	100~1	物質的碎裂
	蒸煙 (fume)	1~0.1	因昇華、蒸餾及燃燒而呈化學反應為蒸氣凝結
	煙 (smoke)	0.1~0.001	燃料之燃燒過程
液 體 粒 子	霧 (mist) (薄霧)	100~50	蒸氣之凝結，化學反應，液體之噴霧
	霧 (fog)	50~5	水蒸氣之凝結

資料來源：陳世偉，1990，PP24

(一)塵埃的來源：

塵埃的主要來源可分植物、動物、人造物等三類，主要項目如表 3-4-2 所示。

表 3-4-2 塵埃來源分類表

分 類	項 目
植 物	黴菌的孢子、纖維(綿花、亞麻、木棉、黃麻、木頭)、花粉
動 物	寵物的皮垢、家塵中的蟎、碎屑(毛皮、跳蚤、蛀蟲、蚊子、蟑螂、甲蟲、蜘蛛、螞蟥、蠶魚)、生絲、毛毯、狐皮、家人的毛髮、毛線、山羊毛、兔毛、駱駝毛
人造物	達克龍、尼龍、奧龍、玻璃纖維、人造絲、漆料、塑膠、橡皮、香菸的煙、爐灰

資料來源：石震，1988

(二) 塵埃的影響

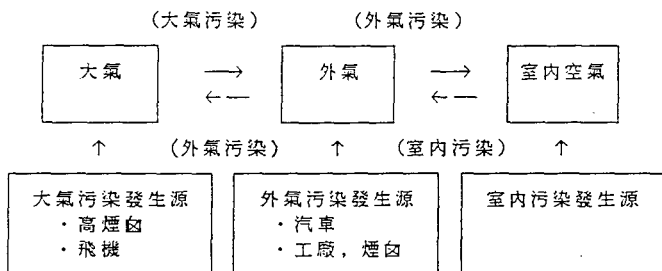
表 3-4-3 塵埃發生率與活動狀況

發生率(個/分)	活 動 狀 況
100,000	起立或坐下一無活動
500,000	起立或坐下一前腕與頸部輕微運動
1,000,000	起立或坐下一全腕、手、頭或身體之運動
2,500,000	坐在椅子上或起立動作
5,000,000	行走—3.6km/hr
7,500,000	行走—5.6km/hr
10,000,000	行走—8.0km/hr
10,000,000	爬上椅子之動作
15,000,000) 跳躍
30,000,000	

資料來源：陳世偉，1990，PP27

塵埃的發生量依活動劇烈之程度而異，可依表3-4-3所示，了解其間之差別。人體吸收到這些塵埃會感受到不舒適，部份體質特殊的人會因無生物有機性塵埃而引起過敏性刺激、鼻或咽喉黏膜炎、氣喘等疾病，而生物有機性塵埃的細菌則來自皮膚、毛皮、羊毛及動物毛髮、角等塵埃，藉由皮膚、呼吸系統進入人體，進而引起破傷風、白喉、過敏等疾病。氣狀污染物大致是大氣污染的主要構成要素，其種類包括亞硫酸氣體、氮氧化物、CO、CO（臭氧）及硫化氫等，亦會如圖3-4-1所示進入室內影響室內空氣品質。建築物的機械通風換氣設備自室外取入外氣時，若外氣污染量太大超過表3-4-4所示的規定時即需依規定設置適當的空氣過濾器，以保障引入室內之空氣品質標準。

圖3-4-1 污染源與污染路徑



資料來源：陳世偉，1990，PP33

表3-4-4 污染發生率

污染物質	長 期		短 期	
	含量限制	測量時間	含量限制	測量時間
一氧化碳	—	—	40mg/m ³ 10mg/m ³	1小時 8小時
鉛	1.5μg/m ³	3個月	—	—
二氧化氮	100μg/m ³	1年	—	—
臭 氧	—	—	235μg/m ³	1小時
微 粒	75μg/m ³	1年	260μg/m ³	24小時
二氧化硫	80μg/m ³	1年	365μg/m ³	24小時

資料來源：許宗熙，1986，PP27

二、一氧化碳(CO)

大多數的一氧化碳均是發生在市區的道路土，濃度經常高達10~15ppm，由於其容易與血紅素結合，是氧與血紅素結合力的200倍，因而取代氧而對人體產生傷害，因此在住宅內尤應嚴格管制CO含量在10PPM以下，以保障居家安全。

三、二氧化碳(CO₂)

在標準溫度及標準壓力下的二氧化碳是無色無臭的氣體，經由植物光合作用及燃燒作用、人類呼吸作用等均會產生。在一般居室內，CO₂的發生量與人體活動強度成正比，其數值關係如表3-4-5所示，其含量以不超過1000 PPM，對人體較為適宜。而CO₂的容許濃度與其有害程度可以表3-4-6表示之。

表3-4-5 依活動強度別之二氧化碳發生量

作業程度	CO ₂ 呼出量(m ³ /h.人)	計算量(m ³ /h.人)
安靜時	0.0312	0.013
極輕作業	0.0132~0.0242	0.022
輕作業	0.0242~0.0352	0.030
中等作業	0.0352~0.0572	0.046
重作業	0.0572~0.0902	0.074

資料來源：許宗熙，1986，PP33

表3-4-6 二氧化碳之容許濃度及有害度

濃度(容積%)	人體感覺	摘要
0.07	多數人持續在室內時之容許濃度 (依pettenkofer學說)	本定義並非單指CO ₂ 之有害限度而言，乃針對空氣之物理性及化學性狀態，依CO ₂ 之增加比例而惡化時，就污染指標而予定義之容許濃度。
0.10	一般場合之容許濃度 (依pettenkofer學說)	
0.15	通風計算使用之容許濃度 (依pettenkofer學說)	
0.2~0.5	認定為相當不良	
0.5以上	認定為最不良	
4~5	刺激呼吸中樞，增加呼吸深度及次數，呼吸時間過長時，因缺少O ₂ ，極易造成障害。血液循環加快，耳鳴。	
~8~	呼吸10分鐘即感呼吸非常困難，導致面紅耳赤，並感頭痛，隨因缺氧造成顯著障礙。	
18以上	產生致命性之危險。失去知覺，死亡率達20%~25%	

資料來源：錢以明，1990 b, PP81

四、惡臭：

室內的臭氣來源主要是人體蒸發、流汗、呼氣和體表的各種有機排泄物為微生物分解時發出的體臭、汗臭以及人體排泄的氮和其它氣體，如：吸煙產生的煙味、室內器具和構築物發出的特殊氣味、廚房烹調氣味、下水臭味等。

表3-4-7 為CP、Yaglon 所制定之臭氣強度指標，目前為許多國家所接受，依照排除惡臭氣味所需之稀釋風量估算，當臭氣強度指數值高於 2時，即應予以換氣通風處理，否則在室者即產生不舒適感覺。

表3-4-7 臭氣強度指標

臭氣強度指數	定 義	說 明
0	無	完全感覺不出
1 / 2	可感覺臨界值	極微，經過訓練的人才嗅得出
1	明 確	一般人可感覺出，無不愉快感覺。
2	中	稍有不適
3	強	不快感
4	很 強	強烈的不快感
5	極 強	令人作嘔

資料來源：錢以明，1990 b, P82

五、揮發氣體：

建築物裝飾材料所釋出之揮發性有機混合物對人體有害，在室者呼吸後會導致頭暈、眼、鼻、喉部的不適、想吐、心跳不規則及肺炎、肝癌等疾病，均甚嚴重，以下分列主要之有害揮發氣體。

- (一) 甲醛：室內裝飾品、地毯、木框等，均易由其表面材料釋出。
- (二) 苯：汽油、墨水、橡皮及香菸等會釋出。
- (三) 三氯乙烯：由乾洗溶劑、膠水、噴漆、防蛀丸等釋出。

§3-4-2 室內有害氣體種類

一、黴菌

在高溫高濕地區，當溫度高於20℃，濕度超過80%時，容易在建築物地下室牆上、壁櫥中、浴室裂隙、壁紙背側、霉爛的蔬菜上等潮濕處萌生黴菌孢子。若溫度更高時，甚至在書籍中、舊鞋中、雜誌堆中孳長，當黴菌成熟時，孢子即四處飛揚，飄散在室內空氣中，成為住宅塵埃中最常見的過敏病原，經常呼吸黴菌的孢子，將會使其很快成為敏感度較高的人。[石震，1988]

建築物當中最易孳生黴菌的地點是地下室、浴室和廚房，地下室多因空氣不易流通、潮濕所致，浴室則生長於磁磚相接觸的水泥縫及浴缸和牆壁間填充的水泥上，廚房則常在污水槽四壁的接縫處及冷水管底部的四周產生。

二、蟎：

為人眼不易看見的節肢動物，從室外進入室內後即藏身於任何角落，包括地毯、沙發和窗簾等不易清除之裝飾建材中。亦為住宅塵埃中常見的過敏病原。蟎最適宜的生長環境為高溫、高濕區域，當相對濕度於75%~80%的環境中最適宜生長，而當其低於50%時即無法生存。

三、有毒蒸氣：

各種物質受熱或氧化後的蒸發氣體可輕易的透過人體「過濾」系統，可以自鼻的通過鼻毛，進入支氣管、細支氣管及肺部深處的肺泡中，進而穿過肺泡薄膜，隨著氣體交換進入血液中，循環往全身各處，造成人體無精打采，呆滯或沮喪等病態。

蒸氣的發生原因包括燃燒與蒸發

(一)燃燒：暖爐會因燃料燃燒不完全而產生許多有毒蒸氣，發散至空中，亦因空氣中含帶大量的塵埃；而經燃燒中需求空氣助燃的焚燒及加熱，混合出更複雜的氣體，而成為污染家屋空氣的禍首，如香菸、煤油、瓦斯、壁爐。

(二)蒸發：例如櫥櫃的油漆料、黏瓷磚或地板的膠料、玻璃纖維絕緣材料背面牛皮紙的瀝青黏結分子，因剝落作用致部份有毒蒸氣漸漸的散發至空氣中，在持續漫長時日下，將致人體吸入大

量有毒氣體。

由於較冷之氣候或室外較吵雜、污染之環境，都會促使使用者關閉門窗等開口部，減少空氣流通的機會，均是促使有毒蒸氣瀰漫建築物室內的原因。

四、氡：

氡的前身是鈾、釷等放射性元素，地殼中的鈾二三八、鈾二三五及釷二三二、釷二二八等放射性核種在衰變過程中，都會釋放出氡氣，當建材中含有放射性核種或地區土壤中氡氣含量較高時，建築物內的氡氣濃度就隨之變化升高。一旦進入肺部，還會不斷蛻變為釷二一四、釷二一八等金屬子核，會吸附在肺部組織，這些子核本身也具放射性，而金屬不易排出體外，因此肺部在長期接受輻射劑量後，容易造成傷害引發肺癌。地殼中的氡會滲入地下室或是於建材中自然釋放出氡氣，因此如果建築物通風不佳，氡氣濃度自然會升高。一般而言，密不通風的地下室中氡氣濃度明顯地高於地面建築三到四倍。我國目前的氡含量限值標準為2,220個單位，但是缺乏足夠的測試研究了解我國建築物目前的一般氡含量狀況。

§3-4-3 室內濕度的影響

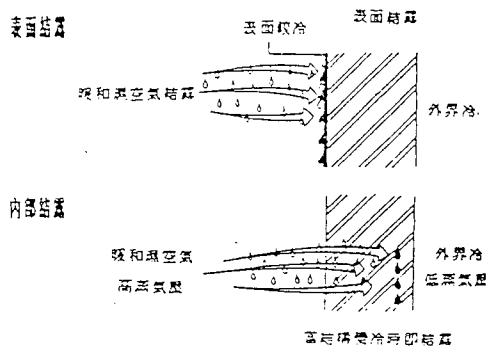
台灣地區的全年濕度值約在75%至90%之間，建築物室內壁面的隅角部或通風不良處常會有發霉、析晶及結露等嚴重的濕氣問題，成為居住生活中的困難，濕氣的來源主要分為兩部份：

一、液態水：係指造成濕氣前的水狀態，其源頭包括雨水的滲透、給排水設施失敗引起的洩漏或土壤水氣之毛細上昇現象等。

二、空氣中的水分：係以水蒸氣形態存在，遇冷凝結成水滴，其源頭無處不在。如壁面、隅角、天花板隙間、架空地板底部以及如地下室、儲藏室、廚房、浴室等較不易通風的場所最易發生。

濕氣所產生的物理狀況包括結露、上昇濕氣與滲透濕氣（或漏水）等三種。當空氣觸及露點溫度以下之物體時，內含的水蒸氣成飽和狀態凝結成水滴的現象稱為「結露」，結露現象之發生將損及建材影響其耐久性。冬季內外溫差大的空間及颱風過境、梅雨時期之高溫多濕空間，最易使室內發生表面結露現象，另外，透濕性材料內部某層之水蒸氣於露點以下的溫度時就會產生結露現象，稱之為內部結露。如圖3-4-2所示。

圖 3-4-2 表面結露與內部結露



資料來源：卓建光，1989，PP88

上昇濕氣則是土壤中的水分透過地板構造體之毛細管作用上昇至室內的現象。綜合整理濕氣所產生的物理現象可得如表 3-4-8 所示之結論。

表 3-4-8 濕氣所產生的物理現象

物 理 現 象	結 露	上 昇 濕 氣	滲透濕氣或滲水
潮濕現象	由濕漸次轉乾	由濕急速轉乾	由濕急速轉乾
踢腳板與地板交界處的濕度	濕度不高	濕度高	受浸透區之濕度高
是否有斑狀發霉跡象	是，可能已乾	稀少	有時會
隱密死角處是否有發霉跡象	是	否	否
壁紙或牆面是否析出鹽份如白華現象	少	通常情況會有	無
牆面及牆內濕度分佈情形	表面高，內部低	全濕	濕度漸次往源頭處升高
水蒸氣發生來源	有一至多處存在	基本上不受影響，但此二種濕氣會造成結露之來源	

資料來源：黃光龍，1984，PP68

第四章 改善室內空調環境的建築設計對策

第一節 建築敷地規劃控制

減低室內空調熱負荷量的方法，主要在於減低建築物外周區之熱負荷量，即在降低透過構造體、玻璃面、間隙風滲入室內空間的熱負荷量，並減少室內與外氣的熱負荷量。其降低方法可分為建築敷地規劃、建築構造體之隔熱處理、建築開口部之遮陽處理、建築開口部之面積規劃。

§4-1-1 建築物型態配置原則

影響建築通風計畫的主因為局部性的地形風，其因地形環境差異而產生自然環流，完全由溫差來控制其風速，其風力不如常年季風般穩定。在季風轉型期時，其尺度與溫差所形成之風速較季風期明顯，可做為建築通風計畫所用。

建築物的型態若能引進較佳之通風路徑，對於濕熱氣候地區有防暑且除濕之效果。因此，建築群體配置時若能錯開排列，可以爭取較長的鄰棟間隔，使每棟建築物的受風機會增加。若以透空性的建築形態代替密閉式的型態將可更有利於通風性能。

此外，基地四週的地形，樹木或其他棟建築物都有相當的影響性，建築物需配置在不被阻礙的位置上，亦即不可在通風陰影區域之內（如圖4-1-1）。另外，建築物的長軸和風向成直角配置。可將風壓力的差異度提高，利用風到達牆面所造成的高壓力區域引入自然風（如圖4-1-2），並在長軸的另一側設計出風口，配合風陰影區域較低壓之抽風效應而達到通風效果，亦即是在通風高壓力區設計入風開口部，在通風低壓力區規劃出風開口部。（如圖4-1-3）。

圖4-1-1 通風陰影區域

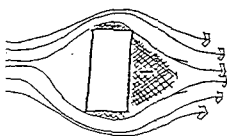


圖4-1-2 高壓力氣流區域

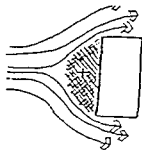
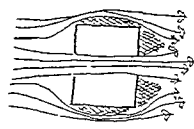
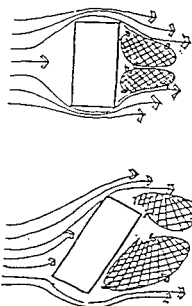


圖4-1-3 通風抽風效應



資料來源：周家驊，1990，PP110

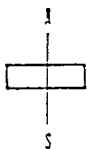
建築物型態的座向與建築形體的組合型態和風向關係亦產生完全不同之效應。以座向而言，扭轉建築物的朝向即會改變風力分布之狀況(如圖4-1-4)，台灣地區建築物之座向應以坐北朝南最佳，其考慮之優先次序以圖4-1-5所列示。以建築形體而言，不同形體建築物即產生不同之通風陰影區域，各種風向調整對各建築面之直交角產生之剝離效果不同而有所差異(如圖4-1-6)



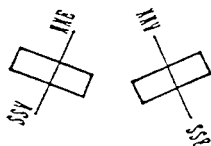
資料來源：周家驊，1990，PP114

圖4-1-5 台灣地區建築物方位之優先順位示意圖

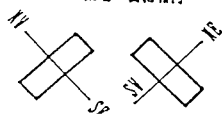
最佳順位：南--北軸向



第二順位：北北東--南南西
北北西--南南東軸向



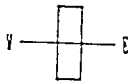
第三順位：西北--東南
東北--西南軸向



第四順位：東北東--西南西
西北西--東南東軸向



第五順位：東--西軸向

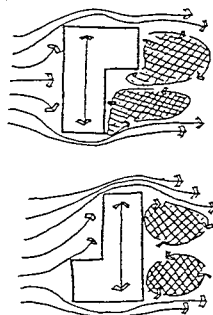


最差順位：水平面



資料來源：卓建光，1989，PP70

圖 4-1-6 建築物長軸與風向之直角關係配置

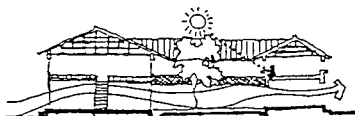


資料來源：周家驊，1990，PP114

以住宅而言，一般之建築規模不大，且室內隔間牆多，所以其建築物的型態以細長型對減少溫熱性能較佳，因其表面積總值較正方形建築物為大，其日射熱得量較少，散熱能力較強，亦可因兩面開窗的機會多而得到較佳的通風能力。這對於以冷房負荷為主的台灣地區建築物而言，整體住宅建築型態以細長型為佳。

建築基地內之建築物組群配置應考慮建築物實體與建築空地虛體間之關係，一方面顧及建築物之日照、採光、防火所需之鄰棟間隔，另一方面則對通風所產生的微氣候變化有決定性影響，其引導通風路徑對於改善室內通風成效有所助益。狹長基地若長邊兩側受鄰地阻擋，可考慮將空地留置於建築物中央，以改善日照及採光之需求，若能在中庭種植遮蔭樹木或草皮，則更能發揮利用通風冷卻環境溫度之效果。其方法可如圖 4-1-7 所示。

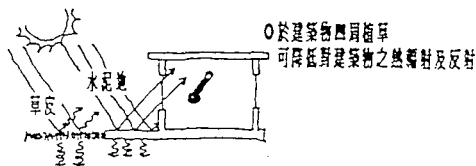
圖 4-1-7 狹長基地之通風路徑引導方式



資料來源：卓建光，1989，PP50

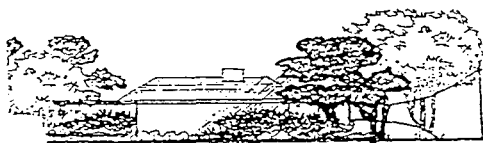
建築空地應避免過多之硬質鋪面或設計良好之遮擋日射之遮陽裝置，以防止其對建築物的熱輻射及反射而引起溫度上升。因此，適當的水池設置與良好通風能力的配合，適合的植栽配置與植栽種類之選擇等均有助於控制建築物外部之熱得量。如圖4-1-8，圖4-1-9所示。

圖4-1-8 空地鋪面對建築之熱效應比較



資料來源：同圖4-1-6

圖4-1-9 以植栽遮擋日射熱



資料來源：同圖4-1-6

§4-1-2 植栽影響與處理原則

一、植栽對溫熱環境的影響

植物對於太陽輻射有遮蔭、過濾、吸收與反射的作用，有助於減低太陽輻射熱量（如圖4-1-10所示）：

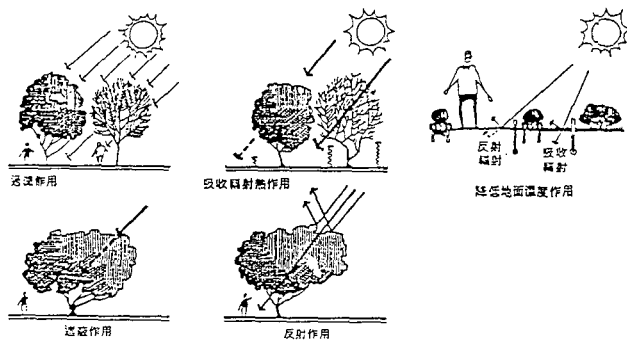
- （一）遮蔭及過濾作用：太陽輻射在遇到植栽時，可能被反射、吸收或部份穿透，達到減低熱量的效果。濃密的樹冠可以完全阻擋太陽的輻射線，產生清涼的遮蔭效果，而稀疏的樹冠也有過濾陽光只讓部份

的太陽輻射透過之功能。

吸收及反射作用：葉片吸收太陽輻射熱後不會造成再輻射，因其將所吸收的太陽輻射熱用來進行蒸發作用，有效的抑制表面溫度的上升。又由於眾多的葉片產生許多不同角度的反射面，將太陽直接輻射的反射轉化為漫射，皆有助於輻射熱量之減少。

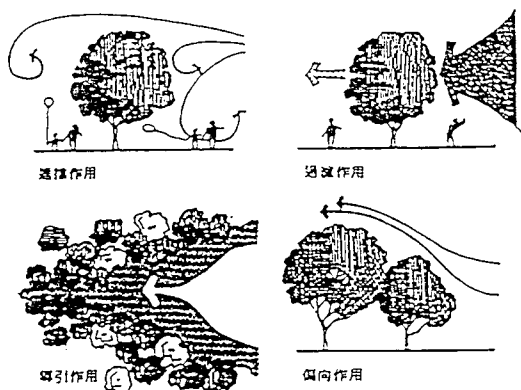
另外，植物配置對於氣流亦有偏移、導引、阻擋、過濾等作用有助於引進較佳之適風性能。如圖4-11所示。而植物的光合作用、蒸發作用及其他固體粒子如灰塵、砂粒、花粉也因被植物上的細毛吸附而減少、再經降雨而達到洗淋空氣與過濾、調節、稀釋及淨化空氣的目的，而有助於增進建築物通風換氣功能。

圖 4-1-10 植栽對溫熱環境的影響



資料來源：賴光邦，1983，PP36

圖 4-1-11 植栽對通風的影響



資料來源：賴光邦，1983，PP37

、植栽型態對通風的影響

植物型態對於增進自然通風，達到降低建築物外部溫度的功效影響甚大，植物之型態大致可分為(1)草皮(2)灌木叢(3)大蔭樹(4)爬藤等四類，其對通風之影響說明如下：

- (1)草皮：草皮之主要功能在於吸收太陽輻射熱，再利用輻射熱進行其葉面之蒸發作用，雙重降低地表溫度，若建築物周圍廣植草皮，並配合較低之窗戶，則可獲得涼爽之氣流。若建築物周圍之地表是水泥或柏油鋪面，則吹入之氣流反而比一般氣流高溫，宜極力避免。
- (2)灌木叢：在造園上，時常使用灌木叢，但它在通風效應上卻極為不利，密集的灌木叢徒然增高了空氣之溫度及濕度，它對夏季之通風非但沒有助益，反而因為它的高度正好阻擋了涼風之吹入。
- (3)大蔭樹：大蔭樹由於其濃密的樹葉擋住了大部份的陽光輻射熱，提供樹下陰涼之空間，氣流行經樹蔭下，氣溫因此而降低，亦可獲得良好之通風效果。但若成排大樹，形成縱深之樹林空間，則因空氣行經樹下之動力變小，對通風反而不利。
- (4)爬藤：爬藤類植物可構成棚架，具有樹蔭效果，亦可攀附在牆面上

，防止陽光輻射熱對牆面之加溫作用。若利用爬藤架做為開口部之遮陽，則必須在開口部與爬藤間留設適當之通氣空間，否則反而阻擋了原有之氣流。[賴榮平，1980，PP29]

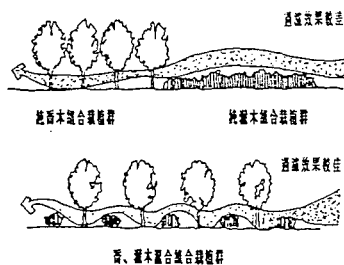
三、植栽對空氣淨化的影響

綠色植物的主要功能即為光合作用，其乃是由葉綠體中的葉綠素吸收光能，將二氧化碳轉化成有機物的過程中，放出氧的作用。因此植物藉由光合作用吸收空氣中污穢的二氧化碳而達到淨化空氣的目的。

污染的空气流過植栽群與其中含氧量高的新鮮空氣混合時即被沖淡，其中所含之煙霧及不良氣味則被植物所吸收，灰塵、砂粒、花粉則被植物上的樹葉、樹枝和樹幹等的細毛吸附而減少，再經降雨的過程而將空氣沈積、稀釋、過濾，甚至達到洗淨之功能，亦可達到通風之目的。

通常利用植栽淨化空氣的作法，是以參差不齊的喬木、灌木組合方式較佳，其淨化的效果遠較純採喬木或灌木單一栽植方式為佳，如圖4-1-12所示。

圖4-1-12 植物群組方式與空氣淨化效果比較



資料來源：卓建光，1989，PP58

第二節 建築構造計畫

§4-2-1 屋頂隔熱處理對策

台灣地區構造體的屋頂部位因位處緯度較低的濕熱地區，於夏季是建築物受日射熱最多的部位，其熱傳遞方式為傳導、對流、輻射等三種，帶給室內甚多熱負荷量。因此，其隔熱處理有以下之方式：

- 一、遮蔭處理：於屋頂搭建棚架或以雙層殼構造，借空氣層做為流散熱量之作用。並可於屋頂漆塗具反射作用之白漆或於屋頂層植栽樹木遮蔭，以降低屋頂表面之溫度。
- 二、於外部鋪設隔熱層：屋頂外部隔熱層係藉反射太陽輻射熱及本身之低蓄熱作用而隔熱，由於台灣地區對冷房的需求重於暖房，因此在屋頂部位的防濕層位置應置於高溫的外側。但仍需輔以流通的空氣層，以於夜間加強排熱，避免室內熱得不易排除之情形。
- 三、內部裝設天花板：屋頂下之樓層最好加設天花板，其上鋪設鋁箔，天花板與屋頂留設足夠之空氣層及通氣孔，可利用夜間加強排熱。

空氣層的設置具有抵抗熱傳導、對流、輻射之功用，其隔熱效果因空氣的厚度、傾斜度、氣密性、熱流方向、空氣層表面溫度差及表面輻射率之不同而異。空氣層厚度超過2cm時，逐漸產生對流現象，約6cm厚以後，其熱阻趨於一定。因此，若將空氣層分隔成數層，其總熱阻要比同厚度之單層空氣層大得多，亦即隔熱效果較好。[賴榮平，1986，PP59]

一般屋頂與天花板間之空氣層間可加設鋁箔層，利用鋁箔的高反射率（0.95）及低輻射（0.05）的特性，提高空氣層的隔熱效果。鋁箔最好是懸在空氣層中，既可減少熱線的吸收，又可減少再輻射，但上側部份將因日久積塵而減少其反射效果。若將鋁箔埋於結構體中，則其隔熱效果全失，只可做為防水層用。[賴榮平，1981，PP39]。

四、鋪設隔熱建材：概分厚度隔熱材與反射隔熱材兩類

(一)厚度隔熱材：利用經設計厚度的建材吸收熱量，較常使用的有玻璃棉、木絲水泥板、浪板、泡沫水泥、保利龍等。厚度隔熱在白天吸收熱量，在日落時，隔熱建材所吸收的熱能達到飽和時，它會開始向室內散熱，產生時滯現象，使室內溫度不隨太陽輻射熱減少而降低，也延長了能源消耗的時間。由於台灣的氣候屬於海島型氣候，氣候潮濕，因此隔熱建材還必須能夠防潮，這是傳統厚度隔熱建材無法克服的困難，其耐用年限不長。

(二)反射隔熱材：以反射輻熱的方式阻隔熱能，可採用防熱塗料或鋁箔隔熱片。因其是利用反射方式將熱能反射回去，它不會聚集大量熱能，目前採用的鋁箔隔熱片採夾有牛皮紙為內襯，以背襯鋁箔，雖比厚度隔熱材效果好，但對於防潮功能仍有限。於平屋頂與斜屋頂內部鋪設隔熱層時，其與於外部鋪設隔熱層之優劣比較可如表4-2-1所示。

表4-2-1 屋頂內外隔熱效能比較

	平 屋 頂 (RC 屋頂)	斜 屋 頂 (木造屋頂)
外 隔 熱	優點：防止防水層及構造體伸縮，隔熱性能較佳 缺點：需使用耐水性的隔熱材	[屋頂隔熱] 優點：有關樓空間可資利用 缺點：隔熱材易老化
內 隔 熱	優點：允許人們在屋頂上活動 缺點：內部易生結露	[天花板隔熱] 優點：可利用空氣層隔熱並藉通氣管排熱 缺點：內部易結露

資料來源：卓建光，1989，PP80

§4-2-2 外殼隔熱處理對策

建築物外殼因涉及開口部在內，而必須同時考慮遮陽、隔熱及通風等因素，本段僅就構造體部份考量。其中有熱量穿透壁體的速度與壁體受外界溫度變化而改變熱質量大小等因素是必須加以考量的。

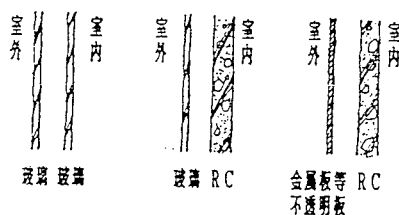
為降低外殼透熱值，即應防堵熱流藉由傳導、對流、輻射之方式進入室內：

- 一、為減少由傳導所傳入之熱量，可提高牆面之隔熱性或使用雙層壁體或雙層窗面，但需注意隔熱處理亦將使室內內部熱量無法穿透壁體逃逸，反而增加熱負荷量。
- 二、為減少藉由外牆對流效應所流入之熱量，只要使外壁面、窗面的透氣開口減少與提高間隙密實度即可。
- 三、為減少外周區的輻射熱，應在外壁採用高光度材料以增加反射率，或使用遮蔽設施減輕輻射穿透率。

其隔熱處理的具體做法有以下幾種：

- 一、提高壁體的遮蔽性，減少直接日射。
- 二、使用日射吸收率較低及淺色色澤、較易反射之外表材料。可以使等價外氣溫度減小。
- 三、增加構造體之厚度或絕緣性，可增加熱容量及延長時滯。
- 四、採用雙重外壁方式（如圖4-2-1），可於壁體上下設置的開口部，利用暖氣的浮力原理所產生的自然對流效應，在不浪費能源的情況下達到降溫及換氣功能。但外側玻璃宜選擇高反射率的材料或在外壁加遮陽處理，避免過多的日射熱透過玻璃進入室內。
- 五、隔熱層裝置在室外側，其隔熱性能較佳。
- 六、當外氣溫度高於室內時，外殼應有良好之氣密性，儘量減少室外熱空氣侵入室內。
- 七、當外氣溫度低於室內時，外殼應充分引進室外較冷空氣，使室內所有含熱體均能充分散熱，以儲存室外冷空氣之氣溫。
- 八、增加壁體之凹凸面，可使直接暴曬在太陽輻射下的面積減少，又因其得熱量隨之較平整壁面為少，其表面積增加量有利於散熱活動之進行。

圖4-2-1 雙層壁的組合型式



資料來源：卓建光，1989，PP106

4-2-3 遮陽板隔熱處理對策

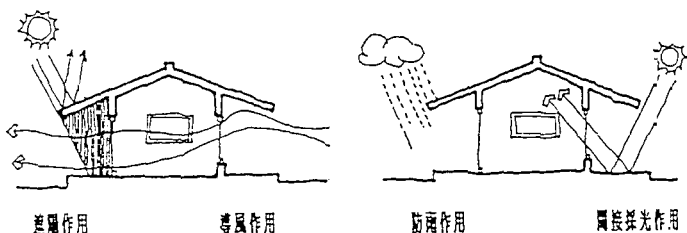
遮陽處理的功能包括改善通風、散熱效果等，遮陽處理的位置可在室內，亦可在室外，比較二者有以下之分別：

- 一、反射性佳之室內遮陽處理雖可阻擋部份陽光，卻也遮擋了通風路徑與視線，而進入室內滯留於玻璃與內遮陽之間的熱量層仍需加以排除，這些熱量雖可以利用浮力通風原理排除，但仍是室內熱環境負荷之一。較諸外遮陽處理之效果為差。
- 二、外遮陽處理之最大優點在於太陽輻射在進入建築物之前已被隔離，因而降低了經由玻璃透熱的機會，也避免了室內之溫室效應。

屋簷為外遮陽形式中的一種（如圖4-2-2），長挑簷之設計處理有助於以下之作用產生

- （一）遮陽作用：減少開口部及牆面接受太陽直接輻射的時間。
- （二）導風作用：有利於室內的通風效果。
- （三）防雨作用：保護壁體建材及增加雨天開窗之可能性。
- （四）間接採光作用：無熱負荷產生的採光作用以及室內光線較為均勻。

圖4-2-2 屋簷的功用



資料來源：卓建光，1989，PP90

- 三、若將遮陽板與構造體分離，則可藉風力與浮力氣流將滯留於遮陽板與窗面間的熱空氣排除，減低建築物的熱負荷量。遮陽的形式可分為水平式、垂直式、格子式及面狀式等四種。其中水平式遮陽較適用於台灣地區

的南向立面，以遮擋高度角之輻射線傾射。垂直式遮陽對於台灣地區東西向射入室內之低輻射角度問題較能解決，若再考慮以構造體與遮陽板分離方式，將更有助於通風處理。格子式與面形式遮陽均具水平、垂直遮陽優點，但其通風性能與採光性能則難以兼顧。依照“PASSIVE設計手法事典”一書，各種遮陽形式依結構體、構造元素、構件、分離裝設、材料處理之不同有如表4-2-2之區分。

表4-2-2 開口部遮陽的手法及原理

形式	特 性	結 構 體	構 造 元 素	構 件	分 離 裝 設	材 料 處 理
水 平	採光條件優越 容易獲得計劃口的效果 對朝南之方位有效	Balcony 兩庇 Louver 兩庇 格子 Louver 兩庇 梁型	Louver Fin.	Ermine Sash. (瑞典式窗)	Venetian Blind. 水平 Louver Panel.	
垂 直	採光條件有其方向性 容易裝配 容易做可動機構 對東、西方位有效	邊牆 梁柱壁	Louver Fin.		直立形 Venetian Blind. 垂直 Louver Panel	
格 子	遮蔽率高 不易做為可動之構造體	邊牆及混 凝土 格子壁體 梁窗	格子 Louver		格子 Louver Panel	
面 狀	視覺效果被遮蔽，較容易保視界之私密性			玻璃窗、拉窗	Roll Blind 窗簾	特殊板玻璃 Profilit 板玻璃布 鐵絲網

資料來源：PASSIVE 設計手法事典，1982

第三節 建築物外牆開口部設計

影響建築物開口部的自然氣候因子，包括氣溫、日射、日照、風及雨量等五項，外牆的開口部乃做為調節建築物外部不良氣候因素條件的工具，例如調整過高的氣溫，過多的日射輻射量及日照情況，過於強烈的風及過於頻繁的雨量等，使室內空間環境得以維持在人體舒適的範圍內。

由於建築物開口部兼具通風、採光、透視的使用功能，對於光線的穿透、引入及照明，新鮮、污濁空氣與冷熱空氣的交換，視線的穿透與溝通等提供相當程度之作用。因此，在高緯度的台灣地區考慮欲減少因開口部太大而引入過多輻射熱的同時，亦應考慮保留足夠的通風換氣開口空間以達到室內良好的空氣品質。在二者發生相互矛盾，不能兼得的情況下，建物開口部規劃應同時考慮予以適當的遮陽處理，在隔絕熱量的處置下仍能維持一定的通風量，是必須具有妥善的開口部面積規劃的。

§4-3-1 建築開口部遮陽處理

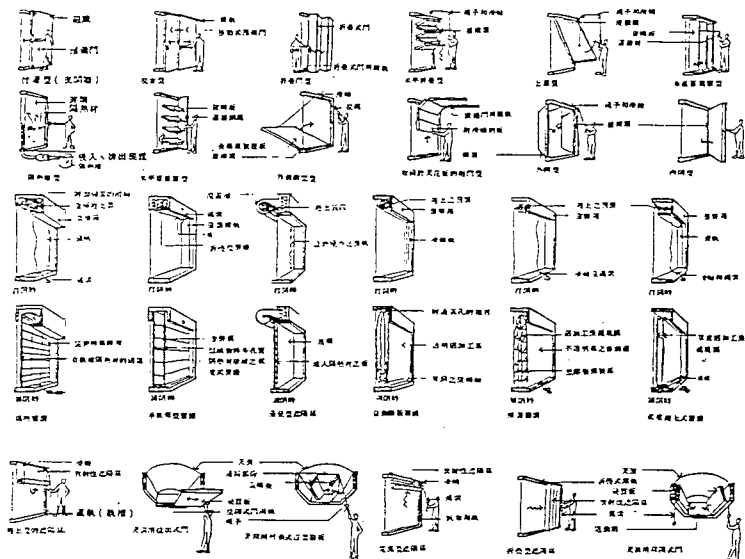
一、通風、換氣功能

由於開口部兼具通風、採光功能，自建築物外部引進熱負荷量至室內甚難避免。因此，加裝遮陽設施至為必要，若其為可調整式裝置，將更有助於隨季節、風向、座向等環境因素而變化。如圖4-3-1所示。

二、隔熱性與氣密性

開口部的氣密性不佳時，開口部的需氣量增大，在空調空間中造成能量的損失，在非空調空間則由於難抑制冬季冷風滲入產生冷擊現象而不舒適（如圖4-3-2所示）。同時，開口部若採用金屬製門窗框若未有較好之斷熱處理，會引起熱橋現象而增加室內之熱負荷。因此，若改採木製門窗，或於金屬框內外側加入隔熱材料均可獲得改善。各種門窗的窗框等級如表4-3-1所示。

圖 4-3-1 各種可調整開口部遮閉裝置示意圖



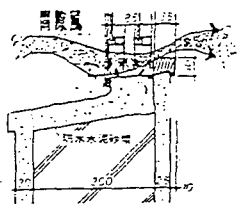
資料來源：卓建光，1989，PP116、PP117

表 4-3-1 各級門窗之窗框係數表

等級	I	II	III	IV
窗框係數	0.2(m/m hr)	0.9(m/m hr)	3.2(m/m hr)	12.9(m/m hr)
間隙寬度	0.1mm	0.2~0.3mm	0.5mm	1.0~1.5mm
適用例	氣密性構造 如鋁門窗	氣密性構造 下附密封條 上附密封條 之木製窗框 或木製窗框 之木製窗框	氣密性構造 密封條 之木製窗框 或木製窗框 之木製窗框	無氣密性構造 之木製窗框 或木製窗框 之木製窗框

資料來源：賴榮平，1986，pp20

圖 4-3-2 氣密性不良引起之間隙風滲入現象



資料來源：卓建光，1989，PP124

三、加強玻璃熱控能力

玻璃之種類依其厚薄、色澤、構成、花紋等之差異而有不同的熱控能力，透過玻璃面的長波日射常以對流方式進入室內後變成其當時的熱負荷，而短波日射經窗面進入室內時被傢俱、樓板及牆體吸收後再慢慢釋放出來，形成有時滯現象的熱負荷。

若改以熱反射玻璃以加強玻璃之熱控能力，雖可解決室內問題，但其反射所造成外界眩光之公害卻不可忽視。因此，若能改採複層玻璃，因其具有雙層玻璃的加總效果及真空層的隔熱作用，將可使其透過率大為降低。

§ 4-3-2 建築開口部面積規劃

卻求建築物開口部的最適面積規劃，以最低能源消耗的觀點，其所需考慮的因素包括室內晝光照射度與輻射熱負荷二者之綜合評估。光線經由開口部進入室內提供自然採光，也降低人工照明的需求量而節省了照明與空調的耗電量，同時也引進輻射熱負荷，而反應在空調耗電量上。因此，吾人欲進行此項綜合評估，必須同時以引進光線後的照明減縮量、因照明熱量引起之空調負荷減縮量，因輻射熱所產生之空調耗電量與建物隔熱性能值等四者共同考量。

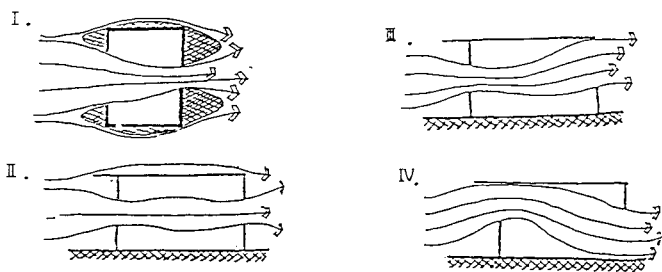
目前，此方面之本土研究仍有增加實驗測試樣本與數學規劃模型評估方法再檢討等工作，尚待努力進行。綜合各研究成果之結論分析，依針對既有建築物的評估檢討工作而取得之綜合耗能評估方法，是可以產生量化之數據

，並提供出若干種最佳組合模式，供建築設計者做為外牆開口部開窗率之面積規劃依據。但仍有待建立更多本土性氣象資料與實測驗證研究，此開口部面積規劃模式方足以做為建築物規劃階段的設計參考。

§4-3-3 建築開口部通風計劃

建築物的開口部與外部自然環境直接接觸，在開口部的設計上應考慮將夏季的微風引進室內，在有感氣流的吹拂下，經過室內居住者之生活區域，以促進人體的散熱量，將多餘的熱及濕氣帶出室外，使人感覺到涼爽。（如圖4-3-3）。於冬季的寒冷氣候時，開口部應慎防間隙風（賊風）之侵入室內，而便在室者有不舒適之感覺。

圖4-3-3 開口部通風規劃方式



資料來源：周家驊，1989，PP110

開口部之通風計劃應考慮評估之項目有風量、風速與通風路徑等三項，由於各建築物之室內隔間牆壁位置、迎風面與背風面之開口部位置及開口部大小等都不盡相同，且都影響到此三項數值之評估判定之可能。以人體而言，風速對人體的影響可由表4-3-2得知，因此風速在 $1.0\text{m}/\text{sec}$ 以下時，屬於人體舒適範圍之內，可為人體所接受。

表4-3-2 風速對人體及作業之影響

風速	對人體及作業之影響
0 ~ 0.25 m/sec	不易察覺
0.25 ~ 0.5 m/sec	愉快，不影響工作
0.5 ~ 1.0 m/sec	一般愉快，但須提防薄紙被吹散
1.0 ~ 1.5 m/sec	稍有風擊及令人討厭之吹襲，單面紙張吹散
1.5 ~ 7 m/sec	風擊明顯，薄紙吹揚，厚紙吹散。若欲維持良好之工作效率及健康條件，須改正適當之風量及控制風的路徑。

由於通風與防風皆為建築物規劃考慮因素，兩者且有互相矛盾之處，如何妥善規劃兩者為影響室內環境之主要因素，坊間常見引用之可動式遮陽板實為理想之解決對策，可依所欲導引或抗拒之風向隨機調整至為便利，惟其在採光處理上較為不利。如同圖4-3-1所示。

第四節 室內空間改善對策

§4-4-1 室內空間配置對空調環境之影響

第二章 §2-2-2 曾對我國既有居住空間型態予以分析，基本上得知我國現行主要居住空間型態在公共空間、私密空間、服務空間的配置形態上採發散式，並未依本土物理環境條件而予以詳細考慮認真設計。一般而言，適用於溫濕熱氣候地區之居住空間應在充分考慮外部環境、建築設計及使用運轉等三項因素下達到以下配置原則：〔卓建光，1989，PP74〕

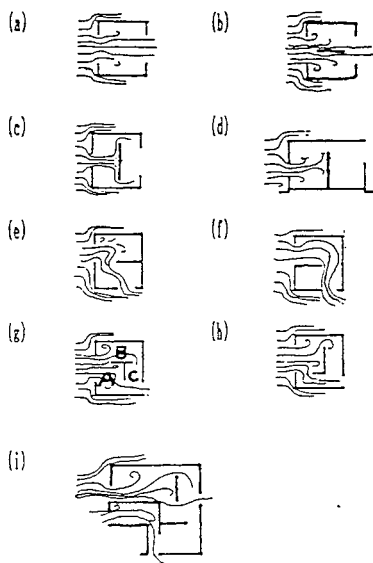
- 一、廚房因內部發生熱大，可置於北面。
- 二、浴廁須考慮衛生及除濕條件，東面或西面因可提供最強的日曬及採光，而為理想之場所。
- 三、起居室、臥室等生活空間置於南面，有利於夏季適風，冬季採暖及防風。
- 四、儲藏室、廊道等服務空間，因對自然採光之要求不高，可設於內部。
- 五、整體性的佈局應能注意到使每間居室（包括廚房）均有兩面開窗的可能，以獲致良好的通風換氣效果。
- 六、多利用活動隔間牆，以滿足不同的舒適度要求。

七、如走廊、樓梯間、機械室、儲藏室、浴廁、玄關、車庫等服務性空間，因其對室溫、照明之要求水準不高，儘量設置在熱負荷最不利的方位（如東，西兩側），或採光最不利之位置，做為室內生活空間之緩衝空間

活動隔間牆的彈性使用觀念是有助於彈性改變室內氣流路徑之方式，其依使用需求，季節變化與使用時間的不同而能予以適當合理的調配，將提昇舒適度之滿意程度。隔間牆對室內氣流路徑的影響可由以下如圖4-4-1所示明瞭：[卓建光，1989，PP72]

- 一、無隔間牆的氣流模式(圖A)。
- 二、與室內氣流路徑平行的隔間牆，對既有氣流模式影響並不大(圖B)
- 三、與室內氣流路徑垂直的隔間牆，對既有的氣流模式影響較大(圖C)，同樣的效應也出現在剖面上(圖D)
- 四、隔牆如圖E所示，上部空間無通風，下部空間通風微弱。
- 五、隔牆如圖F所示，上部空間通風強，下部空間無通風。
- 六、氣流模式將因氣流尋求最短的出口而決定，因此如圖G所示，其通風效果以A室最大，C室最小。
- 七、當隔間牆與氣流相垂直時，其後部空間很難獲得氣流(圖H)。
- 八、隔間較為複雜之平面，氣流模式亦較難捉摸，但尋求最短出口的現象仍不變(圖I)。

圖 4-4-1 室內隔間對通風效果的影響



資料來源：卓建光，1989，PP72

欲使室內使用者於生活區域之作業面在無冷房效應下接受自然通風，享受快感通風之舒適感，其在室內空間配置上有以下之原則：

- 一、外部環境上應能利用局部地形圖，鄰棟間留設適當距離。
- 二、開口部充分迎接夏季季風，以兩面開窗方式引導風的穿越，若能輔以可調式遮陽設施將有助於引導風向。
- 三、夏季涼風欲吹拂作業面，不適宜採用高窗。
- 四、減少不必要的隔間牆，通風路徑亦不宜過長。

§ 4-4-2 室內濕氣之防止解決對策

建築物經常發生發霉、結露的現象，其特徵經歸納如下幾點：〔黃光龍 1984，PP67〕

一、結露常發生在空間內較冷的區域，包括：

- (一)掛畫、壁紙、傢俱後部或衣櫃內部。
- (二)在臥室和玄關內壁面。
- (三)有外露金屬或導熱能力強的構件，而形成熱橋現象(Heat bridges)的內牆。
- (四)牆的下部區域。

二、結露常使霉菌孳生，但並非一定在甚潮濕的地方。

三、通風不良的區域。

四、在較高溫度的地方如洗衣間、水分滲透處、或眾人聚集處。

五、潮濕的界限不甚明瞭。

由於上述現象對生活產生極大之不便，也對健康產生影響，應予以事先防止，其方式可分對於防止濕氣、結露與防止上昇濕氣兩部份之對策：〔卓建光，1989，PP108、PP140〕

一、防止濕氣與結露之對策

- (一)減濕處理：儘可能藉通風及換氣的手法排除室內發生的水蒸氣，降低相對濕度，良好的通風是最好的除濕法，可使結露的機率下降，是最常用的方法。
- (二)加熱處理：或是保溫處理，由制止室內壁面溫度的降低，可控制水蒸氣之凝結速度，雖可降低結露的發生，然而並非十分有效，所以通常加熱器直接對準較冷的表面烘乾，其效果可較顯注。多適用於暖房使用。
- (三)加強隔熱：建築物本身的隔熱處理對結露的控制非常有效，隔熱層有助於減緩表面溫度的下降，減少結露機會。
- (四)防濕層處理：於結露側（即較高溫側）置防濕層，避免水汽侵入壁體內造成內部結露。

二、防止上昇濕氣之對策

- (一)地板搗築施工前，必須在級配上全面敷設防潮層(0.3mmPVC塑膠布)，並且在施工時避免於表面有物體架設之可能，以免構成潮氣上升的路徑。
- (二)以架空地板之作法，避免地板與土壤直接接觸。

解決上述濕氣與結露現象之對策經整理可歸的如下：

表 4-4-1 室內濕氣與結露之解決對策

處理對策	結 露	上 昇 濕 氣	滲透濕氣(或漏)
處理原則首重疏源、次為堵絕	<ol style="list-style-type: none"> 1. 以防潮層堵絕濕氣路徑 2. 改善通風 3. 使用除濕機(ACTIVE) 4. 避免內外過大之溫差 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 以塗不吸水性防潮層堵絕濕氣路徑 2. 改善土壤與建築物間的排水設施 3. 表面防潮塗裝，清除表面及底層之鹽類，重新敷設水泥砂漿 4. 改善通風 5. 灌入斥水性化學物於建築物地板內 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 漏水處補修 2. 對於多孔隙處如磚牆實施塗覆蓋或塗裝 3. 結構體及水管折處之防漏處應加強

資料來源：黃兆龍，1984，PP68

第五章 改善室內空調環境的空調設備對策

第一節 空調設備之使用現況

§5-1-1 採用空調設備之必要性

台灣地區的都市住宅大都以廿坪至四十坪左右之空間所區隔，每個住宅單元可說是由數個小房間組合而成，每個小房間之面積規模均很相近，且為爭取自然採光與自然通風之需要，多於設計上規劃開口部以增取光線與新鮮外氣。因此，居住建築物的室內空間可視為外周區，當其受到夏季室外增加的日射熱影響時，極易增高其室內熱負荷量。由於住宅單元內的隔間牆甚多，雖因增設之開口部甚多可增加自然通風之機會，但亦因阻隔物過多而致難達到有效之空氣對流效果。目前之住宅建築物所設計之開口部，其因採光功能而引入之日射熱負荷量較因通風功能而減少驅散之室內熱負荷量為大。若非經過精心規劃設計之建築物，其欲藉建築設計手法完全解決夏季不舒適之問題甚為困難，僅能達到局部減少不利因素之效果而已；因此，運用機械空調方式解決室內空調問題乃為必然之趨勢。

居住環境的耗能狀況中，空調設備之使用量佔了極大的比例。在未使用空調設備之住宅中，以食物保存及料理耗能量最大，幾達65%，熱水耗能量則達20%，但在夏季使用空調設備五個月，每天使用6小時之30坪家庭，其空調耗能量則佔全年耗能量的41.6%。總計台灣地區住宅建築物空調設備於一年中耗用的電能，約佔該建築物全部電能耗量的30%左右，其所耗用能源占全國整體源耗用量之比例甚高，近年來亦增長至與辦公建築類之耗能總量相近。因此，如何加強居住環境省能設計之要求與設計手法之研究，於現階段已至屬必要。

由於近年來的城鄉發展趨於都市化，都市熱島效應有逐年嚴重增長之趨勢，人類為追求居住空間之舒適性，以達到人類於工作、娛樂、交通需求之後的休息需求，其耗用空調用能源以解決室內空間之溫熱環境與健康環境問題，是難以避免的、是必要的。

§ 5-1-2 空調設備應有的功能需求

人類追求舒適環境的努力過程中，如本研究第二章所述的溫熱環境與健康環境研究範圍內，吾人應力求以建築設計為主的自然環境對策與以空調設備為主的設備運轉對策等，謀求達到空氣清淨程度要求標準。亦即達到解決溫熱環境與健康環境之不適程度。

一、溫熱環境

(一)降低溫度

溫度調節是一般採用空調設備的最主要目的，或為增暖作用或增冷作用以調節適合人體之舒適環境。以台灣高溫高濕的氣候特性來看，以冷房需求的時期明顯長於暖房需求的時期，一般冷房溫度的設定以達到室內所測之乾球溫度 $27 \pm 1^\circ\text{C}$ 、濕球溫度 $19.5 \pm 0.5^\circ\text{C}$ ，以及室外所測之乾球溫度 $35 \pm 1^\circ\text{C}$ 、濕球溫度 $24 \pm 1^\circ\text{C}$ 為主。〔黃傳興，1988，PP31〕

空調設備的種類繁多，分別依其不同需求目的而有性質與功能之適用性差異，將於本章第二節另行探討，在此不加贅述。

(二)降低濕度

台灣地區的全年濕度值約在75%至90%之間，夏季與冬季的相對濕度並沒有很大的差距，唯獨於梅雨期時，濕度值較一般時期為高。然而依前人研究成果顯示人體的適合相對濕度值應在40%至70%之間，當相對濕度值過高時，人體表面的散熱能力將較差，相對的感覺溫度將升高，就必須借重自然通風手法、換氣設備與具有除濕功能之設備予以有效降低濕度值。

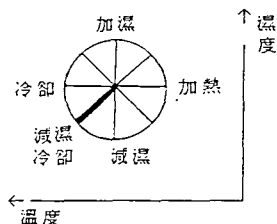
以機械設備達到改良空氣濕度值的方式，一般常見的有以下兩種情況：

- 1、獨立式除濕機：其除濕原理是利用冷媒的循環，使其溫度降至露點以下，而令水汽凝結成水滴，除濕後的空氣再經過凝結器再熱作用，以降低相對濕度。其特點為可自由調整設置位置，一般住宅使用之除濕機功能為每日達到8公升至10公升之除濕能力；以除濕效能計算，為平均每度電力約可自空氣中除去1.2公升至2公升之水份，甚具效果。其於使用上應注意以下事項以茲配合：

- (1) 使用時，室內開口部應大部份緊閉，僅留小部份開口部進行換氣作用。
- (2) 除濕機位置應位於室內空間的中央以達到功效。
- (3) 除濕機毋需配合冷氣機或暖氣機等空調設備使用。
- 2、冷氣機：冷氣機原即具有除濕功能，唯其在除濕之後的冷空氣無法使其再經過凝結器而致回升溫度，為求達到其冷卻、除濕功能與目的，一般採用的對策有以下兩種：

- (1) 控制壓縮機：以間歇性運轉方式，而達到除濕之目的。
- (2) 裝設減濕器：除濕冷卻的原理在於降溫與減低濕度，其空氣狀態的變化如圖5-1-1所示。除濕冷卻系統的種類包括以裝置方式與化學方式兩種；裝置方式為由加濕器、熱輪熱交換器、加熱器及除濕轉輪所組成的開放通風形式與密閉循環形式所構成，化學方式依目前有關之研究成果已採用固體除濕方式，不僅可控制空氣溫度，乾空氣經蒸發冷卻後也可降低溫度，達到溫度控制之效果，若將經除濕處理之空氣送往空調機，則可免除空調機的潛熱負荷。除濕冷卻系統之構造簡單，可取代傳統空調系統中之壓縮機，無論是開放通風形式或密閉循環形式，主要是由轉輪式除濕機、熱輪熱交換器、加熱器及蒸發冷卻器等之混合系統所構成。〔楊冠雄，1989，PP30〕

圖 5-1-1 空氣狀態變化圖



資料來源：本研究繪製

(三) 控制通風

為使風速能控制在令人舒適的範圍，可以在無法利用自然通風的情形下裝置通風機，強力引進外氣以行通風之功效，其目的包含以下兩項：

- 1、維持室內空氣流通：室內人員活動或室內受熱時，會蒸發出水份，造成室內溫度提高，人體排汗不易蒸發而覺得悶熱，通風可以使室內空氣流通，人體皮膚表面覺得舒適，以達到室內風速達 $0.05\sim 0.3\text{m/s}$ 的目的。
- 2、移去室內生熱：建築物牆壁受太陽輻射熱與室內人員活動及發熱設備的散熱影響，室內溫度會相對地提高，除了可靠冷房移熱外，也可利用通風移去其所產生的熱量來降低室內的溫度。以達到降低室內的溫度至 $26^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ 之目的。

(四)區域性差異：

若將台灣地區劃分為北、南兩部份，其各區域的氣候差異性不同。北部冬冷夏熱陰雨不斷，調節溫度之冷房與暖房功能均需要，調節濕度的除濕功能則於春季梅雨季節需求甚殷；南部夏日酷熱，以冷房功能需求較大，除濕功能需求尚在其次。

二、健康環境

(一)降低二氧化碳等有害氣體之濃度

室內人員活動與吸煙會產生 CO_2 及汗臭，室內的壁飾材及油漆、木材傢俱會釋出鹼類、揮發性高與惰性氣等氣體，造成室內空氣的污濁，令人感覺不舒服，通風可以帶走污濁的空氣，改善室內空氣的品質，保持室內空氣的新鮮，不致令人昏昏沈沈。一般將室內 CO_2 的濃度基準規定在 $1,000\text{ppm}$ 以下，以對辦公室靜坐的人而言，必要的外氣量約為 $30\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{人}$ ，當將此值乘上室內的人數決定外氣輸入量時，輸入的外氣通常對空調造成很大的負荷。因此若能適當的控制外氣量，對降低空調的負載有幫助，目前採用的外氣控制方式有三種，分別為固定式，手動設定式及利用 CO_2 感知器的自動控制方式。其可將引進之大量新鮮外氣將二氧化碳的濃度大幅降低達到人體可接受的程度。

然而當外氣本身已不夠潔淨時，或外氣供給系統設計不當時不僅耗用大量能源，而且未能達到淨化空氣之效果。因此，將室內空氣隨時做

淨化處理，把空氣中的污染物有效過濾，使室內污染物濃度維持在合理程度。近年來研究顯示，氣密性高的建築物在缺乏適當新鮮外氣調節之下，產生甚多「病大樓症候群」(sick Building Syndrome)的案例，造成室內辦公人員頭痛，眼痛、鼻癢、喉嚨痛、昏沈易怒等不適情形，是值得吾人注意的。〔陳海曙，1990，PP263〕

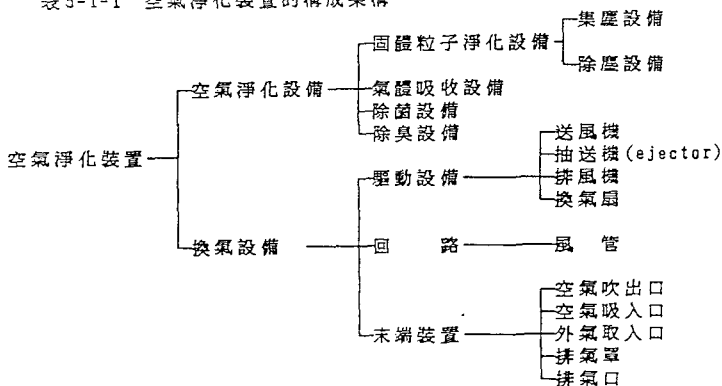
(二)控制氣壓

可運用機械設備將室內造成正壓或負壓，壓力達 $1.25\text{mm} \sim 2.5\text{mm}$ 汞柱，有的建築物是在有危險氣體產生的區域內，有的室內要求清淨度高，因此室內須保持正壓，防止污染的粉塵或有害的氣體進入室內，有的室內須保持負壓，防止污染的粉塵或有害的氣體外洩，適當的通風可以達到室內的的要求。

(三)裝設淨化裝置

欲解決影響健康環境之空氣污染問題，除了以自然通風擴散稀釋污染物濃度的方法外，以裝置空氣淨化設備為主要之改良方法。空氣淨化裝置要達到淨化固體粒子、吸收氣體、除菌及去除惡臭等四種目的，其構成設備應包括處理直接空氣污染的空氣淨化設備及換氣設備在內，其主要構成元件之組合架構可如表5-1-1所示方式結構。

表5-1-1 空氣淨化裝置的構成架構



資料來源：陳世偉，1990，PP89

目前各種空氣淨化器之型式與功能優缺點比較，經整理簡如表5-1-2所示之分析。

表 5-1-2 各種空氣淨化器之優缺點比較

種類	優點	缺點
1.黏性撞擊式	1.購置成本低	1.對大氣塵土之濾過效率低
2.聚苯乙烯靜電式過濾器	1.較一般爐用過濾器更能收集較小的帶電荷微粒物	1.微粒物必須預先帶靜電荷 2.RH值增加，其效率隨之變差
3.自動清可移動濾毒式	1.可不斷的清洗	1.對濾過小微粒物效率差 2.氣壓降很高
4.擴大過濾面積過濾器	1.有效過濾面積大 2.因進入過濾器之氣流速降而效率增 3.花費中等	1.比上述1,2及3式還貴 2.較不被採用
5.帶電荷媒介體式(單層式電子空氣清潔器)	1.對塵土濾存力高 2.效率中等	1.經常要換新且花費高 2.當相對濕度在70%以上則效率變差
6.電子空氣清潔器(雙層式靜電沈澱器)	1.不論濾過大小微粒物之效率都高(70~98%) 2.與其他高效率集塵器比較其氣壓降與用電均低 3.可收集乾和濕的微粒物 4.可清洗	1.購置費用高 2.因高壓而威脅了安全保障
7.HEPA高效率微粒污染物滯留過濾器	1.效率最高達95~99.9%	1.氣壓降很高(1吋WC) 2.費用高、昂貴 3.定期換新費用高

資料來源：謝英哲，1987，PP49

第二節 空調設備之適用性分析

§ 5-2-1 空調設備種類

空調調節的目的在保持適合於人或物品所需之舒適條件，亦即包括室內的溫度、溼度、氣流、灰塵、細菌、臭氣及有害人體之氣體等。整體空調設備系統是由空氣調節裝置、空氣輸送裝置、熱輸送裝置及冷熱源裝置等次系統所組成，各種裝置之內部組成狀況為：

- 一、空氣調節裝置：加溼器、空氣加熱器、空氣冷卻器、空氣過濾器。
- 二、空氣輸送裝置：空氣進氣口、送風機、風管等。

三、熱輸送裝置：泵、給排水配管、蒸氣配管等。

四、冷熱源裝置：鍋爐、冷凍機、冷卻塔等。

台灣地區位處亞熱帶、熱帶交界地區，且為海島型之地理環境，如何利用空調設備降低室內空間熱負荷量為建築環境控制上的主要課題，因此在空調設備的利用上應以供冷功能大於供暖功能，本研究於此部份即僅針對供冷設備進行探討。供冷設備系統的熱量傳遞流程為由空氣輸送裝置（送風機）傳遞給空氣調節裝置（空調箱），再由熱輸送裝置（冰水循環泵）傳遞給冷熱源裝置（冷卻塔），最後由另一組空氣輸送裝置（冷卻風扇）將熱能傳遞至大氣中，完成整體熱交換過程。

由於每個房間的外部環境條件與配置方位不同而致日射熱負荷量不同，或因使用時數長短不一，日夜間使用時間不一，所以各個空間裝設空調機的使用情形亦有不同，其空調耗能情形也有差距，因此其設置空調系統乃依其個別需求而異。

空氣調節設備依其裝置機器的種類可劃分為中央空調系統與個別空調系統兩類，如表5-2-1所示。居住空間多依個別單位空間的需要裝置個別空調設備裝置，以依照各室空間規模之不同，機動調整設置裝置之效能需求。

表5-2-1 依室內裝置空調機器分類之空氣調節系統

	設置機器	系統之名稱
中央空調系統	風管	• 單風管定風量系統 • 單風管變風量系統 • 變風管系統 • 終端再熱系統 • 空氣誘導機系統
	個機	• 風管機系統 • 誘導機系統 • 分離式小型中央空調系統
	輻射板	• 輻射板系統
個別空調系統	箱型冷氣機 窗型冷氣機 分離式冷氣機 WTA冷氣機	• 箱型機與風管併用

資料來源：賴榮平，1989

一般而言，住宅建築的空調設備系依其主機冷卻容量可分為中央式主機空調系統、箱型機空調系統、窗型機空調系統三種。

一、中央主機空調系統

乃使用於建築空調面積大，多層數之建築類型，其建築物使用時間連續並相當一致之場所，多為大型高層集合住宅採用此種系統。其主要設備包括冰水主機（壓縮機、冷凝器、蒸發器）、冷卻水泵浦、冷媒泵浦、冷卻水塔及送風機（空調箱、抽送風機、小送風機）等。

表5-2-2 依熱媒分類之空氣調節系統

熱媒之種類	系統之名稱
空氣 1(全氣式)	<ul style="list-style-type: none"> • 單風管定風量系統 • 單風管變風量系統 • 雙風管系統 • 末端再熱系統 • 空氣誘導機系統 • 箱型機與風管併用系統
水 2(全水式)	<ul style="list-style-type: none"> • 風管機系統 • 輻射板系統 • 分離式小型中央空調系統
水、空氣 3(水氣併用式)	<ul style="list-style-type: none"> • 水——空氣誘導機系統 • 風管機與風管併用系統
冷媒	<ul style="list-style-type: none"> • 輻射板與風管併用系統 • 分離式小型中央空調系統 • 直膨式空調箱

資料來源：賴榮平，1989

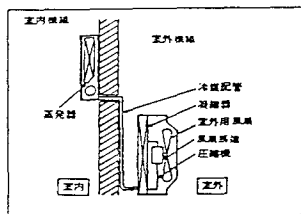
若以熱媒的種類區分空氣調節系統則可有以下表5-2-2之分類方式。以空氣為冷媒的空氣膨脹冷凍法，即為高壓空氣減壓而膨脹時，藉其本身溫度下降而產生冷卻效果，此冷空氣直接供應作為冷氣使用，以開放方式，不再循環使用，其性能係數(COP)小於0.75，機械體積較大，並不適合小規模建築物使用。以水為冷媒的真空蒸發冷凍法於低壓狀態蒸發吸熱以降低溫度，藉產生之冷卻水循環以產生冷卻作用。此法亦因體積較大，並不適用於一般建築物。

二、箱型空調系統

多使用於建築空調面積100至200平方公尺的獨立室內單元，其冷卻能力有限，使用時間為間斷，且各單元的使用時間均不同之場所。目前使用較多的分離式空調系統屬於箱型空調系統中之一種。其主要設備包括空調箱（含壓縮機、蒸發與冷凝管路、送風機），冷卻水塔等。採用此種空調方式的住宅建築物包括四至五層中高樓住宅、六層以上高樓式集合住宅或為低層獨棟或連棟式住宅。

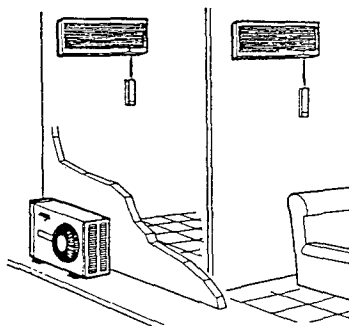
其裝置原理乃是將窗形空調機的冷卻部分與凝縮部分分開成兩部分，冷卻部分集中在室內機組中、凝縮部分集中於室外機組中，室內機組在室內、室外機組設置在室外，當中只要冷媒配管及操作電線將它連結起來即可，所以比起窗形的空調機，它的安裝場所不太受限制。如圖5-2-1所示。其形式依室內機組的形狀不同，可分為壁掛式、落地式及垂掛於天花板上的吊掛式等安裝方式。由於住宅內若有幾個不同的居住空間都需要空調時，亦可由此種分離式組成複合形式，亦即1台室外機組連接2~3台室內機組，根據需要，可同時將1個以上的房間改造成冷暖房，此種形態的空調機對室外機組設置空間少的集合住宅相當方便。如圖5-2-2所示。

圖5-2-1 分離式空調系統之組成



資料來源：首照表，1986，PP75

圖5-2-2 分離式空調系統之裝置



資料來源：首照表，1986，PP75

三、窗型空調系統：多使用於獨立的小空間單元，其單元面積在60平方公尺以下，最適於住宅中的各個居室單元獨立控制使用，其每個機組裝設於外壁上，在使用上具有彈性與自主性，各個單元使用時間可完全不同，且操作容易，置冷熱源輸送裝置，可節省單元空間之體積。採用此種空調方式的住宅建築物多依其個別彈性需要而裝設。

其裝置乃是將冷凍循環裝置、送風裝置及運轉控制裝置全收納在一個空氣調和箱中，同時將冷卻部份設置在室內側，凝縮部份設置在室外側，安裝在窗戶或牆壁上使用，如圖5-2-3所示。裝置之形式又可分為置於冷氣之窗形與置於窗戶的直立形，如圖5-2-4所示。

圖5-2-3 窗形空調系統之組成

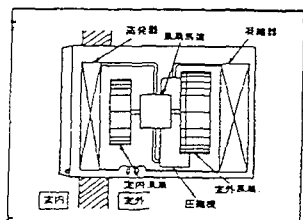


圖5-2-4 窗形空調系統之種類

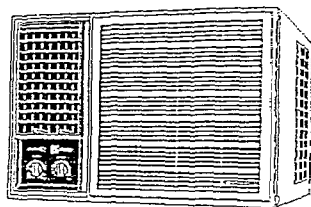


圖 A 窗形

資料來源：普照裝，1986，PP75



圖 B 窗形(直立形)

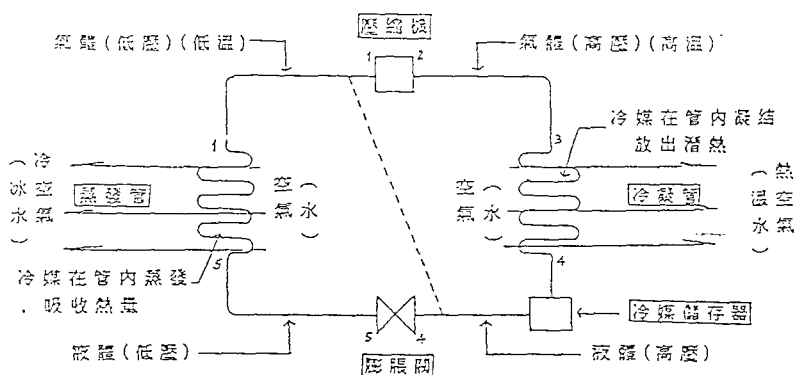
資料來源：普照裝，1986，PP75

§5-2-2 空調設備的選擇

空調設備的種類如前所述種類，然而究竟何種規模、何種空調需求之居住建築物應採用何種空調設備系統，即需予以分析比較。以空調設備的冷凍方式區分，壓縮式冷凍法與吸收式冷凍法較適合一般建築物使用。

壓縮式冷凍法乃利用液態冷媒因壓力降低而蒸發時，吸收附近熱能產生冷凍效果。蒸發成為氣態之冷媒，藉壓縮機將其自蒸發器中吸出壓縮至高壓高溫之氣態，再藉另一媒質（如水或空氣）予以冷卻凝縮成為液態，再經膨脹閥減壓進入蒸發器而蒸發。冷凍循環系統包括五個主要部份 1、壓縮機。2、冷凝器。3、減壓膨脹及冷媒流量控制器。4、蒸發器。5、冷煤管路。

圖 5-2-5 壓縮冷凍系統基本循環圖



資料來源：賴榮平，1989

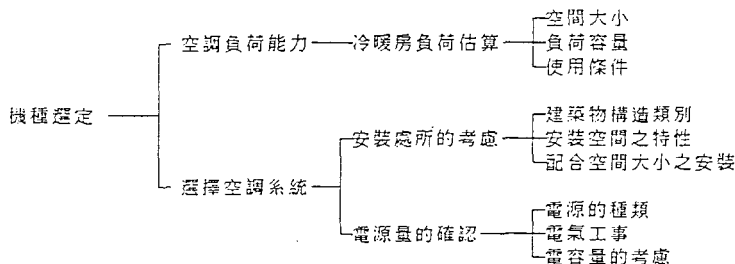
吸收式冷凍法係利用吸收劑（如溴化鋰）在低壓環境吸收冷媒（如水），促進冷媒之蒸發，利用冷媒之蒸發潛熱奪取周圍之熱能而達冷卻作用，吸收式冷凍循環的主要四個機器為蒸發器（提供冷凍用冰水）吸收器（溴化鋰吸收水氣）、再生器（將吸收器與冷媒分離，再生吸收劑）及凝縮器（將冷媒凝結）。其冷凍之原理乃同壓縮式，利用冷媒之蒸發而奪取熱能，但吸收式最大的特點為利用吸收劑之吸收與再生，因此不需壓縮機，沒有嚴重的噪音與振動問題，對電力的需求亦小。

表5-2-3 設備系統適用空間與特性關係表

系統種類		適用建築空間	空間特性
定風量單風管系統	定風量單風管系統 (CAV)	溫室、手術室、播音室 辦公室內周區、劇場、禮堂 入口大廳、電梯、走廊、展示場 自助餐廳、超級市場	恆溫、恆濕、無塵、無噪音
	各層空調箱系統	國內中小企業綜合辦公大樓	各樓層分別控制空調裝置
	終端再熱系統	醫院手術室	可個別控制不同各室的要求
	多區空調機系統	——	可同時供應任何區位的要求
變風量單風管系統 (VAV)		——	每個個機可個別控制
雙風管系統		冷暖氣同時使用之建築物，手術室、實驗室、餐廳	個機可單獨控制，可提供定量換氣
風管機與風管併用系統 (F.C.U) 誘導機系統 (I.D.U)		建築物外周區、旅館客房、集合住宅、辦公室個室 大規模高層建築	適合較多個別房間之建築，可個別控制 個機可個別控制
箱型機與風管併用系統		小規模建築物、商場、店舖、單棟住宅、集合住宅、中小企業辦公室	——
輻射板與風管併用系統		——	——
熱回收熱泵機系統		大型百貨公司	建築物同時有冷、暖氣需要
WAT系統		——	滿足個別控制之需要
分離式小型中央冷氣系統		一般住宅及小型辦公室	——

資料來源：本研究整理
選擇空調設備系統的考慮因素應包括空調負荷能力之適用性與選擇空調系統的適切性兩大項，其次為冷暖房負荷估算，安裝處所之考慮與電源量的確認等三項，整體考慮流程可如表5-2-4所示。

表 5-2-4 選擇空調設備系統之考慮流程

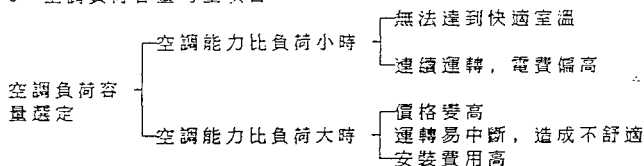


資料來源：本研究整理

上表中之安裝處所的考慮與電源量的確認兩項，因涉及個別建築物之特性不同，其定量值亦有所差異，故於本研究中不另深究探討，僅就涉及空調負荷能力之冷暖房負荷估算部份予以分析。

空調負荷量的選定考量因素可區分為空調能力較空調負荷為大與較小兩項，可如表 5-2-5 所示項目予以考量選定適切之空調系統。

表 5-2-5 空調負荷容量考量項目



而空調空間的規模與空調負荷量之關係，於本章第三節中探討分析之。

第三節 空調設備的空間計畫

§ 5-3-1 空調設備的最適空間規模

空調設備負荷量的估算應考慮建築空間的規模大小與其室內總熱負荷量的多寡，過與不及均有適用性不良之情形發生。當空調設備冷房能力超過熱負量時，將造成能源耗用與使用者增加付費的情形；相反的，當空調設備冷房能力低於熱負量時，將使使用者產生不舒適感。因此，適切的空調設備冷房能力設計是空間規劃設計者必須先行詳細估算的。

一般而言，以一般3公尺高度之建築空間，其每一室內建坪所需冷房能力應達2,000BTU，根據公式5-3-1推算室內面積每坪每小時大約需要550Kcal，若再加以換算成冷凍噸數時，則可得到每坪約乘以0.15之值而得到冷凍噸數。

$$1 \text{ 冷凍噸} = 12000\text{BTU}/\text{H} = 3320\text{Kcal}/\text{H} \dots\dots\dots (5-3-1)$$

至於冷房能力與適用空間規模之關係，根據坊間空調設備製造業者所得資料可整理如表5-3-1所列：

表5-3-1 冷房能力與適用空間規模對照表

冷凍噸數	國外計算單位 BUT/H	國內計算單位 Kcal/H	適用坪數 坪
0.48	5783	1600	3~4
0.54	6506	1800	4~5
0.60	7229	2000	4~5
0.67	8096	2240	5~6
0.75	9036	2500	5~7
0.95	11386	3150	6~9
1.07	12831	3550	7~10
1.36	16265	4500	11~14
1.69	20241	5600	14~17
1.90	22771	6300	15~18

資料來源：本研究整理

但是，一些具有特殊條件之室內空間空調負荷需求將較大，依次盛列於后：

- 一、陽光直射率較高之空間：例如經常接受陽光西曬之空間，其於日間將因太陽直射而增加顯熱負荷，其於夜間將釋放因時滯作用而隱於建築物壁體的潛熱負荷。因此，該空間之空調負荷量估算值應增加約20%，以應需求。
- 二、室內空間採挑高設計者：挑高之空間雖增加了室內空氣容量，但對於空調負荷需求而言，兩者的關係並不純然相對的增加，而是依空調設備之吹出口高度與人體作業面的有效範圍估算，以增加原估算負荷量值的10%至15%即可。
- 三、屋頂層空間：建築物屋頂於日間接受直接日射熱量為建築物體中最多的一面，若由於建築物隔熱處理不當或缺乏隔熱對策，將造成屋頂層空間的熱負荷量增加，亦增加空調負荷需求值。比較住宅建築物屋頂層與中間層的冷氣負荷量可得到如表5-3-2的統計。

表 5-3-2 各空間日射條件與冷氣負荷量關係表

空間部位	日 射 條 件	冷 氣 負 荷 量
屋 頂 層	一般情況	0.24 冷凍噸/坪
	開口部較大或日射情形嚴重	0.30 冷凍噸/坪
中 間 層	一般情況	0.18 冷凍噸/坪
	開口部較大或日射情形嚴重	0.23 冷凍噸/坪

§ 5-3-2 空調設備的最適吹出高度

空調設備送風吹出口與使用者的作業面的相關連性是最直接的，由於空調設備的設置目的即在於尋求提高人類的舒適程度，因此如何避免空調設備送風吹出口因位置不當而成風擊、冷房能力不足等現象，是空間規劃設計者應加以注意的。

一、風擊現象：送風吹出口過低或下吹式吹風方式直接吹拂人類作業面，造成風擊人體頭部之不舒適現象，影響作業面之工作進行等情形。

二、冷房能力不足：送吹出口過高時，將造成室內上層空間充滿冷氣，相對的造成作業面的有效冷氣量不足，必須增加空調負荷能力

就理論而言，空調設備的吹出口高度應在 1 公尺至 1.5 公尺左右，但銜諸國內各式空調設備的裝置與高度關係，唯有直立式窗型空調設備較為適合。分析現有建築物的立面設計，窗型冷氣機開的開口部均約達 2 公尺至 2.5 公尺左右，將造成冷房能力不足之現象。因此，一般建築物所採用的空調設備吹風方式均採下吹式，比較上吹式、側吹式與下吹式等三種吹風方式的優缺點，如表 5-3-3 所示。

表 5-3-3 空調設備吹出口之吹風方式比較表

吹風方式	優 缺 點 比 較
上 吹 式	1. 冷氣容易被近屋頂之空間上層所吸收，產生熱中和現象。 2. 冷氣的吹向易產生短路循環，不易吹達至作業面。
側 吹 式	1. 有旋轉角度的死角。2. 噪音小。3. 適合大坪數空間使用。
下 吹 式	1. 符合冷空氣下降原理，冷房效果比較容易達成，較為均勻。 2. 適合小坪數空間使用。

資料來源：本研究整理

第六章 結論與建議

第一節 結論

本研究內容主要針對影響國人室內空間舒適度最大的溫熱環境一影響因素進行研究，並對於影響居住者健康顧慮的室內清淨程序進行資料蒐集與探討。以下乃針對研究成果提出此研究之結論：

- 一、台灣地區居住空間型態與物理條件之關係密切，影響國家整體能源消耗量亦甚大。應有計畫訂定長程研究計畫。以台灣地區高溫高濕多雨的海洋性副熱帶氣候特性而言，夏季最高平均氣溫達 28.3°C ，全年溫度值約在 $75\% \sim 90\%$ 之間，冬季東北季風兩與夏季旺盛西南季風氣流及颱風均帶來豐沛雨量，使溫度平均值居高不下，溫熱期之較長日照時數與日射量亦使氣溫數值偏高。在如此特殊之物理環境條件下之本土居住環境，理應有特殊之自然環境因應對策，然而為多數國人所採用之居住空間型態卻少有依本土條件而個別考慮差異性而做適應性調整。因此，藉助空調相關設備改善生活環境條件者比比皆是，無形中累計消耗之整體能源數量難以勝數，其所增加的公用設備負荷與投資效益更難以評估。
- 二、以時代趨勢觀察，「提高生活品質」將次第取代「保障安全防災」課題成為政府未來施政重點，對於需長期研究之室內空間環境管理指標應及早策劃訂定，以確保國人基本舒適居住環境條件的標準。目前在缺乏嚴謹的研究訂定之過程前，可以參酌日本現有法規規定標準訂定如表2-3-6所示之清淨度環境管理指標，以為改善室內空調環境之目標值。
- 三、影響室內空調環境的主要因素為溫熱環境的變化，影響健康環境甚大之室內空氣品質研究較為缺乏，有待投入更多研究經費與人力從事相關調查實証研究。影響室內空間熱負荷的來源包括外部侵入熱與室內發生熱兩大項，其中又以外部侵入熱負荷量為最大，以熱傳送的現象分析與熱負荷量計算公式分析可知建築物的外周區，尤其是接觸外部侵入熱量較多之構造部位，其影響控制室內空調環境穩定性的因素最多，數量最大。室內空氣的污染程度與有害氣體的排除是值得吾人關切的課題，其牽涉危害到人體健康程度甚大，有關此方面之研究仍有待進一步了解與實証。

四、針對現有居住空間型態研擬建築設計與空調設備因應對策有其必要性，將可使空間規劃設計者提供較為符合人體舒適程度之居住空間。綜合上述影響因素，吾人如欲改善室內空調環境，可運用建築設計與空調設備兩種方式因應。建築設計的改善方式包括建築物型態的設置，植栽的遮蔭、過濾、吸吸、反射及導風、空氣淨化等作用，屋頂、外牆、遮陽板的隔熱處理及詳盡規劃開口部的遮陽處理、面積大小，通風路徑，並對室內空間的隔間牆位置與濕氣的防止處理提出因應對策。空調設備的改善方式包括針對降低溫度、濕度、控制通風、降低有害氣體濃度與因應區域性差異而慎選空調設備，裝置空調設備的空間亦應充分考慮其空調能力所能負擔的最適空間規模與出風口最適吹出方式、吹出高度，使位於作業面的使用者均能享受到舒適的室內空調環境。

第二節 建議

本研究以文獻資料蒐集彙整方式進行研究，在彙整研究過程中整理提出以下三點建議供未來後續研究之參考：

一、相關居住空間物理條件之基礎研究與因應對策，應及早著手研究，訂定長程研究架構與計畫。

台灣地區的建築氣候物理條件有其特殊性，相關基礎研究應有長期研究計畫，居住空間設計之相應處理對策應有完整而具體之研究，以推廣予各相關專業工作者，使建築物於規劃設計階段即有室內空間品質之塑造設計，以減少居住使用者之不舒適性。

二、配合國家能源政策，訂定室內空間環境管理指標，以做為達到人體舒適程度的參考目標值。

影響室內空調環境的主要因素在於本地濕熱環境的特殊性，在國人追求空間舒適性的本能下，運用空調設備而耗用能源的情形比比皆是。在有效利用能源的前提下，如何提供居住使用者最適之舒適環境，是未來研究應努力的目標，舉凡濕熱環境、聲響環境、視覺環境、健康環境與室內空間感等環境評估指標項目均應涵蓋於整體研究架構中。

三、室內空間空氣品質之研究與改善對策應有具體研究計畫。

國人對於室內空間的不舒適感覺，部份原因在於身體的生理機能難以適

附錄

參考文獻

一、中文資料

- 1、陳世明，1987.06，〈〈建築物開口部熱性能評估——室內晝光照度暨輻射熱負荷之綜合評估〉〉，成功大學建築研究所碩士論文，台南。
- 2、卓建光，1989.06，〈〈溫熱氣候地區「誘導式」建築省能對策之研究〉〉，成功大學建築研究所碩士論文，台南。
- 3、龔靖琦，1989.06，〈〈台灣地區建築物外牆開口部構法之研究〉〉，成功大學建築研究所碩士論文，台南。
- 4、陳榮輝，1988.06，〈〈建築物耗能簡算法之研究〉〉，成功大學建築研究所碩士論文，台南。
- 5、蕭琳瑋，1988.06，〈〈建築開窗法最佳省能規劃之探討——以台北市高層辦公大樓為對象〉〉，淡江大學建築研究所碩士論文，台北。
- 6、陳澤修，1987.06，〈〈台灣地區採光與照明在辦公大樓空調耗能之最佳規劃探討〉〉，淡江大學建築研究所碩士論文，台北。
- 7、廖福堂，1986.06，〈〈從物理環境理論探討建築物外牆之最佳規劃〉〉，淡江大學建築研究所碩士論文，台北。
- 8、王文安，1987.05，〈〈光復後台灣居住空間型態的演變與未來發展之研究〉〉，淡江大學建築研究所碩士論文，台北。
- 9、虞肇裕，1990.06，〈〈高層辦公建築空調設備空間量計畫之研究〉〉，成功大學建築研究所碩士論文，台南。
- 10、王錦堂，1979.07，四版，〈〈建築應用物理學〉〉，台隆書店，台北。
- 11、江哲銘，1990.03，〈〈下世代住居空間物理環境之研究〉〉期中報告，祐生研究基金會，台北。
- 12、王紀盟、賴榮平、林憲德、周家騰，1990.04，〈〈建築物理環境基本教材之編訂〉〉，中華民國建築學會研究，內政部建築研究所委託，台北。
- 13、張嘉祥、黃斌、林憲德、陳嘉基，1989.04，〈〈住宅性能評估應用及長期研究規劃〉〉，成功大學建築研究所，內政部建築研究所委託，台北。
- 14、陳世偉，1990.05，〈〈空氣淨化工程學〉〉，中華水電冷凍空調雜誌社，台

此。

- 15、陸繼雄，1988.06，〈〈都市噪音與環境污染〉〉，淑馨出版社，台北。
- 16、毛文永、袁清林、余文濤，1988.08，〈〈環境、生活與健康〉〉，科技圖書公司，台北。
- 17、許宗熙，1986.03，〈〈換氣與空氣調節設備技術規範〉〉，中華民國建築學會研究，內政部營建署委託，台北。
- 18、石震，1988.〈〈如何安排健康的住家〉〉，聯經出版公司，台北。
- 19、戚啓勳，1988.05，〈〈氣象與工程〉〉，中國工程師學會，台北。
- 20、梁家駿、陳海曙，1985.04，“建築物環境控制”，〈〈建築物能源管理班講義〉〉，pp1-1~1-44，經濟部能源委員會，台北。
- 21、康國裕，1985.07，〈〈探討影響空調能源消費之外在因素〉〉，經濟部能源委員會，台北。
- 22、賴榮平，1989，建築環境控制基本教材講義，台南。
- 23、吳讓治、賴榮平，1983.06，〈〈建築技術規則建築節約能源編規範〉〉，成功大學建築研究所研究，內政部營建署委託，台南。
- 24、黃兆龍，1984.08，“建築物濕氣的來源及處理方法”，營建世界雜誌，pp64~66，台北。
- 25、曾照姿，1986.06，“住宅空調設備機器的選擇”，中華給水空調設計月刊，pp75~79，台北。
- 26、錢以明，1990.11，“建築物的環境設計條件”，中華給水空調設計月刊，pp68~75，台北。
- 27、楊冠雄、林憲德，1989.07，〈〈台灣地區建築物內遮陽及化學除濕空調系統省能設計研究〉〉，中山大學機械研究所、成功大學建築研究所研究，內政部營建署委託，高雄。
- 28、黃博興，1988.09，“冷氣機的選購、使用與保養維護”，能源查核服務第28期，經濟部能源委員會，pp31~33，台北。
- 29、陳海曙，1990.11，“室內空氣品質不佳之案例研究”，中華民國建築學會第三屆建築學術發表會論文集，中華民國建築學會，pp263~266，台北。
- 30、謝英哲，1987.04“淺論空氣污染與電子空氣淨化機”，中華給水空調設

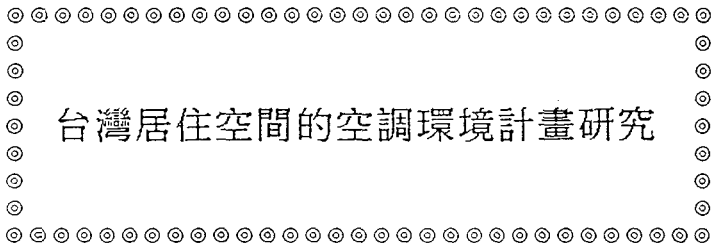
計月刊, pp49~52, 台北。

- 31、成功大學建築研究所, 1981.09, <<建築設計省能對策>>, 台灣省建築師公會委託, 台中。
- 32、成功大學建築研究所, 1986.10, <<建築節約能源設計準則>>, 內政部營建署委託, 台北。
- 33、賴光邦, 1984.03, <<敷地計劃中局部氣候之控制>>, 六合出版社, 台北
- 34、康區裕, 1989.06, <<建築靜態空調設計之省能研究>>, 經濟部能源委員會, 台北。
- 35、林憲德, 1989.02, <<建築空調耗能評估之研究>>, 成大建築環境控制研究室, 台南。
- 36、林憲德, 1990. 11, <<建築外殼及空調系統整體耗能評估方法之研究>>, 成功大學建築研究所、中山大學機械研究所、成功大學機械研究所研究, 經濟部能源委員會委託, 台南。
- 37、H.C.Perkins, 黃正義、黃炯昌譯, 1977.10, <<空氣污染學>>, 科技圖書公司, 台北。

一、日本文資料

1. 横山浩一, 1976、09, 《建築の環境設計—空気がとめる》, 彰國社, 東京。
2. 岡多摩雄, 1983、09, 《集合住宅の設備》, 泰流社, 東京。
3. 笠井敏司、長島顯, 1976、02, 《室内環境の設計》, 彰國社, 東京。
4. 長谷川清衛, 1986、05, 《快適住まいをつくる空調の話》, 彰國社, 東京。
5. 山田雅士, 1990、01, 《結露をとめる》, 井上書院, 東京。
6. 宇野英隆, 1987、03, 《住まいの人間工学》, 鹿島出版會, 東京。
7. 宇野英隆, 1983、10, 《住みよすまいよ暮らしの知恵》, 鹿島出版會, 東京。
8. 日本防菌防霉學會, 1986、05, 《防菌防霉ハンドブック》, 扶報堂, 東京。
9. 小島武男、中村洋, 1990、01, 《現代建築設備計畫》, オーム社, 東京。
10. 齋藤平藏, 1987、03, 《建築氣候》, 共立出版株式會社, 東京。
11. 家庭電氣文化會, 1979、04, 《住宅の冷暖房と断熱材》, オーム社, 東京。
12. 山田雅士, 1983、10, 《建築の断熱》, 井上書院, 東京。
13. 飯野香, 1980、04, 《新しいダクトの設計》, 學隆社, 東京。
14. 小原俊平, 1974、10, 《建築の熱設計》, 鹿島研究所出版會, 東京。
15. 山田雅士, 1984、09, 《建築の結露—その原因と対策》, 井上書院, 東京。
16. 日本建築學會, 1977、02, 《住宅の中央暖房》, 彰國社, 東京。
17. 空気が調和、衛生工學會, 1988、09, 《蓄熱式空調システム》, 空気が調和衛生工學會, 東京。
18. 藏田憲次、岡田益己, 1984、11, 《環境工学入門—光熱環境計算法の基礎》, サイエンスハウス株式會社, 東京。
19. 田尻陸夫、阿部廣一, 1982、09, 《集合住宅の建築設備》, 井上書院, 東京。
20. 今井一郎、狩野一男, 1989、05, 《建築設備の自動制御入門》, 技術書院, 東京。
21. 成田勝彦, 1982、08, 《建築の省エネルギーの知識》, 鹿島出版會, 東京。
22. 彰國社, 1989、03, 《光・熱・音・水・空気のデザイン》, 彰國社, 東京。

內政部建築研究所籌備處專題研究計畫成果報告
計畫名稱：室內空調空間計畫之研究(資料收集)



台灣居住空間的空調環境計畫研究

計畫編號：A07—54—79

執行期間：78年11月1日至79年6月30日

計畫主持人：王文安

執行單位：內政部建築研究所籌備處
中華民國：八十年一月

目 錄

第一章 緒論

第一節 研究動機與目的

§ 1-1-1 研究動機 1

§ 1-1-2 研究目的 2

第二節 研究範圍與內容

§ 1-2-1 研究範圍 3

§ 1-2-2 研究內容 3

第三節 研究流程與方法

§ 1-3-1 研究流程 5

§ 1-3-2 研究方法 5

第二章 室內環境基準之研究

第一節 人與環境之關係

§ 2-1-1 人與自然環境之關係 6

§ 2-1-2 人與建築環境之關係 8

第二節 台灣居住環境

§ 2-2-1 台灣地區物理特性分析 11

§ 2-2-2 台灣地區居住型態的探討 17

第三節 環境指標之訂定

§ 2-3-1 人體舒適度影響因素 20

§ 2-3-2 環境指標測試方式 21

§ 2-3-3 清淨度之訂定 23

第三章 影響室內空調環境因素的分析

第一節 溫熱環境之熱負荷來源

§ 3-1-1 外部侵入熱 26

§ 3-1-2	室內發生熱	29
第二節 熱傳遞現象分析		
§ 3-2-1	穩定熱傳	32
§ 3-2-2	不穩定熱傳	34
第三節 熱負荷量計算分析		
§ 3-3-1	熱負荷量計算程序	35
§ 3-3-2	外部侵入熱負荷量	37
§ 3-3-3	室內發生熱負荷量	42
第四節 健康環境之清淨程度分析		
§ 3-4-1	室內空氣污染源	43
§ 3-4-2	室內有害氣體種類	49
§ 3-4-3	室內溼度的影響	50
第四章 改善室內空調環境的建築設計對策		
第一節 建築敷地規劃控制		
§ 4-1-1	建築物型態配置原則	52
§ 4-1-2	植栽影響與處理原則	55
第二節 建築構造計畫		
§ 4-2-1	屋頂隔熱處理對策	58
§ 4-2-2	外殼隔熱處理對策	60
§ 4-2-3	遮陽板隔熱處理對策	62
第三節 建築物外牆開口部設計		
§ 4-3-1	建築開口部遮陽處理	64
§ 4-3-2	建築開口部面積規劃	66
§ 4-3-3	建築開口部通風計畫	67
第四節 室內空間改善對策		
§ 4-4-1	室內隔間配置對空調環境之影響	68
§ 4-4-2	室內溼氣之防止解決對策	70
第五章 改善室內空調環境的空調設備對策		

第一節 空調設備之使用	
§ 5-1-1 採用空調設備之必要性	73
§ 5-1-2 空調設備應有的功能需求	74
第二節 空調設備之適用性分析	
§ 5-2-1 空調設備種類	78
§ 5-2-2 空調設備的選擇	82
第三節 空調設備的空間計畫	
§ 5-3-1 空調設備的最適空間規模	85
§ 5-3-2 空調設備的最適吹出高度	87
第六章 結論與建議	
第一節 結論	88
第二節 建議	89
附錄：參考文獻	
一、中文資料	91
二、日文資料	94

圖 目 錄

圖 2-1-1	人體的熱平衡	7
圖 2-2-1	雙拼式住宅平面圖	19
圖 3-2-1	熱傳導、熱傳遞、熱傳遞示意圖	33
圖 3-4-1	污染源與污染路徑	46
圖 3-4-2	表面結露與內部結露	51
圖 4-1-1	通風陰影區域	52
圖 4-1-2	高壓力氣流區域	52
圖 4-1-3	通風抽風效應	52
圖 4-1-4	建築物與風向之相對角度	53
圖 4-1-5	台灣地區建築物方位之優先順位示意圖	53
圖 4-1-6	建築物長軸與風向之直角關係配置	54
圖 4-1-7	狹長基地之通風路徑引導方式	54
圖 4-1-8	空地鋪面對建築之熱效應比較	55
圖 4-1-9	以植栽遮擋日射熱	55
圖 4-1-10	植栽對溫熱環境的影響	56
圖 4-1-11	植栽對通風的影響	57
圖 4-1-12	植物群組方式與空氣淨化效果比較	58
圖 4-2-1	雙層壁的組合型式	61
圖 4-2-2	屋簷的功用	62
圖 4-3-1	各種可調整開口部遮陽處理示意圖	65
圖 4-3-2	氣密性不良引起之間隙風滲入現象	66
圖 4-3-3	開口部通風規劃方式	67
圖 4-4-1	室內隔間對通風效果的影響	70
圖 5-1-1	空氣狀態變化圖	75
圖 5-2-1	分離式空調系統之組成	81
圖 5-2-2	分離式空調系統之裝置	81
圖 5-2-3	窗形空調系統之組成	82
圖 5-2-4	窗形空調系統之種類	82

圖 5-2-5 壓縮冷凍系統基本循環圖	83
-------------------------------	----

表 目 錄

表 1-2-1	研究體系架構表	3
表 1-3-1	研究流程	5
表 2-2-1	台灣地區氣溫年、月平均值統計表	12
表 2-2-2	台灣各地區平均相對溼度表	13
表 2-2-3	台灣各地區年月平均風速表	14
表 2-2-4	台灣各地區降水量表	15
表 2-2-5	台灣各地區日照時數表	16
表 2-2-6	台灣各地區溫熱期方位標準日射量、統計表	17
表 2-3-1	各種作業之能源代謝率	20
表 2-3-2	人體舒適範圍	21
表 2-3-3	21℃時有效溫度之溫度、溼度與風速組合表	22
表 2-3-4	新有效溫度與人體之反應關係表	22
表 2-3-5	日本舒適空調習慣用室內設計參數和建築標準法規定	23
表 2-3-6	室內空氣污染物質之容許濃度	24
表 2-3-7	空氣清淨度容許標準等級	25
表 2-3-8	室內環境管理基準	25
表 3-1-1	影響建築物外部熱負荷之影響因素	27
表 3-1-2	外部侵入熱負荷與氣象因素之關係表	28
表 3-1-3	空氣調節區域之使用者活動發生熱	29
表 3-1-4	室內照度與照明用電力之換算值	30
表 3-1-5	室內器具之發熱量	31
表 3-3-1	熱負荷計算程序	35
表 3-3-2	外牆的等價溫差值	40
表 3-3-3	玻璃之遮陽係數	41
表 3-3-4	開口部滲透風量	42
表 3-4-1	粒狀污染物之分類	44
表 3-4-2	塵埃來源分類表	44
表 3-4-3	塵埃發生率與活動狀況	45

表 3-4-4	污染發生率	46
表 3-4-5	依活動強度別之二氧化碳發生量	47
表 3-4-6	二氧化碳之容許濃度及有害度	47
表 3-4-7	臭氧強度指標	48
表 3-4-8	濕氣所產生的物理現象	51
表 4-2-1	屋頂內外隔熱效能比較	60
表 4-2-2	開口部遮陽的手法及原理	63
表 4-3-1	各級門窗之窗框係數表	65
表 4-3-2	風速對人體及作業之影響	68
表 4-4-1	室內溼氣與結露之解決對策	72
表 5-1-1	空氣淨化裝置的構成架構	77
表 5-1-2	各種空氣淨化器之優缺點比較	78
表 5-2-1	依室內裝置空調機器分類之空氣調節系統	79
表 5-2-2	依熱媒分類之空氣調節系統	80
表 5-2-3	設備系統適用空間與特性關係表	84
表 5-2-4	選擇空調設備系統之考慮流程	85
表 5-2-5	空調負荷容量考量項目	85
表 5-3-1	冷房能力與適用空間規模對照表	86
表 5-3-2	各空間日射條件與冷氣負荷量關係表	87
表 5-3-3	空調設備吹出口之吹風方式比較表	87