

內政部建築研究所研究計畫成果報告

建築配置與自然環境評估模式之研究

計畫主持人：陳若華
顧問：鄭啟珮
盧博堅
共同主持人：吳國昌
陳海曙
研究助理：蔡明樹

研究單位：財團法人中華建築中心

委託單位：內政部建築研究所

計畫編號：MOIS 901025

執行期程：九十年三月至九十年十二月

ARCHITECTURE & BUILDING RESEARCH

INSTITUTE

MINISTRY OF INTERIOR

RESEARCH PROJECT REPORT

**A Study on The Assessment Model of
Natural Ventilation Potential of
Buildings
in Different Layout**

BY

Chen, Rou-Hwa

Woo, Kuo-Chang

Chen, Hai-Shu

December, 2001

摘要

關鍵字：自然通風，綠建築，風洞實驗

本研究由建築群氣動力實驗成果配合平均氣象年資料，建立建築物自然通風效能評估模式，計算在不同配置型態、座向、間距、表面開窗與日射等條件下之自然通風效能，探討最適自然通風之建築座向與配置條件。評估計算除由外部流場與建築物開窗條件了解其通風供給量，同時考慮不同的建築物使用特性及日照增加的熱負荷等因素推估其需求量，由供給量與需求量比較，探討自然通風的可行性及評估其效能；由適合通風時數百分比的比較，可觀察到各不同因素對自然通風影響的量化表現。由於計算中採用之氣象資料來自北中南東六大都會區之平均氣象年資料，因此評估結果為具有地區氣候特色之配置建議。

Abstract

Keyword : Natural ventilation, Green buildings, Wind tunnel test

According to the results of aerodynamic experiment in wind tunnel and local weather data of AWY, the evaluation model of natural ventilation of buildings will be constructed. In the project, we try to find the best layout of buildings by assessing the effect of natural ventilation in different parameters, for example, the arrangement and spacing of buildings, wind direction and temperature. Comparing with requirement and supply of ventilation in buildings, we can assess the workability and potency of the natural ventilation. We get the assessment with the characters of local areas by considering the local weather data. By using the local weather data, we get the assessment with the characters of local areas.

目 錄

第一章 緒論.....	1
1-1. 計畫緣起	1
1-2. 計畫目的	1
第二章 背景介紹.....	3
2-1. 建築物受風作用	3
2-2. 建築物平面配置與自然通風	5
2-3 建築物利用自然風的原理與機制	7
2-4 自然風氣象資料分析應用	8
2-5 建築自然風利用潛力影響因素分析	17
第三章 建築群類別排熱量分析.....	19
3-1. 概述	19
3-2. 集合住宅建築群分析	19
3-3. 學校教室建築群分析	22
3-4. 小結	22
第四章 建築物模型風洞實驗規劃.....	27
4-1. 建築物模型風洞實驗設計	27
4-2. 實驗模型設計	27
4-3. 實驗流場設計	32
第五章 實驗結果與討論.....	34
5-1. 集合住宅建築群分析	34

5-2. 學校教室建築群分析.....	37
5-3.綜合分析.....	41
第六章 自然通風利用評估模式之研擬.....	42
6-1. 評估模式因素分析.....	42
6-2. 評估模式之建立.....	43
6-3. 評估模式之檢討.....	44
第七章 結論與建議.....	61
7-1. 結論.....	61
7-2. 建議.....	62
參考文獻.....	64
期末審查意見回應表.....	66

表目錄

表 2-1	風攻角對建築物風影長度之影響[22]	4
表 2-2	室內風速對人體及工作的影響	10
表 3-2-1	國內常見之集合住宅形式	20
表 3-4-1	住戶單元（無遮陽）排熱自然風需求量基準 （單位：m ³ /h）	24
表 3-4-2	住戶單元（有遮陽）排熱自然風需求量基準 （單位：m ³ /h）	25
表 3-4-3	學校教室單元之排熱自然風需求量基準 （單位：m ³ /h）	26
表 4-1	氣動力模型尺寸	32
表 5-1	集合住宅 A-1 配置型態中目標建物各面風壓係數值 （都會區流場）	35
表 5-2	集合住宅 A-2 配置型態中目標建物各面風壓係數值 （都會區流場）	36
表 5-3	集合住宅 A-3 配置型態中目標建物各面風壓係數值 （都會區流場）	37
表 5-4	學校教室 B-1 配置型態中目標建物各面風壓係數值 （市郊區流場）	38
表 5-5	學校教室 B-1 配置型態中目標建物各面風壓係數值 （都會區流場）	40
表 6-1	台北都會區集合住宅在無遮陽條件下各座向之自然通風 潛力評估結果	44
表 6-2	台北都會區集合住宅在有遮陽條件下各座向之自然通風 潛力評估結果	45

表 6-3	台北都會區學校教室各座向之自然通風潛力評估結果	47
表 6-4	集合住宅在無遮陽條件下最適自然通風座向之建議值	50
表 6-5	集合住宅在有遮陽條件下最適自然通風座向之建議值.....	54
表 6-6	學校教室最適自然通風座向之建議值.....	58

圖目録

圖 2-1 建築物受風作用之表面風壓分佈	3
圖 2-2 建築物風影現象	4
圖 2-3 Givoni[20] 建議適合自然通風利用之外氣溫溼度範圍	10
圖 2-4 平均氣象年資料中全年溫度分布 (a)台北 (b)高雄 (c)台中 (d)花蓮	13
圖 2-5 平均氣象年資料中全年溼度分布 (a)台北 (b)高雄 (c)台中 (d)花蓮	14
圖 2-6 平均氣象年資料中 (a)台北 (b)高雄 (c)台中 (d)花蓮等地之風花圖	16
圖 4-1 淡江大學第一號邊界層風洞平面及立面圖	28
圖 4-2 模型表面壓力模型配置	29
圖 4-3 模型表面壓力量測系統配置	29
圖 4-4 住宅類建築群模型配置方式.....	31
圖 4-5 教室類建築群模型配置方式	32
圖 4-6 都會地區紊流邊界層流場之(a)平均風速剖面與(b)紊流強度剖面	33
圖 4-7 市郊地區紊流邊界層流場之(a)平均風速剖面與(b)紊流強度剖面	33

第一章 緒論

1-1. 計畫緣起

台灣地區地處亞熱帶地區且四面環海，而多數人口聚集、工商發達區域，就建築氣候而言，屬於熱濕氣候區；對於多為非封閉式建築物的學校教室、住宅等，自然通風如能適宜的加以利用，不但可部分降低對空調機械的依賴、減少能源消耗；另一方面如能有效地引導宜人的氣流吹拂建築物，將有助於改善室內空氣品質、營造舒適健康的室內環境。

由本所八十七年度「建築群配置方式與自然通風效應之研究」[1]的研究成果了解到，由於建築群配置方式直接影響建築物之氣動力行為表現，對表面風壓的分布有極大的影響力，而自然通風的驅動力主要來自建築物表面的壓力差，因此良好的建築群配置方式應能使各建築物均有機會迎納合適的氣流，以利自然通風的進行。在此所謂合適的氣流包括建築物氣動力特性及當地氣象條件的考量。因此要能對建築物自然通風可行性進行量化評估，是以建築物模型氣動力實驗成果配合現地氣象資料加以檢討。八十七年度以建物模型表面平均風壓為基礎，建立潛力評估計算與指標，本年度將探討如何更有效的將建築物模型氣動力實驗所得表面風壓分布與自然通風利用目標結合進行評估，由建築物使用特性及需求量界定其自然通風的效能，同時對北中南東共六個都市進行區域性差異的比較，將有助於建立良好的建築物自然通風利用評估模式，並供建築規劃與設計者參考。

1-2. 計畫目的

本研究計畫目的包括以下三方面：

- 1.延續建築群平面配置對建築物表面風壓分佈狀況影響的研究，探討建物配置、幾何條件與其表面風壓分布的影響。
- 2.建立由建築物表面風壓分佈狀況與氣象資料量化評估建築物自然通風

之模式，考慮包括建築物幾何條件、鄰棟建物間距、開口情形、通風需求量等因素。

- 3.歸納建築群氣動力特性，利用如台北、高雄等北中南東共六個都會之平均氣象年資料，探討有利於自然通風的建築群配置原則。

第二章 背景介紹

2-1. 建築物受風作用

當風吹到建築物上時，由於空氣流動受阻，速度減弱，使風的部分動壓變為靜壓，亦即使建築物迎風面上的壓力大於大氣壓力，因此在建築物迎風面上形成正壓區，在建築物的背風面、屋頂及兩側，由於氣流加速曲繞通過，因此壓力小於大氣壓力，形成負壓區。

如建築物上有開口，氣流由正壓區流向室內，再由室內向外流至負壓區，形成風壓通風，亦即所謂的「自然通風」。風壓通風的壓力大小主要取決於風速和由建築各面尺寸及風向角間的夾角所決定的氣動力係數 K ，其計算式為[10]：

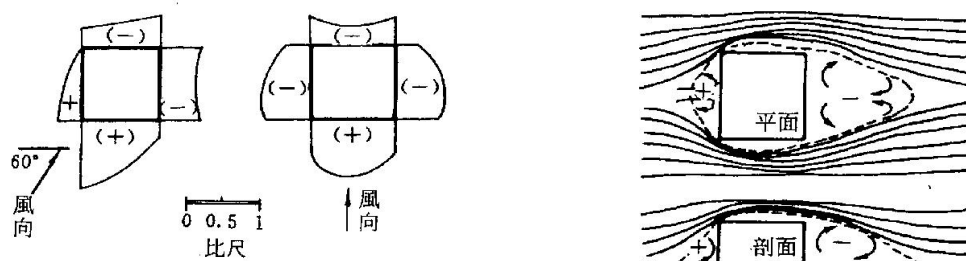
$$P_w = K \frac{\rho V^2}{2} \quad (1)$$

其中 P_w ：風壓，Pa

V ：風速，m/sec

ρ ：空氣密度，kg/m³

K ：氣動力係數，即某一點上的壓力與風的動壓之比值，其數值介於-1 ~ +1 間，由氣動力模型風洞實驗定之。



2-1. 建築物受風作用之表面風壓分佈

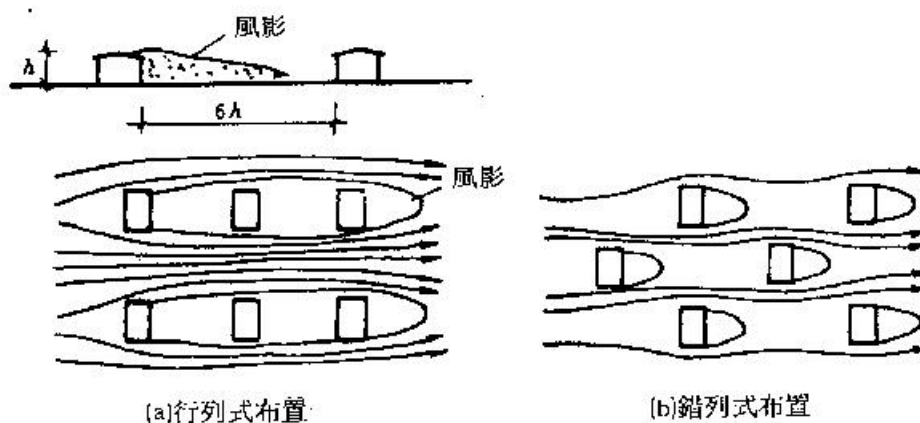


圖 2-2. 建築物風影現象

風吹向建築後，在其背風面形成渦流區，渦流區在地面的投影又稱「風影」(wind shadow)。在風影區內，風力弱且風向不穩定，如果某一建築物位於風影區內，則該棟建築物極難以利用風壓通風。因此，再考慮建築群平面配置時也需考慮風影長度的影響，一般常見將建築物整齊排列式改為交錯排列式，便是減少擋風的手法之一[22]。

風影長度主要受風攻角與建築物高度影響，下表顯示一高：寬：長為 1：2：8 的平屋頂建築物，在不同風攻角作用下，其風影長度的變化：

表 2-1. 風攻角對建築物風影長度之影響[22]

風攻角	室內風速降低值(%)	風影長度	備註
0 度	0	3.75H	建築模型之高：寬：長 = 1：2：8。
30 度	13	3H	
45 度	30	1.5H	設建築物為平屋頂，高度為 H。
60 度	50	1.5H	

由表 2-1.可見，當風攻角為零時（亦即風從正面吹向建築物），風影長度最大，則前後兩建築物要避開擋風效果所需的間距最大，約為前棟建築物高度的 4 倍；如風向為斜吹，則風影長度將大大減少，因此在考

慮建築群平面配置時，設法使盛行風向相對於建築物為斜向，較易使後排建築物位在風影範圍之外。但同時應注意風攻角增大將降低室內平均風速，減少自然通風利用的價值[22]。

2-2. 建築物平面配置與自然通風

台灣冬季季風寒冷，而夏季季風宜人。冬季為避免東北季風灌送，應注意在建築物配置的相互關係上阻絕東北季風，而能引進夏季的季風，以減輕建築物夏季的燠熱。因此，社區內的開放空間應有良好的庇護，使區內冬季不受到北風直接吹襲，而夏季應有自然風的流通。處理原則即在社區北面或東北面宜配置高大而連續的建築物，形成擋風的大牆面以阻隔東北季風，南面宜配置低小而分散的建築物，避免遮蔽夏季西南季風[9]。

台灣地區夏季多吹西風，因此東西向的配置有利於自然通風，但將會有嚴重的西曬問題，應加以避免；亦可利用兼具遮陽效果的導風板或階梯式之佈置格局，有效的引導氣流[9]。

就居住者的健康而言，需要靠流通的空氣、溼度適宜的環境、足夠的日照等自然物理條件來支持，住棟的開口面向便直接影響室內的物理環境。因此，每個居住單元應至少具備兩個以上的通風採光面，為顧及經濟因素，至少在重要居室空間如起居室、臥室、廚房，需有一方向直接採光通風。配合台灣地區季風特性，以南、北兩向開口，為最佳的採光通風面，有利室內空氣的對流。此外亦可由住戶單元的組合之改進著手，以增加採光面。在採用風車型平面時，各向單元的開窗更應注意方位，不可完全相同[9]。

濕熱氣候地區，溫度與溼度因素對設計條件具有決定性的影響，良好的通風性能可使建築物具有既可防暑又可除濕的良好環境[23,24]。常用之具備引導適當的氣流進入建築群配置原則包括：

- (1) 利用鄰近之街道巷道及建築物槽化作用，引導風吹入基地。

- (2) 避免形成如工字型或日字型等封閉式之建築群組合型態，建築物應具有適當鄰棟間距以利風行，亦需注意避免於鄰棟間形成冬季強風增強處。
- (3) 將建築群之缺口或開放空間迎向所需自然風之盛行方向，使風易於到達建築群內之各空間。
- (4) 建築群之配置宜將開放空間較大者置於所需自然風盛行方向之上風處，而將開放空間較小者置於其下風處。
- (5) 建築物錯開排列，以使各建築物有較有利的迎風面。
- (6) 如為規則並列之建築群，則應設法使其與所需自然風盛行方向成一角度，以利風吹及每一建築物。
- (7) 組合型態之建築物如工字型之腹部、口字型或日字型之中庭等，易形成氣流之死角，而有通風不良的現象，解決對策為加大排與排間的距離及中庭尺度，或採用透空式的建築型態取代密閉式之型態。
- (8) 建築群之高度變化宜作適當規劃，將較高建築物配置於冬季季風方向，則可庇蔭大部分地區；相對地，將較低層之建築物配置於夏季季風方向，可使建築群其他區域接獲得較佳的通風效果。
- (9) 避免同樣高度的建築物密集的配置在一起，亦避免高低相差太大的建築物緊密地配置在一起。

特別地，對於建築水平配置型態如為工字型、日字型等較封閉的建築配置，其中庭易有通風不良、形成氣流死角的現象。而建築物間距或開口過於狹小，則會產生縮流現象與風擊現象，影響使用者之舒適度[22]。解決的方法有：

- (1) 加大建築物排與排間的距離及中庭尺度。
- (2) 加大建築物開口率或採用透空的建築型態。
- (3) 利用導風板、導風植栽以引導氣流。
- (4) 建築群配置避免過於整齊，儘量錯開配置，使每棟受風機會增加。

2-3 建築物利用自然風的原理與機制

在台灣溼熱氣候的環境中，室內的熱量如果未能排出去，室內溫度就會升高，當溫度超過人體舒適溫度時將形成不舒適的情況出現，因此利用自然風來排熱冷卻，以避免室溫升高，乃是自然風通風的最主要目的。只要自然風能夠達到有冷卻室溫的效果顯現，自然風的利用就可繼續進行。建築如欲善加利用自然風，作為室內空間通風排熱的機能，必先將建築物自然風通風排熱冷卻原理，以及物理環境控制機制等相關因素，就理論與實際狀況進行探討，並掌握可能限制條件，才能得知自然風在需求面的實質相對關係。

自然風通風量需求多寡，首先係依據自然風的溫度高低而定。室外氣溫愈低，室內外溫度差會較大，所需要自然風通風量雖然較小卻依然能達到室內熱舒適度之範圍，也就是雖然自然風風速低，建築仍有較大的利用自然風排熱冷卻之潛力。自然風詳細需求量可由公式(2-2)得出。

$$Q_v = W / 0.33 (t_i - t_a) \quad (2-2)$$

其中 Q_v : 通風量(m^3/h)

W : 排熱量(w)

t_i : 室內氣溫($^{\circ}C$)

t_a : 室外氣溫($^{\circ}C$)

自然風通風量需求多寡，同時須是依據所要排除室內熱量的多寡而定。室內發生熱量少或熱負荷低的場所，要排除的室內熱量少，就並不需要大量排熱通風量才能維持舒適的室溫，所以利用自然通風之需求量就較小，因此雖然自然風通風量偏低，但仍有很大的利用機會。詳細需求量如公式(2-2)所示。

自然風通風量需求多寡，事實上仍須依據建築空間外牆通風排熱窗之有效排熱面積大小以及窗開口效力係數大小而定。具有較大排熱窗口

面積的空間以及較大窗開口效力係數，較有利於將室內熱量排除，所需要自然通風需求量較小，亦即自然風風速雖低時，但卻仍有較大之排熱效果，故其自然風利用之機會也提高。自然風需求量如公式(2-3)所示：

$$Q_v = KAV \quad (2-3)$$

其中 Q_v : 通風量(m^3/h)

A : 空間較小窗開口面積(m^2)

V : 室外自然風風速(m/h)

K : 窗開口效力係數

自然風向大小，事實上也影響室內通風量，也就是排熱量。當自然風速大，通風量變大，排熱量也大。於是可以防止室內溫度升高，因此如果開窗面積不變，窗開口效力係數不變時，自然風速的大小決定室內排熱量。

由以上之分析可以初步得到下列自然風利用之基本條件：(1) 自然風的溫度須在低於舒適溫度範圍內，以台灣氣候的溼度 80% RH 下，一般低於或等於 $27^\circ C$ ；(2) 自然風風速愈大，排熱效果愈佳，一般應大於 $0.2m/s$ ；(3) 自然風通風窗開口面積愈大愈佳；(4) 自然風通風窗開口效力係數愈大愈佳；(5) 室內所需排熱量愈低愈好，也就是空間熱負荷不論內部熱負荷及外部熱負荷皆低者，自然風利用必為最佳。

2-4 自然風氣象資料分析應冊

2-4-1 氣象資料自然風條件分析

1. 風速

近地表之空域皆屬於大氣邊界層的範圍，其間風速分布隨高度而增加，風速分布與高度間的關係常用指數律(power law)加以描述。考慮建築

物通風之外在環境時，須考慮建築物不同高度時風速亦不同，本文實驗直接將建物模型置於風洞之邊界層流場中量取數據，並以建築物頂部高度處風速為參考風速，將各高度層風壓無因次化，並計算 V_i 值；因此相較於實場應用時，亦採建築物頂部高度處風速為準。

建築物外部風場經由開口部引導進入室內，室內風速對人體及工作的影響如表 2-2 所示。在 0.3~1.5m/sec 間變化時，多數人感到愉快且不致嚴重妨礙工作[7]。就建築物自然通風利用的觀點而言，室外風速須達到一定的標準始具有風壓通風的效果，同時考慮建築物開口可能有紗窗的設置及開窗方式的佈設，本應取 1.5m/sec 為室外風速下限；另一方面如室外風速過高，經由開口進入室內後，反而影響室內工作與生活品質，本應取 3.5m/sec 為室外風速上限，不過利用自然風之風速，如以排熱為主時室內風速僅 0.2m/s 左右即可，(視熱負荷多寡、窗開口大小而異)，但如以對流冷卻人體為主時，則 0.5~3.0m/s 較佳(指溼熱氣候條件下)[10]。(註：在氣溫 27°C 以下時只考慮排熱風速即可；在氣溫 27°C 以上時須考慮對流冷卻效果之風速)。由此反推室外自然風風速，僅做為排熱須有 0.25m/s~0.65m/s，或為對流需有 0.6m/s~3.5m/s(以不超過人體及工作影響之室內風速 1m/s 為上限)。

2. 風向

如先期研究計畫實驗結果顯示，不同的風攻角對建築群自然通風利用潛力有極大的影響，由氣象資料可獲知逼近流場風向的分布，配合建築群座向方位，即為實驗中所使用的風攻角。由於自然界風速、風向分布瞬息萬變，應逐時檢討其風向相應的風攻角，才能與實驗資料結合，事實上，必須注意各地方之風向在一天中或一年中都是固定型態出現，因此自然風主要風向與建築物窗開口之方向應該要有關才行，否則自然風的通風排熱效果被限制，所以自然風利用程度應視風向與窗開口方向相同之程度而定。

表 2-2 室內風速對人體工作的影響

風 速	對人體及工作的影響
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，但薄紙易被吹散
~ 1.5 m/sec	稍有風擊感，桌面紙張吹散
> 1.5 m/sec	風擊明顯，工作易受影響

3. 氣 溫

室內溫度是代表室內熱環境的重要參數，按使用要求對室內溫度有不同程度的要求，一般而言夏季空調室內溫度多控制在 24~28°C 之間，冬季則希望室溫維持在 16~22°C 之間。空氣溼度直接影響人體的蒸發散熱，在多數情況下，氣溫在 16~25°C 時，相對溼度在 30~70% 間變化，對人體的熱感覺影響不大[9]。

Givoni[20]對自然通風之舒適範圍，將溫度與溼度一併考慮，定出適合自然通風利用的戶外溫溼度範圍，如圖 2-3 所示，圖 2-3 中界定出供已開發國家及熱帶開發中國家等不同區域使用的標準。

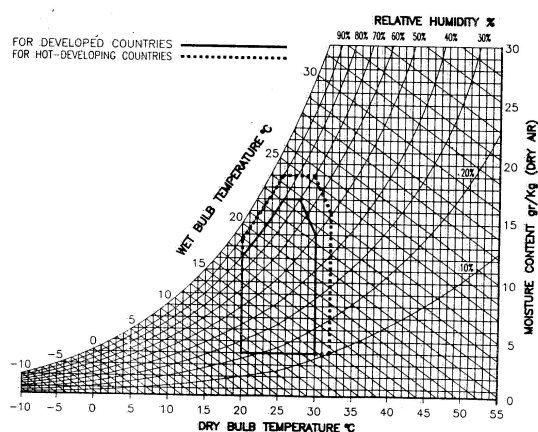


圖 2-3. Givoni[20]建議適合自然通風利用之戶外氣溫溼度範圍

因自然風的氣溫高低，對建築物內部排熱效果影響頗大，當氣溫超

過人體舒適範圍時，例如 27°C 以上，排熱幾乎停頓，因此自然風的氣溫才是氣象資料首要的分析對象。此外如自然風亦做為對流冷卻時，自然風可利用之氣溫範圍應可提高至 27°C 至 30°C 之間。不過因室內對流受到風流過途徑不同而變化頗大，故建議自然風對流之利用暫不納入考慮。

2-4-2 平均氣象年資料

對於建築物自然通風潛力評估模式所需蒐集之資料，包括外部氣候環境資料及居住環境要求條件的設定，同時亦須考慮建築物使用性能與特性，建築物使用時段亦應納入自然風利用評估模式中，因為自然風的氣溫、風速、風向每個小時是變化而不同的，所以自然風氣象資料必須先蒐集並進行瞭解。

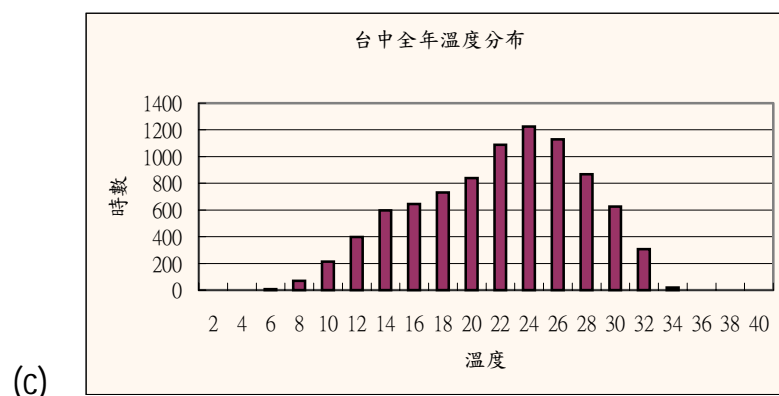
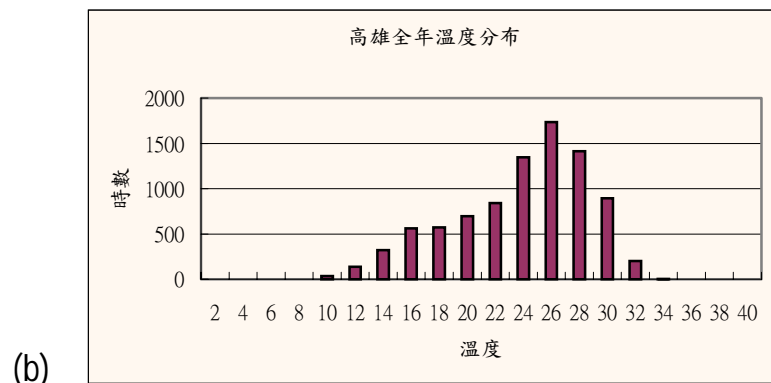
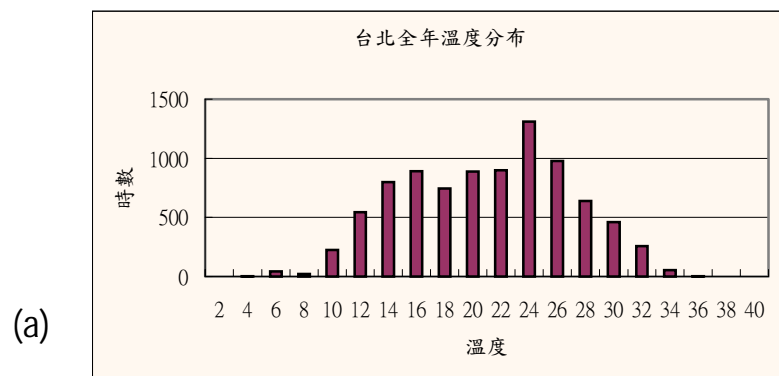
本研究依據成功大學建築研究所林憲德教授所製作的平均氣象年 (AWY) 逐時資料[15]，做為評估自然風逐時之基本資料。該資料氣象年共有 8760 小時的逐時資料，地點包括台北、高雄、台中、台南、花蓮與台東等六個地點。由 AWY 逐時資料顯示，各月份之氣溫、風速、風向皆不同，每日亦不同。

就台北市而言，一年中 2 月份凌晨 3 點氣溫最低為 13.3°C，7 月份下午 2 點氣溫最高為 33.8°C，一天中接近正午時風速變大，最高為 7.7m/s，凌晨 5、6 點時風速較小，最低為 0m/s；5、6、7、8 月份風向以西南風為主，其他月份以東風為主。

而高雄市一年中 2 月份早晨 7 點氣溫最低為 15°C，7 月份下午 1 點氣溫最高為 32.2°C，一天中以下午 2 點左右風速最大最高為 8.2m/s，全年風向以西北風為最多。

台北、高雄、台中、花蓮等地區平均氣象年資料中全年溫度分布情形如圖 2-4 所示。由圖 2-4(a)可見，台北全年溫度分布情形中大於 28°C 的時數佔總時數的比重並不大，因此可供調節室內溫度的外氣相對較充裕，對自然通風而言是有利的。相對的由圖 2-4(b)可見，高雄地區一年之中溫度高於 28°C 的時數相當的高，表示即使有足夠的風速驅動空氣流

通，但外氣溫度過高則不具利用價值。台中全年溫度分布情形中大於 28°C 的時數如圖 2-4(c)所示，超過 28°C 的時數上不算多，但 26°C 的時數佔最高比重，因此在進行自然通風時，可帶走熱量的通風需求量相對提高，如無略高速的風驅動，則自然通風效果不易發揮。花蓮全年溫度分布情形如圖 2-4(d)所示，大於 28°C 的時數佔總時數的比重並不大，因此可供調節室內溫度的外氣相對較充裕，對自然通風而言是有利的。



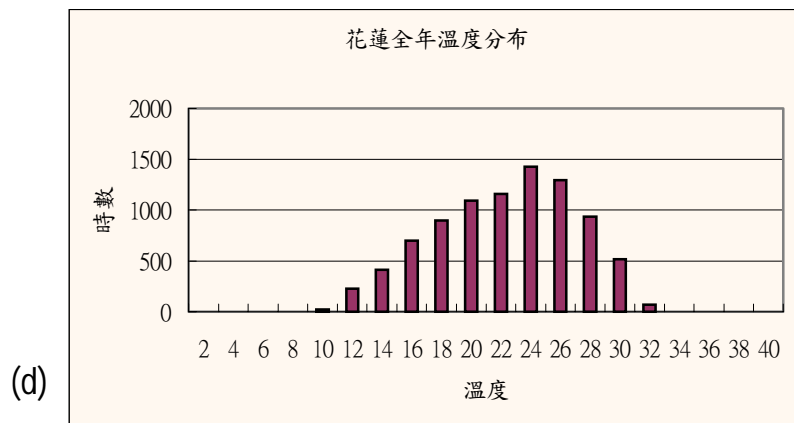
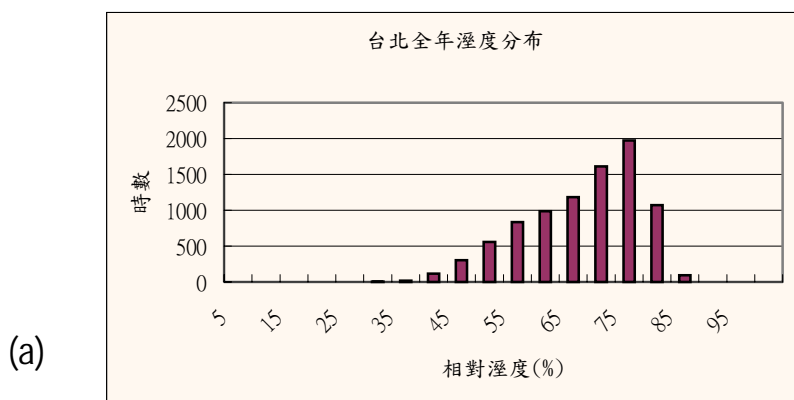


圖 2-4 平均氣象年資料中全年溫度分布 (a)台北 (b)高雄 (c)台中 (d)花蓮

台北、高雄、台中、花蓮等地區平均氣象年資料中全年溼度分布情形如圖 2-5 所示。由圖 2-5(a)可見，台北全年相對溼度大於 80% 的時數佔總時數的比重並不小，溼度過高的外氣無法提供自然通風之用。相對的由圖 2-5(b)顯示，高雄地區全年相對溼度大於 80% 的時數佔總時數的比重不大。圖 2-5(c)顯示，台中地區氣候是最乾燥的。圖 2-5(d)顯示，花蓮地區相對溼度主要集中在 65~75% 之間，仍具自然通風利用的價值。



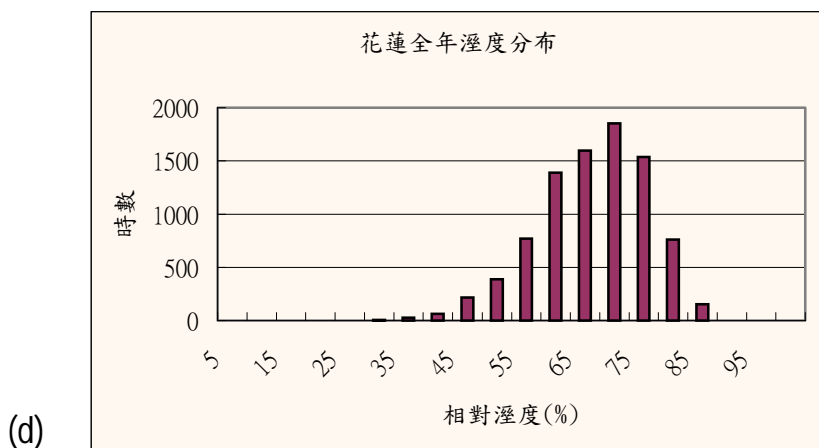
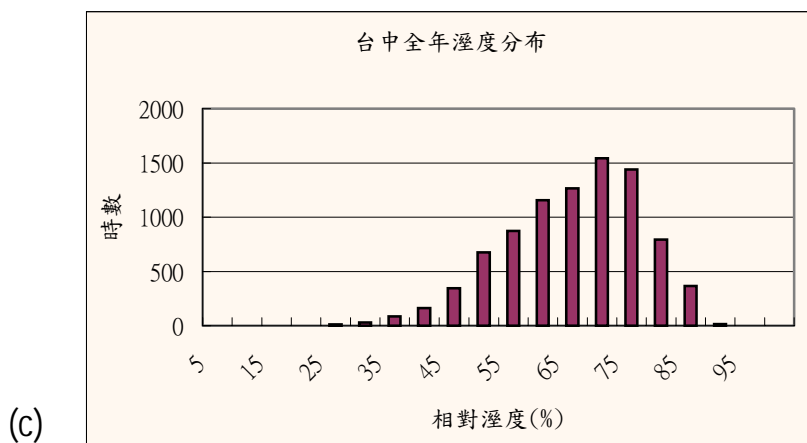
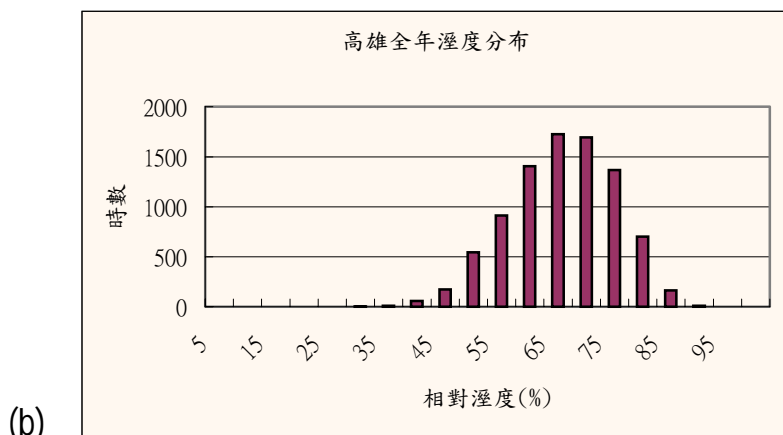
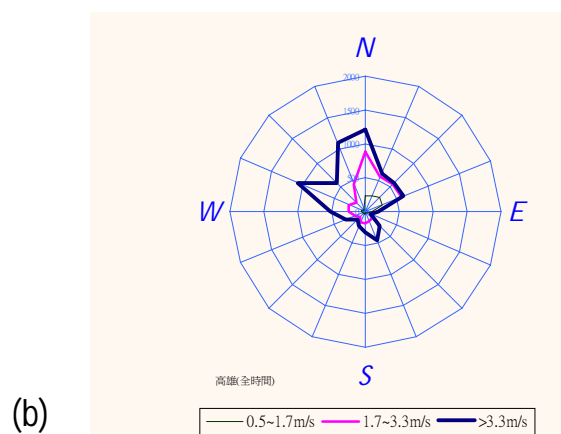
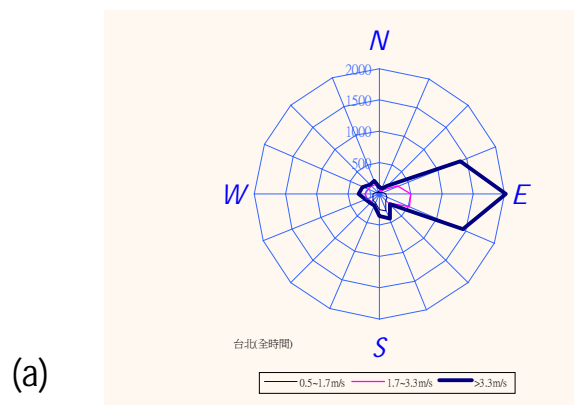


圖 2-5 平均氣象年資料中全年溼度分布 (a)台北 (b)高雄 (c)台中 (d)花蓮

台北、高雄、台中、花蓮等地區平均氣象年資料中全年風速風向分布情形以風花圖方式表現如圖 2-6 所示。由圖 2-6(a)可見，台北地區主要以東風為主，且其中風速高於 3.3m/sec 的時數甚高，表示驅動空氣流通的風力十分足夠。圖 2-6(b)為高雄地區風花圖，顯示風向主要以北風及西北風為主，其中風速高於 3.3m/sec 的時數仍甚高，具備自然通風潛力。台中地區風花圖如圖 2-6(c)所示，風向主要集中於北風，但由圖中可發現主要風速分布多居於 1.7~3.3m/sec 之間，風速大於 3.3m/sec 的時數並不高，甚至有相當多的時數風速小於 1.7m/sec，顯示台中地區單靠風力驅動的自然通風其效能較低，必須在配置、開窗、遮陽等其他建築設計手法上設法獲得足夠的通風量。花蓮地區風花圖如圖 2-6(d)所示，風向主要集中於北北東與西南兩個風向，且風速大於 3.3m/sec 的時數甚高，顯示其自然通風潛力十分的大。



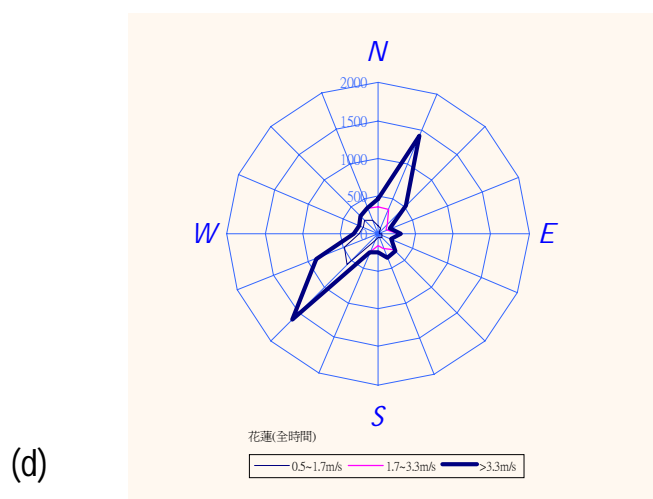
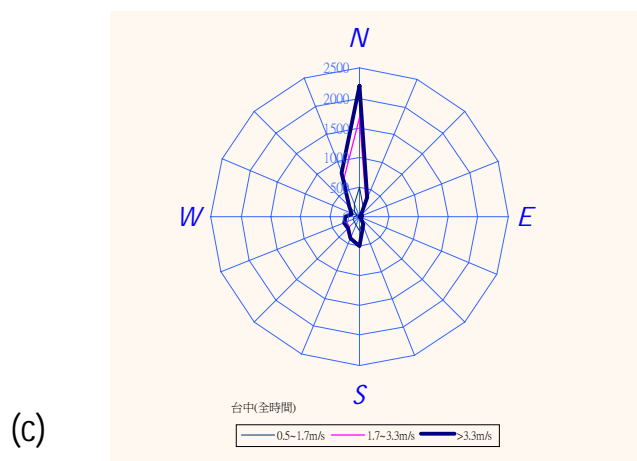


圖 2-6 平均氣象年資料中 (a)台北 (b)高雄 (c)台中 (d)花蓮等地之風花圖

2-4-3 氣象資料評估範疇界定

1. 以台北市及高雄市平均氣象年逐時資料來看，夏季白天外氣溫過高超過 27°C ，暫不考慮自然風利用。台北市春季、秋季夜晚溫度偏低常為 20°C 以下，較無自然風利用之需要。台北市冬季終日氣溫偏低，更無自然風利用之需要，故也不考慮自然風應用，換言之只要室外氣溫低於 22°C 之季節，則不納入評估範圍。

2. 夏季（六、七、八、九月份），白天氣溫多超過 27°C，則不納入自然風利用考量，夜晚（pm 8:00 以後）氣溫降為 27°C 以下則可納入自然風之考量：集合住宅因為夜晚仍在使用，故自然風利用較大。
3. 春季（三、四、五月份），白天（am 9:00 ~ pm 5:00）如室內熱負荷必須利用自然風排熱，夜晚室內熱負荷小則亦納入自然風排熱之考量。：集合住宅如白天熱負荷大，則自然風白天及夜晚皆利用程度大；學校教室如白天熱負荷大，則白天自然風利用程度變大。
4. 秋季（十、十一、十二月份），白天（am 9:00 ~ pm 5:00）如室內熱負荷大，則需納入考量，夜晚如有熱負荷亦須納入：集合住宅如白天熱負荷大，則利用自然風程度大；學校教室如白天熱負荷大，則自然風利用程度將較大。
5. 冬季（一、二月份），白天外氣溫度如低於 20°C 則不考慮將自然通風利用納入評估，夜晚亦同：學校教室白天熱負荷大，則將會另外檢討自然風利用之必要與納入考量。
6. 台北市與高雄市全年的氣象資料，都將做為自然風利用之評估範圍，共 8760 小時之逐時風向、風速、氣溫。

2-5 建築自然風利用潛力影響因素分析

影響建築物通風利用潛力的因素，首先須知道室內熱負荷大小，才能瞭解需要之排熱自然風。在熱負荷方面需加考慮建築物座向產生的日射熱影響，以及開口部遮陽效果，同時亦須考慮內部發生熱高低。室內人員密度高，照明燈具多，則內部發生熱將會比較高。而開口部是否能通風，亦會影響自然風利用成效。集合住宅與學校教室各影響因素之影響程度不同，需予以分別考量。以下就影響建築物自然風利用之因素加以說明：

一、開口方位

不同方位之開口，日射熱逐時變化不同，因此建築物之開口方位，決定其熱負荷多寡。依空調熱負荷逐時數據，開口方位一般分為東、西、南、北、東北、西南、東南、西北八個方位。由於建築物最佳的通風開口是採相對位置開窗，開口方位將分成東/西、南/北、東南/西北、西南/東北四各方位來評估通風潛力較適當。

二、開口遮陽

日射熱透過開口進入室內成為熱負荷，如開口設有遮陽，日射熱會降低。開口遮陽有利用遮陽板，也有利用玻璃本身的遮蔽性能。由於建築物的遮陽，可分為有或完全沒有，開口遮陽將分成有遮陽與無遮陽兩種狀況來評估通風潛力。

三、內部發生熱

室內人員與照明都會產生熱量而成為熱負荷，如人員密度大其總發熱量就大，燈具密度大照度大其總發熱量就大，因此內部發生熱就較大。基本上，住宅照明之熱負荷是白天較低晚上較大，人員之熱負荷是白天小夜晚大；學校教室則是照明之熱負荷白天大夜晚也大，人員之熱負荷也是白天大夜晚也大。

第三章 建築群類別排熱量分析

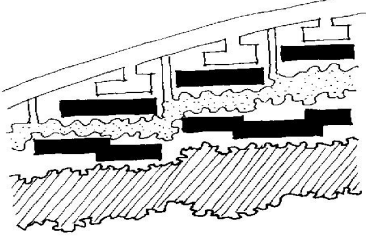
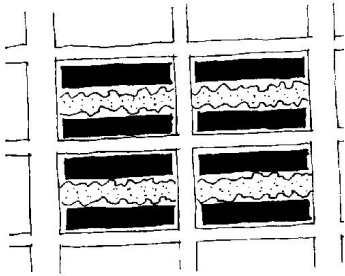
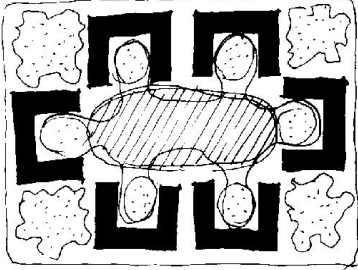
3-1. 概述

建築物欲利用自然風排熱，須視自然風與排熱時間是否同相，才能進一步做評估分析。不同的建築物用途，其建築的平面形式、開口大小、群聚配置皆不同，將會影響自然風利用的程度高低，因此不同之建築群類別，其排熱量必不同。以住宅建築為例，為了考慮私密性與過量光線控制，開口比例都儘量減低；反之，學校教室為了增加自然光利用之考慮，以及不必考慮私密性之問題，其開口比例就可提高。此外，建築物類別不同，其群聚配置不同，對自然風產生不同之阻擋現象，因而影響自然風利用。不過不同建築用途類型，其平面形式、群聚配置將會有不同之考慮，某一種建築類型之自然風利用與另外一種建築類型之自然風利用，將會有不同之條件而完全不同，因此自然風通風潛力須依建築群特性與類別，需作各別剖析。

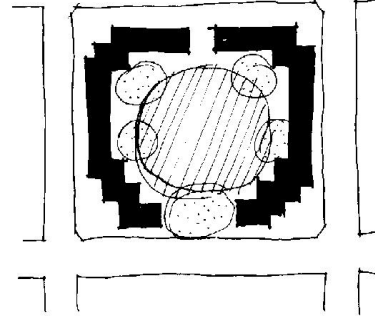
3-2. 集合住宅建築群分析

對住宅建築而言，能夠具備充足利用自然風排熱通風，以及充分景觀視野，乃是評定購成好住宅的一個要項，所以住宅建築增大開窗面積是有其重要意義，不過日射熱也必須有所防範。住宅一般內部發生熱較低，將利用自然風排熱的時間增多應是恰當可行的，因此集合住宅是利用自然風極佳的類型，將進一步探討國內集合住宅常見形式，由住宅單元水平集合而成之住棟型態大致可分為線形、集中型、圍被型三種，此三種類型所能組合配置之水平空間具有許有種可能性，但均與街道之系統、街廓大小及開放空間類型有關。因此，由住棟的水平組合而成的配置方式大致可歸納為巷弄型、排列型、簇群組合及大街廓中庭等四種[3]，如表 3-2-1 所示。

表 3-2-1 國內常見之集合住宅形式

集合住宅形式	圖說
<p>巷弄型集合住宅平面配置：巷弄型平面配置其特性為較易反應座向方位、配置較巷弄型富彈性、具備不同層次之開放空間、可集中停車等。國內如高雄市二苓國宅社區、高雄市小港國宅社區、桃園縣八德市更新國宅社區等均屬此類型配置方式。</p>	
<p>排列型集合住宅平面配置：排列型平面配置其特性為較易反應座向方位、清晰的正背空間、帶狀的鄰里開放空間、易與現有之街巷系統融合、每戶皆有專用之停車庫。國內如台北市國輝國宅社區、高雄市四維國宅社區、高雄市君毅正勤國宅、高雄市果貿國宅二期、台北縣新店市中正國宅社區等均屬此類型配置方式。</p>	
<p>簇群組合集合住宅平面配置：簇群組合平面配置其特性為開放空間有領域的層次感、易塑造向心型的社區中心開放空間、社區感較強烈。國內如台北市治磐國宅社區、台北市成功國宅社區、台北市青年國宅社區、高雄市光華國宅社區、台北縣中和市飛駝一村二期國宅社區、台中縣大里市健康國宅社區、台中縣豐原市社皮國宅社區等均屬此類型配置方式。</p>	

大街廓中庭型集合住宅平面配置：大街廓中庭型平面配置其特性為街廓中心提供留設大型開放空間、具備公園之功能、社區感較強烈等。國內如台北市興安國宅社區、台北市大安國宅社區、台北市新隆國宅社區、台北市大湖國宅社區、台北縣林口國宅社區、台中市文心國宅社區等均屬此類型配置方式。



集合住宅是由住戶單元組合而成，包括水平組合與垂直組合。基本上，不論住戶單元面積大小，住戶單元都會有兩面以上的開窗口，以利自然通風。事實上，國內常見之住戶單元面積多在 30 坪左右(即 100m^2)，又由於動線之需求及房間採光的考量，住戶單元尺寸多為 9m 寬* 12m 長左右之矩形，因此本研究將以 $9\text{m} \times 12\text{m}$ 矩形尺寸做為住戶單元開窗尺寸的依據。

為提高自然通風與採光，該 $9\text{m} \times 12\text{m}$ 矩形之住戶單元開窗方位會以矩形長邊 12m 為主要開窗面，並且在兩個相對長邊都有窗開口，短邊則不一定開窗。由於住宅須考量私密性與減少日射，各長邊之開窗面積比例約為該長邊外牆的 11%。各長邊之面積為 $12\text{m} \times 3\text{m} = 36\text{m}^2$ ，故各邊開窗面積約為 4m^2 ，這各窗開口面積將作為本研究住戶單元開窗口的設定尺寸，作為日射熱負荷及通風開口面積之計算基準。

集合住宅建築之樓層數，在法規及結構因素之考量，大多數是大約分成 4 樓層左右、8 樓層左右、15 樓層左右三類，這三類樓層數將作為自然風利用評估分析之對比基準。此外集合住宅建築群各鄰棟間的距離，一般而言都較小，大約是在 8m 左右，這個距離尺寸將作為自然風利用評估分析之基準。

3-3. 學校教室建築群分析

學校教室一般都比較不使用密閉空間與空調系統，而多充分利用自然風做排熱冷卻。此外，學校教室為了提高自然採光，其開口部之透光面積也都儘量提高。因此同時要兼顧自然通風、採光，又要防範日射熱過大，學校教室在自然風利用上，必須先避免日射熱之熱負荷，讓自然風排熱需求量較小，自然風利用之程度就會提高。

基本上學校教室建築是由教室單元所串連組合而成的。每間教室單元一邊一定都會有一個遮陽前走道，另外一邊會有一個遮陽後陽台或遮陽板，這兩邊外牆上一定會有窗開口，因此形成教室單元窗開口都有遮陽效果，其日射熱負荷受到限制而降低，也同時可以將透光面積增大，提高窗口之採光與自然風利用之機會。

學校教室單元之平面尺寸，一般多是 $9\text{m} \times 9\text{m}$ （不含前走道及後陽台之尺寸）。由於教室單元相連在一起，有兩邊外牆可開窗，且為相對方向位置，非常有利於自然通風，一面開窗之外牆面積為 $3\text{m} \times 9\text{m} = 27\text{M}^2$ ，如果為考慮採光及通風，其開窗口面積應盡量大，可達 30% 約 8M^2 ，因此兩對邊各為 8M^2 開窗，這將做為本研究日射熱熱負荷計算之參考依據。

由於國內多數之學校教室之樓層數，大多視為 4 樓層或 5 樓層，以避免裝修昇降梯，故本研究將學校教室建築群之樓層高度，設定在 4 或 5 樓層高，做為自然風利用評估分析時之基準。此外學校教室建築群各棟之間的間距，一般來說大約超過 15m 以上，這個距離尺寸亦將做為自然風利用之評估時之基準。

3-4. 小結

經由前述之分析，住宅建築各住戶單元與學校教室單元之室內熱負荷可以由日射熱、人體發生熱、照明發生熱計算求得，以做為自然通風利用潛力評估時之基準。因日射熱每日每小時皆不同，所以室內日射熱

負荷也須逐時來表示，才能評估出最適合之自然通風利用潛力。事實上再台灣一年當中只要有太陽之晴天，日射熱各月份相差不大，但因冬季有太陽之晴天減少，所以利用自然通風排熱之必要性反而減少；春秋既有太陽之晴天仍多，所以利用自然通風排熱之必要性反而增加。

集合住宅之住戶單元窗開口遮陽者之排熱自然風需求量基準，經計算得出如表 3-4-1；以及窗開口有遮陽者之排熱自然風需求量基準，經計算得出如表 3-4-2。在學校教室單元方面，其排熱之自然風需求量基準，經計算得出如表 3-4-3。這些基準將再利用平均氣象年逐時資料、風洞實驗模型模擬風壓分佈，以評估出各建築群之自然風利用潛力。

表 3-4-1 住戶單元(無遮陽)排熱自然風需求量基準(單位：m³/h)

Time	S/N	NE/SW	W/E	NW/SE	附註
1	780	780	780	780	ti=28°C ta≤27°C 住宅一戶面積 9m× 12.5m 窗面積 A=4 M ² + 4 M ² 窗有效通風面積 Ai=2M ² (5%) 此通風需求量是風吹入為 90 ⁰ ，如 為 45 ⁰ 角則須加一倍。 窗日射遮蔽係數以 1.0 計。
2	780	780	780	780	
3	780	780	780	780	
4	780	780	780	780	
5	780	780	780	780	
6	780	780	780	780	
7	3550	3550	3550	3550	
8	5830	2150	8810	10210	
9	8460	1260	9330	12500	
10	10210	1800	7230	11780	
11	11100	4600	3550	10730	
12	11610	7930	1260	8280	
13	11260	10560	3010	4950	
14	10380	12150	6880	2130	
15	8630	12500	9330	1260	
16	6180	10500	8980	1960	
17	3550	3550	3550	3550	
18	1830	1830	1830	1830	
19	1830	1830	1830	1830	
20	1830	1830	1830	1830	
21	1830	1830	1830	1830	
22	1830	1830	1830	1830	
23	1830	1830	1830	1830	
24	780	780	1830	1830	

表 3-4-2 住戶單元(有遮陽)排熱自然風需求量基準(單位：m³/h)

Time	S/N	NE/SW	W/E	NW/SE	附註
1	780	780	780	780	ti=28°C ta≤27°C 住宅一戶面積 9m× 12.5m 窗面積 A=4 M ² +4 M ² 窗有效通風面積 Ai=2 M ² (5%) 此通風需求量是風吹入為 90 ⁰ ，如為 45 ⁰ 角則須加一倍。 窗日射遮蔽係數以 0.5 計。
2	780	780	780	780	
3	780	780	780	780	
4	780	780	780	780	
5	780	780	780	780	
6	780	780	780	780	
7	1880	1880	1880	1880	
8	3010	1180	4510	5210	
9	4330	750	4760	6350	
10	5210	1010	3710	6000	
11	5650	2410	1880	5460	
12	5910	4060	730	4250	
13	7930	7580	1610	2580	
14	7500	8380	3550	1180	
15	4410	6350	4760	730	
16	3200	7580	4600	1080	
17	1880	1880	1880	1880	
18	1830	1830	1830	1830	
19	1830	1830	1830	1830	
20	1830	1830	1830	1830	
21	1830	1830	1830	1830	
22	1830	1830	1830	1830	
23	1830	1830	1830	1830	
24	780	780	780	780	

表 3-4-3 學校教室單元之排熱自然風需求基準(單位：m³/h)

Time	S/N	NE/SW	W/E	NW/SE	附註
1	0	0	0	0	ti=28°C ta≤27°C 教室一間面積 9m× 8m 窗面積 A=8 M ² + 8 M ² 窗有效通風面積 Ai=4 M ² (15%) 此通風需求量是風吹入為 90 ⁰ ，如 為 45 ⁰ 角則須加一倍。 窗日射遮蔽係數以 0.4 計。
2	0	0	0	0	
3	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	
5	0	0	0	0	
6	0	0	0	0	
7	2630	2630	2630	2630	
8	18500	15560	20910	22010	
9	20610	14860	21310	23850	
10	22010	15430	19650	23710	
11	22850	17100	16660	22450	
12	23150	20250	14860	20480	
13	22880	22310	16400	17800	
14	22150	23550	19330	15560	
15	20830	23900	21310	14860	
16	18710	22360	21880	15560	
17	16750	16750	16750	16660	
18	14030	14030	14030	14030	
19	14030	14030	14030	14030	
20	14030	14030	14030	14030	
21	14030	14030	14030	14030	
22	0	0	0	0	
23	0	0	0	0	
24	0	0	0	0	

第四章 建築物模型氣動力實驗規劃

4-1. 建築物模型風洞實驗設計

由於建築物形式與配置方式的變化無限，本研究經諮詢專家與專業建築師建議，擇選數個常見且具代表性的建築群模型，於風洞中進行氣動力實驗，量測在不同風攻角與流場作用下其表面風壓分佈，評估平面配置對自然通風效能的影響，藉此對該配置方式可提供的自然通風水準能有具體量化的了解。

建築群模型氣動力實驗實驗部分與淡江大學結構氣動力實驗室合作進行，利用淡江大學第一號邊界層風洞進行一系列柱體模型的氣動力實驗。該風洞屬於吸入、開放型，風洞實驗段長 18.0 m，其斷面寬 3.2 m、高 2.0 m，風洞頂板高度可分七段調整，其最大調整高度為 0.4 m，如圖 4-1 所示。十六槳葉之軸流式風扇 (axial fan) 其直徑為 2.2 m，由具 175 匹馬力之直流無段變速馬達帶動。風速可經由控制風扇之轉速而得到調整，其流速範圍為 0.7 m/s 至 15 m/s。風洞進口段之收縮比為 4:1，進口段設有蜂巢管及四層之阻尼網 (damping screen)，空風洞中平滑流之紊流強度可控制於 1% 以下。

在風洞實驗段距進口 13.5 m 處設有直徑 3 m 之旋轉工作平台 (turn table)。平台採雙層設計，有效地解決了一般風洞所容易存在的氣密性問題。平台可經由電腦操控轉動，其數位式角度計之量測精度可達 $\pm 0.1^\circ$ 。實驗段裝有一台三軸向之載具天車，可透過數位控制器之操作，在整個實驗段進行量測。旋轉台之一側設有觀測室，可透過大型之加強落地窗戶對實驗進行觀測記錄。

4-2. 實驗模型設計

本計畫所使用的建築物模型可分為風壓模型及幾何實體模型兩大類，兩類模型均為模擬常見集合住宅、校舍等建築物之量體，而以單純

的幾何形狀加以表現。

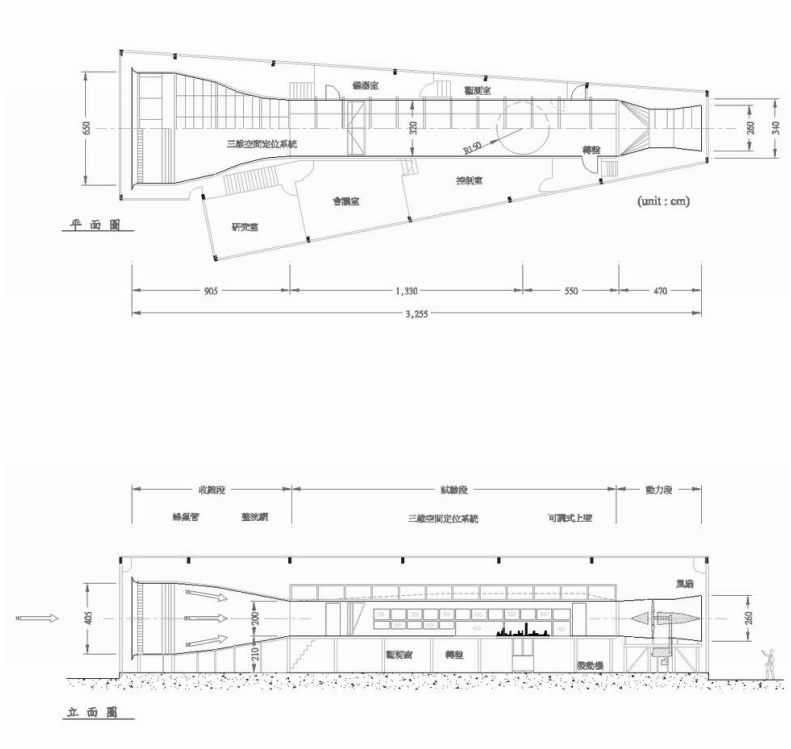
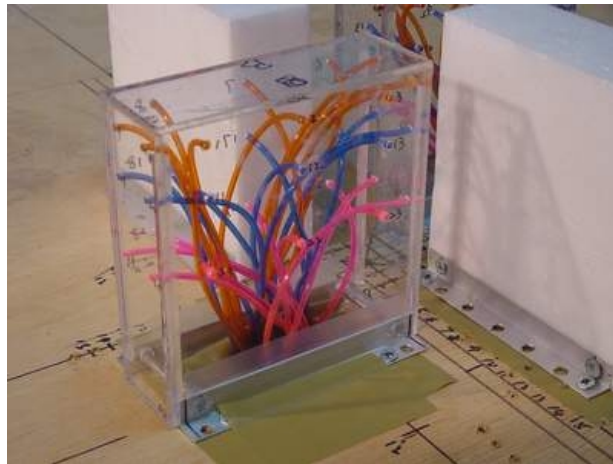


圖 4-1 淡江大學第一流邊界層風洞平面及立面圖

風壓模型本體以壓克力板粘合製作，此類模型主要工作量測建築物模型表面風壓為主，模型表面鑽設直徑 2mm 的風壓量測孔，均勻分佈於模型表面，如圖 4-2。壓力孔後端以 PVC 軟管導引壓力訊號至 System-8400 電子式壓力掃描器進行量測，量測所得知壓力資料直接傳入電腦中儲存與分析。模型表面壓力量測系統配置如圖 4-3 所示：



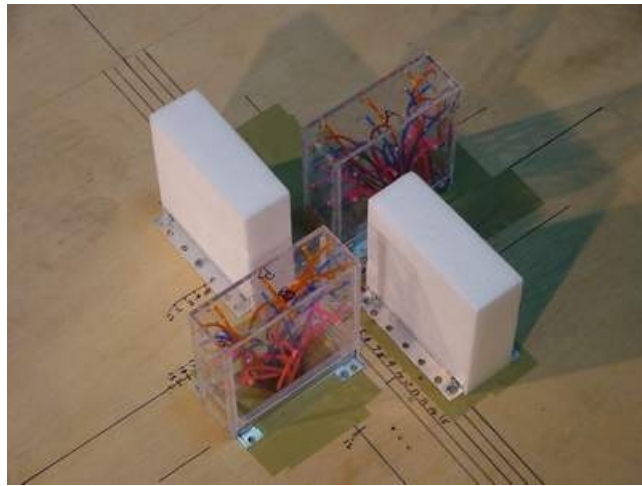


圖 4-2. 模型表面壓力量測系統配置

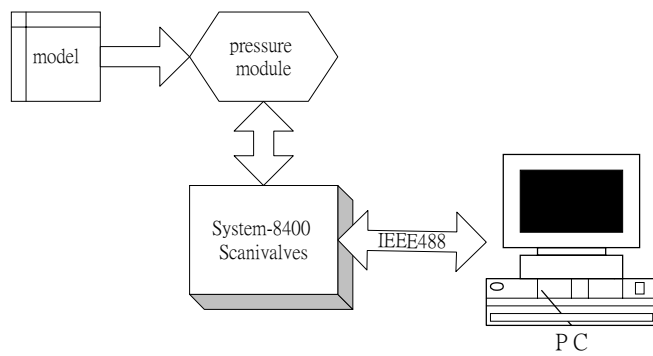


圖 4-3. 模型表面壓力量測系統配置

幾何實體模型是以保力龍塊切割製作，安置幾何實體模型的目的是在於配合建築群平面配置條件，產生建築群對流場的影響，因此模型表面並不設置任何壓力量測孔，配合風壓模型一併置於風洞中進行實驗，幾何實體模型在數量上較風壓模型為多，並據以調整建築群平面配置方位、鄰棟間距等實驗參數，以瞭解建築群配置的改變對風壓模型上壓力分佈之改變。

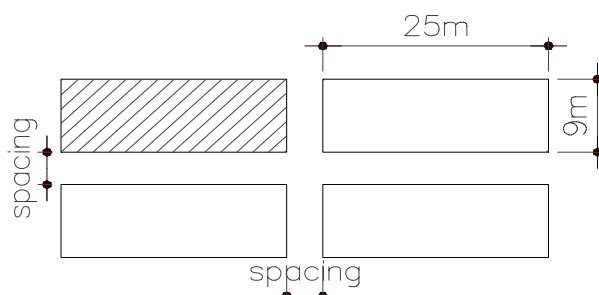
本研究所採用的幾何縮尺為 200:1，配合前文中所敘的常見建築群配置方式，並考量到實驗進行期程的配合度，規劃實驗模型配置方式如圖 4-4，4-5 所示，模型配置方式有代表住宅類的配置方式(圖 4-4)及代表學校教室的數種配置方式(圖 4-5)，至於模型尺寸的決定則參考配置中常見的樓層數與尺寸，經篩選後決定採用之尺寸如表 4-1 所示。

實驗中建築群的配置間距在住宅類中考慮通常集合住宅其彼此間的棟距不會太大，數倍於高度的棟距幾乎不可能出現，而法規中對於防火巷 3 公尺以上的規定常成為間距的底限。在一般考慮可供汽車單部通行或兩部錯車的需求，成為常見的間距。本研究採用 4m、6m 及 8m 等三種間距，應屬常見的間距，檢核在此三種間距變化下，其對於自然通風效能的影響程度。

學校教室的配置方式，本研究選取平行配置與面對面 M 型兩種配置方式，由於學校校舍彼此間的空間常規劃為花園或學生戶外活動空間，因此棟距較大，本次研究採用 8m、15m 及 20m 等三種間距進行探討。

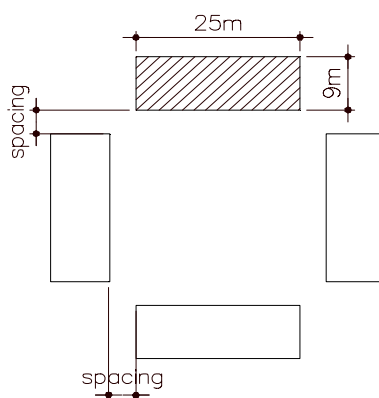
不同風攻角對模型表面壓力分布的影響十分明顯，而自然界中風的吹向一年四季變化多端，任何方向均有可能出現。本研究配合氣象資料中十六個方位角的劃分方式，每 22.5 度取一個方位角。氣動力實驗結果為能套入分析模式中應用，應包含所有方位角的結果，而不分配置方式。由於有對某座標軸向對稱性的存在，因此實驗中對稱的部分即省略，以節省實驗資源。本研究中各不同配置均採用沿圖面垂直向上的方向(即數學中平面座標 Y 軸的正方向)為北方，並定義為方位角零度，來流沿順時針方向旋轉的角度即為風攻角。

A-1



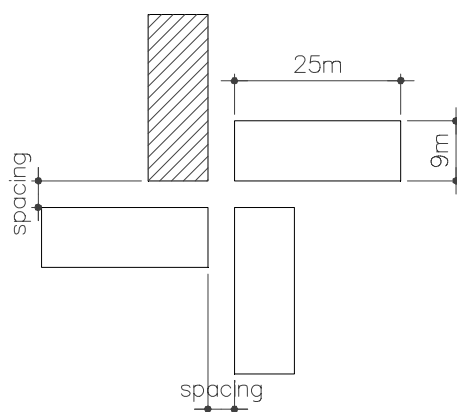
(a)

A-2 & A-3



(b)

C-1



(c)

圖 4-4. 住宅類建築群模型配置方式

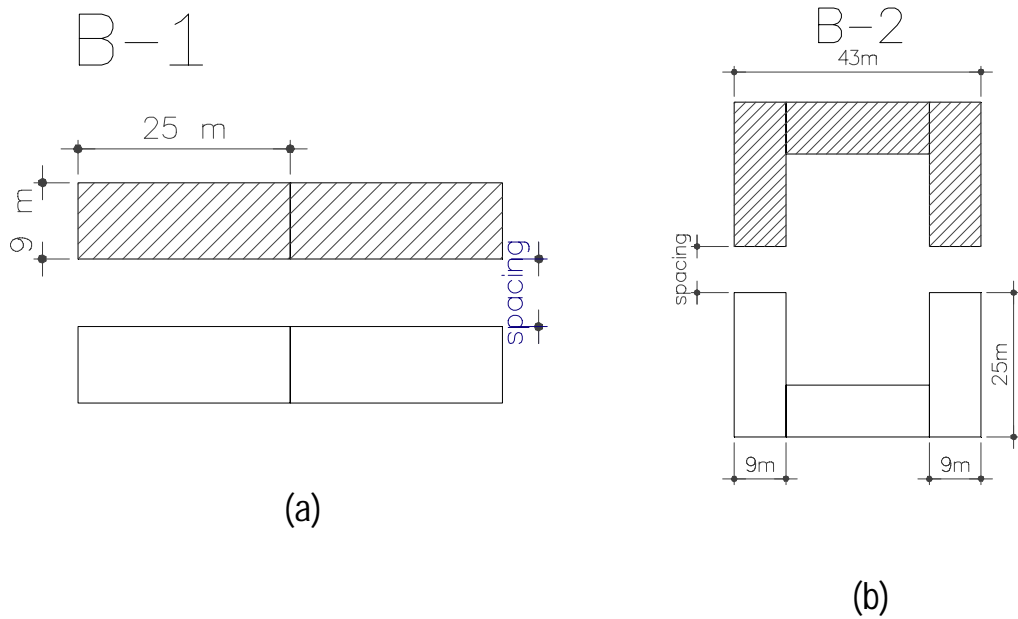


圖 4-5. 教室類建築群模型配置方式

表 4-1. 氣動力模型尺寸

編號	樓層數	實際樓高 (m)	模型高 (cm)	模型寬 (cm)	模型深 (cm)	備註
A-1	5F	16	8	12.5	4.5	
A-2	8F	26	13	12.5	4.5	
A-3	15F	48	24	12.5	4.5	
B-1	8F	26	13	25	4.5	
B-2	5F	16	8	-	-	非矩形
c-1	8F	26	13	12.5	4.5	

4-3. 實驗流場設計

本計畫目標建築物均為位於大氣邊界層中之結構物，因此實驗流場採邊界層流場。為能比較不同開發程度區域對自然通風的影響，採用兩種不同的紊流邊界層流場進行實驗，以供相互的比較。邊界層流場的產

生是利用由粗糙元素(roughness element)、阻牆(barrier)、錐形擾流板(spire)等構件模擬而得。代表都會地區紊流邊界層流場者平均風速剖面與紊流強度剖面如圖 4-6 所示，利用指數律擬合其平均風速剖面得指數為 0.24。代表市郊地區紊流邊界層流場者平均風速剖面與紊流強度剖面如圖 4-7 所示，利用指數律擬合其平均風速剖面得指數為 0.18。

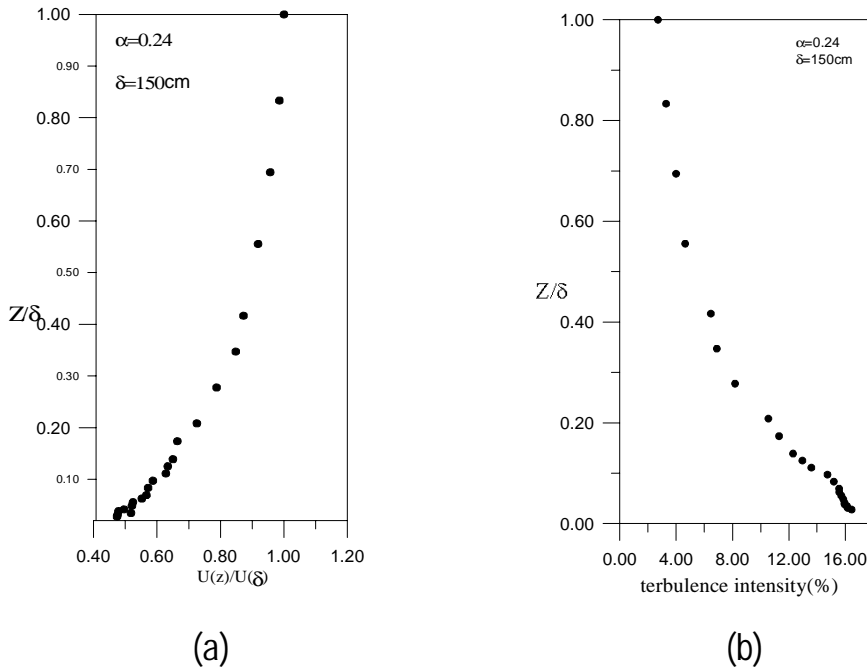


圖 4-6. 都會地區紊流邊界層流場之 (a)平均風速剖面與 (b)紊流強度剖面

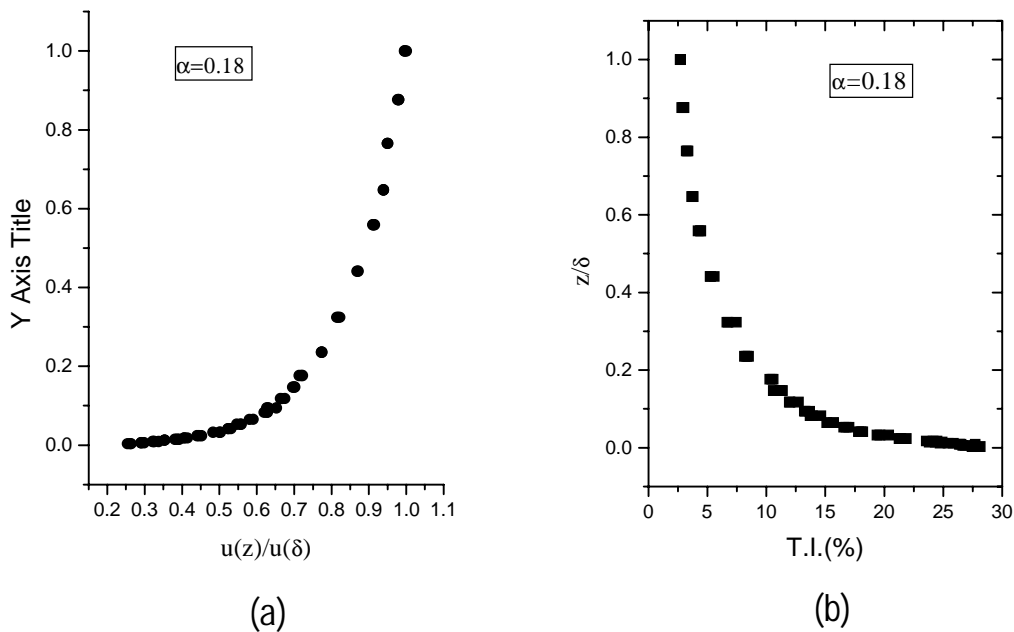


圖 4-7. 市郊地區紊流邊界層流場之 (a)平均風速剖面與 (b)紊流強度剖面

第五章 實驗結果與討論

5-1. 集合住宅建築群分析

集合住宅類之建築群經由氣動力實驗量測得其表面風壓分布資料，經面積分計算處理後，可得模型表面各面之風壓係數(Cp)，風壓係數之定義如下：

$$C_p = \frac{\Delta P}{\frac{1}{2}\rho U^2} \quad (5-1)$$

其中 ΔP 表示模型表面與流場背景壓力之壓差， ρ 為空氣密度， U 為邊界層自由流風速。

以集合住宅類 A-1 配置型態(如圖 4-4(a)所示)為例，在都會型流場作用下，其各面風壓係數如表 5-1 所示，表中所定義之 Face-1 指模型在風攻角為零度時，模型之北面，而依順時針方向旋轉時，東面稱為 Face-2，依此類推。如前文之假設，開窗以模型較寬之面為準，考慮兩各較寬面的壓差為驅動自然通風之動力。如表 5-1 所示，在風攻角小於 45 度時，Face-1 直接迎風作用，因此表面風壓係數為正值，其餘各面為負值，而在風攻角轉至 180 度附近時，風壓模型處於其他模型塊之後方，完全被上游尾流包覆，因此即使攻角 180 度，Face-3 表面壓力仍為負值，間距的變化有實場的 4、6 及 8m 等三種情況，由 Cp 值得變化可見間距的改變對 Cp 值影響在本實驗中未有明顯改變。因本實驗所採用的間距與建築物深度相比時，顯然變化幅度不足，因此氣動力效應的變化並不明顯，隨間距的增加，表面風壓仍有略增的現象。

風攻角 180~360 度間的風壓係數，由於模型配置方式具有對中軸的對稱性，因此其風壓係數與風攻角 0~180 度間的風壓係數變化為反對稱型態。

表 5-1 集合住宅 A-1 配置型態中目標建物各面風壓係數值(都會區流場)

流場型態	風攻角	間距(m)	Face-1	Face-2	Face-3	Face-4
都會	0.0	4	0.070	-0.282	-0.196	-0.252
都會	22.5	4	0.033	-0.196	-0.188	-0.180
都會	45.0	4	-0.026	-0.160	-0.175	-0.160
都會	67.5	4	-0.087	-0.149	-0.163	-0.149
都會	90.0	4	-0.101	-0.105	-0.110	-0.106
都會	112.5	4	-0.166	-0.148	-0.140	-0.137
都會	135.0	4	-0.177	-0.180	-0.171	-0.147
都會	157.5	4	-0.157	-0.178	-0.194	-0.174
都會	180.0	4	-0.164	-0.163	-0.216	-0.165
都會	0.0	6	0.095	-0.226	-0.167	-0.206
都會	22.5	6	0.062	-0.110	-0.151	-0.129
都會	45.0	6	0.016	-0.073	-0.143	-0.111
都會	67.5	6	-0.032	-0.059	-0.107	-0.088
都會	90.0	6	-0.062	-0.064	-0.078	-0.067
都會	112.5	6	-0.133	-0.100	-0.105	-0.103
都會	135.0	6	-0.136	-0.131	-0.123	-0.103
都會	157.5	6	-0.110	-0.127	-0.139	-0.127
都會	180.0	6	-0.130	-0.128	-0.176	-0.125
都會	0.0	8	0.050	-0.291	-0.222	-0.266
都會	22.5	8	0.023	-0.148	-0.201	-0.179
都會	45.0	8	-0.019	-0.079	-0.187	-0.149
都會	67.5	8	-0.066	-0.071	-0.147	-0.126
都會	90.0	8	-0.091	-0.081	-0.114	-0.100
都會	112.5	8	-0.153	-0.084	-0.122	-0.119
都會	135.0	8	-0.169	-0.144	-0.137	-0.131
都會	157.5	8	-0.139	-0.155	-0.142	-0.146
都會	180.0	8	-0.130	-0.126	-0.167	-0.128

集合住宅配置 A-2 與 A-3 兩種類型，具有相同排放方式，但配置 A-2 高度為 8 層樓，而 A-3 高度為 15 層樓，兩者氣動力實驗結果分別如表 5-2 與表 5-3 所示，比較兩表中之風壓係數變化趨勢均類似，但 A-3 模型配置的風壓係數顯然略高於 A-2 模型配置，表示較高的建物越往上發展，受邊界層特性影響，流場紊流強度下降、風速提昇，因此風壓係數上升。

表 5-2 集合住宅 A-2 配置型態中目標建物各面風壓係數值(都會區流場)

流場型態	風攻角	間距(m)	Face-1	Face-2	Face-3	Face-4
都會	0.0	4	0.107	-0.201	-0.144	-0.197
都會	22.5	4	0.083	-0.055	-0.157	-0.155
都會	45.0	4	0.026	0.062	-0.139	-0.134
都會	67.5	4	-0.059	0.107	-0.130	-0.111
都會	90.0	4	-0.167	0.103	-0.117	-0.108
都會	0.0	6	0.109	-0.213	-0.149	-0.207
都會	22.5	6	0.081	-0.069	-0.162	-0.160
都會	45.0	6	0.008	0.029	-0.176	-0.156
都會	67.5	6	-0.071	0.098	-0.161	-0.123
都會	90.0	6	-0.159	0.116	-0.111	-0.100
都會	0.0	8	0.127	-0.180	-0.122	-0.176
都會	22.5	8	0.092	-0.061	-0.124	-0.148
都會	45.0	8	0.025	0.037	-0.155	-0.133
都會	67.5	8	-0.051	0.097	-0.160	-0.106
都會	90.0	8	-0.149	0.113	-0.118	-0.095

表 5-3 集合住宅 A-3 配置型態中目標建物各面風壓係數值(都會區流場)

流場型態	風攻角	間距(m)	Face-1	Face-2	Face-3	Face-4
都會	0.0	4	0.181	-0.217	-0.155	-0.287
都會	22.5	4	0.146	-0.033	-0.247	-0.198
都會	45.0	4	0.034	0.135	-0.215	-0.185
都會	67.5	4	-0.123	0.177	-0.197	-0.157
都會	90.0	4	-0.262	0.182	-0.149	-0.160
都會	0.0	6	0.171	-0.268	-0.190	-0.272
都會	22.5	6	0.105	-0.164	-0.281	-0.258
都會	45.0	6	-0.039	-0.103	-0.325	-0.290
都會	67.5	6	-0.210	0.135	-0.287	-0.227
都會	90.0	6	-0.365	0.146	-0.259	-0.264
都會	0.0	8	0.184	-0.269	-0.204	-0.267
都會	22.5	8	0.165	-0.119	-0.173	-0.202
都會	45.0	8	0.077	0.092	-0.213	-0.177
都會	67.5	8	-0.066	0.178	-0.184	-0.127
都會	90.0	8	-0.212	0.194	-0.146	-0.110

5-2. 學校教室建築群分析

學校教室類之建築群其氣動力實驗結果，以在市郊型態流場之學校教室 B-1 配置型態(如圖 4-5(a)所示)為例，如表 5-4 所示。表中 Face-1~4 之定義與前節相同。由表中可見迎風面在攻角大於 45 度後風壓係數轉為負值，在風攻角 90 度附近時，模型之 Face-2 成為迎風面，且上游無其他障礙物影響，因此風壓係數為正值，其餘情況皆因上游建物尾流影響、或側風面、或背風面，而使風壓係數為負值。本配置方式考慮的間距為實場的 8m、15m 及 20m，比較不同間距的影響，可見在小風攻角或上游側有其他建物影響的條件下，模型表面之風壓係數隨間距改變的變

化幅度仍不大；而在側風作用時，隨間距增加 Face-1,3 風壓係數有負值增加的現象，應是與其側面分離剪力流的形成隨間距增加、來自側方向柱體的干擾亦逐漸減少所致。

風攻角 180~360 度間的風壓係數，由於模型配置方式具有對中軸的對稱性，因此其風壓係數與風攻角 0~180 度間的風壓係數變化為反對稱型態。

相同的 B-1 配置型態在都會形流場中，其各面之表面風壓係數變化如表 5-5 所示，比較表 5-4 與表 5-5 兩者之間並無明顯且一致的差異性，顯示在邊界層底部建物表面風壓對流場特性的差異並不十分敏感。

表 5-4 學校教室 B-1 配置型態中目標建物各面風壓係數值(市郊區流場)

流場型態	風攻角	間距(m)	Face-1	Face-4	Face-3	Face-2
市郊	0.0	8	0.135	-0.319	-0.283	-0.342
市郊	22.5	8	0.083	-0.158	-0.190	-0.227
市郊	45.0	8	0.052	-0.177	-0.193	0.031
市郊	67.5	8	0.009	-0.089	-0.109	0.167
市郊	90.0	8	-0.092	-0.048	-0.077	0.192
市郊	112.5	8	-0.212	-0.136	-0.110	0.125
市郊	135.0	8	-0.183	-0.148	-0.145	0.034
市郊	157.5	8	-0.166	-0.151	-0.206	-0.037
市郊	180.0	8	-0.091	-0.115	-0.209	-0.146
市郊	0.0	15	0.134	-0.290	-0.268	-0.345
市郊	22.5	15	0.121	-0.179	-0.233	-0.321
市郊	45.0	15	0.045	-0.179	-0.220	0.016
市郊	67.5	15	-0.041	-0.133	-0.166	0.144
市郊	90.0	15	-0.140	-0.100	-0.123	0.150
市郊	112.5	15	-0.239	-0.158	-0.106	0.106
市郊	135.0	15	-0.227	-0.184	-0.115	0.017

市郊	157.5	15	-0.197	-0.185	-0.198	-0.074
市郊	180.0	15	-0.162	-0.156	-0.292	-0.205
市郊	0.0	20	0.125	-0.310	-0.281	-0.347
市郊	22.5	20	0.120	-0.174	-0.234	-0.288
市郊	45.0	20	0.057	-0.173	-0.233	0.002
市郊	67.5	20	-0.035	-0.137	-0.178	0.136
市郊	90.0	20	-0.236	-0.152	-0.092	0.111
市郊	112.5	20	-0.228	-0.180	-0.083	0.014
市郊	135.0	20	-0.186	-0.177	-0.161	-0.072
市郊	157.5	20	-0.129	-0.126	-0.265	-0.146
市郊	180.0	20	-0.141	-0.106	-0.130	0.151

表 5-5 學校教室 B-1 配置型態中目標建物各面風壓係數值(都會區流場)

流場型態	風攻角	間距(m)	Face-1	Face-4	Face-3	Face-2
都會	0.0	8	0.087	-0.276	-0.221	-0.290
都會	22.5	8	0.144	-0.077	-0.096	-0.141
都會	45.0	8	0.087	-0.068	-0.077	0.060
都會	67.5	8	0.036	-0.046	-0.057	0.152
都會	90.0	8	-0.038	-0.019	-0.029	0.171
都會	112.5	8	-0.103	-0.047	-0.031	0.135
都會	135.0	8	-0.102	-0.066	-0.054	0.065
都會	157.5	8	-0.074	-0.068	-0.089	0.022
都會	180.0	8	-0.050	-0.067	-0.135	-0.066
都會	0.0	15	0.162	-0.162	-0.108	-0.157
都會	22.5	15	0.145	-0.066	-0.090	-0.127
都會	45.0	15	0.100	-0.049	-0.083	0.060
都會	67.5	15	0.040	-0.035	-0.058	0.156
都會	90.0	15	-0.031	-0.020	-0.032	0.174
都會	112.5	15	-0.103	-0.045	-0.014	0.141
都會	135.0	15	-0.114	-0.079	-0.023	0.063
都會	157.5	15	-0.077	-0.071	-0.062	0.013
都會	180.0	15	-0.047	-0.044	-0.128	-0.050
都會	0.0	20	0.166	-0.158	-0.108	-0.149
都會	22.5	20	0.153	-0.059	-0.088	-0.141
都會	45.0	20	0.099	-0.044	-0.089	0.060
都會	67.5	20	0.047	-0.024	-0.053	0.160
都會	90.0	20	-0.017	-0.003	-0.012	0.183
都會	112.5	20	-0.090	-0.034	0.004	0.145
都會	135.0	20	-0.107	-0.069	0.016	0.078
都會	157.5	20	-0.065	-0.060	-0.023	0.024
都會	180.0	20	-0.015	-0.006	-0.086	-0.008

5-3. 綜合分析

由以上所討論之實驗結果顯示，本研究計畫所規劃的實驗條件中，雖然其控制因素包括風攻角、間距、流場型態等多項，但在所考慮的間距變化範圍內，模型表面風壓變化並不十分明顯，推測其原因是與本實驗所採用的間距與建築物深度相比時，顯然變化幅度不足。同時建築物模型代表的建物高度多屬中低層高度，因此變化不明顯。如再大幅增加建築物間距，由於建物間的渦漩形成將更為完整，其氣動力表現的變化將會增大，但由於考慮到實務上住宅間距有經濟上的考量，超大棟距的機會並不大，因此仍以實驗規劃的合理棟距為準。至於風攻角的改變，由實驗結果顯示，在各不同風攻角條件下，表面風壓的差異非常大，且不同風攻角情況下，鄰棟建物相對位置有甚大的改變，會主導模型週邊流場的行為，因此表面風壓隨風攻角的變化有明顯的不同。

由於建築物模型高度遠低於邊界層厚度，因此建物所受的流場作用，是處於邊界層底部流場，紊流強度相當的高，由實驗結果顯示在高紊流強度的環流作用下，流場本身部分的差異性，對實驗結果而言不易有明顯的區分。

第六章 自然通風利用評估模式之研擬

6-1. 評估模式因素分析

由前文之討論可知評估建築物自然通風效能的因素可分為「供給面」與「需求面」兩部分加以考量。由於自然通風的目的在引導合適的外界新鮮空氣進入室內，以改善室內空氣品質及節省對機械空調的依賴，進而節約能源。顯然其先決條件為外氣環境為健康的環境，如外氣環境含有工業生產排放之氣體、交通廢氣等品質不佳的空氣，在評估模式中將無法適用，此方面的改善需要借助生活環境規劃或都市規劃設計的手法加以改善。

「供給面」代表的是建築物外環境所能提供建物外界新鮮空氣的流場條件，包括流場型態、受建築群配置方式形成的微氣候、風攻角、建築群排列方式及座向等條件，為能取得相關的數據，需透過風洞中建築物模型的氣動力實驗，重現逼近流場之特性、建築群配置方式等條件，量測得建築物模型的表面風壓。由於需控制的條件因素有數個之多，本研究由實際建物配置情形，歸納得所採用的實驗條件，由第五章氣動力實驗結果的探討可發現，為符合實況所定的建物間距變化範圍對表面風壓並未有十分明顯的影響性。由於建物的高度並不高，多位於高紊流強度的邊界層底部，受高紊流強度作用影響，都會流場及市郊流場所得氣動力性質有相當的近似。

建築物表面開窗決定外氣進入室內的流通面積，就某一流量而言，開窗越大則所需的將降低，但過大的開窗又會有引入過多日射量造成室溫增加的顧慮，兩者必須同時考慮求得平衡。影響供給風量的另一個因素是開窗方式，平拉窗、外推窗或平推窗...等均會影響流通效率，一般以孔口係數表達。

在「需求面」方面，由於不同的建築物使用目的，會有不同的風量需求，能滿足通風需求量的供給量及合宜的自然通風時機。如前文所述，影響通風需求量的因素包含主要開窗面向受日照的影響程度、室內

使用情形及相對應的人體發生熱等。

6-2. 評估模式之建立

本研究藉由前節所規劃的評估方式，建立建築群自然通風效能之評估模式，模式之設計首先擇定某一建築群配置方式，並設定其用途與開窗面積、開窗方式、遮陽情形等性能，由建築模型氣動力實驗結果得在不同風攻角下其表面風壓分布及風壓係數。接著擇定某一座向條件，代入平均氣象年的逐時氣象資料，由逐時的風速、風向資料可得相對應的風攻角及該風速下通風量，同時並檢核外氣的溫、溼度是否符合設定的範圍。而由建築物座向、使用目的、遮陽條件可求得其通風需求量，經由比較通風供給量與需求量即可判定該小時自然通風之作為是否可行。累積全年中合乎自然通風條件的總時數，並除以全年時數 8760 小時，所得百分比代表適合進行自然通風的時數百分比；另一方面，不適合進行自然通風的時數有兩種可能，第一是由於外氣的溫溼度條件不合，對於高溫(超過 28°C)或低溫(低於 15°C)、或相對溼度過高(超過 80%)，等均列入不宜通風之時數；另一種可能是外氣供應量不足，亦列入不宜通風之時數。將兩種不宜通風時數相加所得之時數除以 8760 小時，所得代表無法進行自然通風的時數百分比。由於氣候條件中無法進行自然通風的時數與建築配置無關，為一地區性的定值，而與外氣不足時數及適於通風時數三者相加共為 8760 小時，因此適於通風時數最高者其外氣不足時數應亦為最低。

在某一種建築配置條件下，所有可能採用之建築座向均以評估模式加以評量後，適合進行自然通風的時數百分比最高的座向或配置條件，可代表能有效發揮當地氣候特色進行自然通風的建築配置建議。

本研究研擬之評估模式，初步可提供量化的比較基準，同時其中部分如間距、開窗等條件，具有在建築規劃階段彈性調整的可能性，而透過評估模式的計算，可重複嘗試不同間距或開窗條件下的自然通風效能，提供規劃時之參考。

6-3. 評估模式之檢討

利用前文中所設計之自然通風評估模式，採用台北地區平均氣象年資料，評估台北都會區集合住宅 A-1 配置，在無遮陽條件下，各座向之自然通風效能評估結果如表 6-1 所示，表中列出八個不同座向三種間距變化下的通風效能評估成果，其中適合或不適合自然通風的時數均以經與 8760 小時相除後的百分比表示，表中 1% 的變化量將代表實際 87.6 小時的時數。

由表 6-1 可發現在間距 4m 時，座向 SE 為最佳的選擇，具有最高的適合自然通風時數百分比；間距 6m 時，仍以座向 SE 為最佳的選擇；間距 8m 時，略有不同，以座向 NE 為最佳的選擇。

表 6-1 台北都會區集合住宅在無遮陽條件下各座向之自然通風潛力評估結果

區域	使用類別	座向	間距	開口率 (%)	適合自然通風 時數百分比	不適於自然通風時數百分比		
						氣候不佳	風量不足	合計
台北	住宅--無遮陽	N	4m	5	44.1	49.3	6.7	55.9
台北	住宅--無遮陽	NE	4m	5	44.7	49.3	6	55.3
台北	住宅--無遮陽	E	4m	5	44.5	49.3	6.2	55.5
台北	住宅--無遮陽	SE	4m	5	45.2	49.3	5.5	54.8
台北	住宅--無遮陽	S	4m	5	43.6	49.3	7.1	56.4
台北	住宅--無遮陽	SW	4m	5	44.2	49.3	6.6	55.8
台北	住宅--無遮陽	W	4m	5	43.9	49.3	6.9	56.1
台北	住宅--無遮陽	NW	4m	5	44.2	49.3	6.5	55.8
台北	住宅--無遮陽	N	6m	5	44.5	49.3	6.2	55.5
台北	住宅--無遮陽	NE	6m	5	45.3	49.3	5.5	54.7
台北	住宅--無遮陽	E	6m	5	45.1	49.3	5.7	54.9
台北	住宅--無遮陽	SE	6m	5	45.4	49.3	5.3	54.6

台北	住宅--無遮陽	S	6m	5	44.4	49.3	6.4	55.6
台北	住宅--無遮陽	SW	6m	5	44.7	49.3	6	55.3
台北	住宅--無遮陽	W	6m	5	44.7	49.3	6.1	55.3
台北	住宅--無遮陽	NW	6m	5	44.7	49.3	6	55.3
台北	住宅--無遮陽	N	8m	5	43.6	49.3	7.1	56.4
台北	住宅--無遮陽	NE	8m	5	45	49.3	5.7	55
台北	住宅--無遮陽	E	8m	5	44.7	49.3	6	55.3
台北	住宅--無遮陽	SE	8m	5	44.6	49.3	6.1	55.4
台北	住宅--無遮陽	S	8m	5	44.1	49.3	6.6	55.9
台北	住宅--無遮陽	SW	8m	5	44.6	49.3	6.1	55.4
台北	住宅--無遮陽	W	8m	5	44.2	49.3	6.5	55.8
台北	住宅--無遮陽	NW	8m	5	44.1	49.3	6.6	55.9

如將相同的建築配置條件增加其遮陽效果，計算所得之評估結果如表 6-2 所示，由表中可見間距 4m 及 6m 時，均以 SE 為最佳座向選擇，而間距 8m 時座向以 NE 或 E 為最佳選擇；原先 SE 座向則僅相差 0.1%，亦是良好的選擇。

比較表 6-1 與表 6-2 兩者所相差的是遮陽條件，結果顯示兩者最佳座向幾乎不變，但具有遮陽的建築群其適合自然通風時數百分比上升 1%，顯示具有遮陽條件的建築群其全年可供自然通風利用的時數增加約 90 小時，可量化表現其具體成效。

表 6-2 台北都會區集合住宅在有遮陽條件下各座向之自然通風潛力評估結果

區域	使用類別	座向	間距	開口率 (%)	適合自然通風時數百分比	不適於自然通風時數百分比		
						氣候不佳	風量不足	合計
台北	住宅--有遮陽	N	4m	5	45.5	49.3	5.2	54.5
台北	住宅--有遮陽	NE	4m	5	45.7	49.3	5	54.3

台北	住宅--有遮陽	E	4m	5	45.8	49.3	4.9	54.2
台北	住宅--有遮陽	SE	4m	5	46.3	49.3	4.4	53.7
台北	住宅--有遮陽	S	4m	5	45.3	49.3	5.4	54.7
台北	住宅--有遮陽	SW	4m	5	45.4	49.3	5.4	54.6
台北	住宅--有遮陽	W	4m	5	45.5	49.3	5.2	54.5
台北	住宅--有遮陽	NW	4m	5	45.7	49.3	5.1	54.3
台北	住宅--有遮陽	N	6m	5	45.9	49.3	4.8	54.1
台北	住宅--有遮陽	NE	6m	5	46.2	49.3	4.6	53.8
台北	住宅--有遮陽	E	6m	5	46.2	49.3	4.5	53.8
台北	住宅--有遮陽	SE	6m	5	46.5	49.3	4.2	53.5
台北	住宅--有遮陽	S	6m	5	45.9	49.3	4.8	54.1
台北	住宅--有遮陽	SW	6m	5	46	49.3	4.7	54
台北	住宅--有遮陽	W	6m	5	46.2	49.3	4.5	53.8
台北	住宅--有遮陽	NW	6m	5	46.1	49.3	4.6	53.9
台北	住宅--有遮陽	N	8m	5	44.9	49.3	5.8	55.1
台北	住宅--有遮陽	NE	8m	5	46	49.3	4.7	54
台北	住宅--有遮陽	E	8m	5	46	49.3	4.7	54
台北	住宅--有遮陽	SE	8m	5	45.9	49.3	4.8	54.1
台北	住宅--有遮陽	S	8m	5	45.5	49.3	5.3	54.5
台北	住宅--有遮陽	SW	8m	5	45.9	49.3	4.9	54.1
台北	住宅--有遮陽	W	8m	5	45.8	49.3	5	54.2
台北	住宅--有遮陽	NW	8m	5	45.4	49.3	5.3	54.6

至於學校教室建築類方面，台北都會區學校採 B-1 型態配置下，八個不同座向與三種間距的評估結果如表 6-3 所示，由表中可見最佳座向選擇，均指向東西向的座向為最佳選擇，B-1 型態配置垂直中軸因此雙方向為對稱的結果。由於 B-1 型態配置採用的鄰棟間距較集合住宅大，因此不論目標建物直接迎風(東向)或位於尾流區(西向)其通風效果均甚

為良好，與小間距的集合住宅配置評估結果不同。

由以上的討論可約略描繪出台北地區最適自然通風利用的座向建議值，在與本文第 2-4 節中平均氣象年資料相比，可見台北地區的風花圖以東風佔最大的比例，且風速 1.7m/sec 以上所佔比重甚大，雖然自然通風並不以風速越高越佳，但仍顯示善用此氣候特性可提升自然通風效能。

表 6-3 台北都會區學校教室各座向之自然通風潛力評估結果

區域	使用類別	座向	間距	開口率 (%)	適合自然通風 時數百分比	不適於自然通風時數百分比		
						氣候不佳	風量不足	合計
台北	學校教室	N	8m	15	21.7	32.5	8.3	40.8
台北	學校教室	NE	8m	15	22.6	32.5	7.4	39.9
台北	學校教室	E	8m	15	22.8	32.5	7.3	39.7
台北	學校教室	SE	8m	15	21.3	32.5	8.7	41.2
台北	學校教室	S	8m	15	21.5	32.5	8.5	41.0
台北	學校教室	SW	8m	15	21.6	32.5	8.4	40.9
台北	學校教室	W	8m	15	22.4	32.5	7.6	40.1
台北	學校教室	NW	8m	15	22.0	32.5	8.1	40.5
台北	學校教室	N	15m	15	16.4	32.5	13.6	46.1
台北	學校教室	NE	15m	15	22.5	32.5	7.6	40.0
台北	學校教室	E	15m	15	22.8	32.5	7.2	39.7
台北	學校教室	SE	15m	15	17.0	32.5	13.1	45.5
台北	學校教室	S	15m	15	20.1	32.5	9.9	42.4
台北	學校教室	SW	15m	15	21.3	32.5	8.7	41.2
台北	學校教室	W	15m	15	22.7	32.5	7.4	39.8
台北	學校教室	NW	15m	15	17.5	32.5	12.5	45.0
台北	學校教室	N	20m	15	21.7	32.5	8.3	40.8

台北	學校教室	NE	20m	15	22.9	32.5	7.1	39.6
台北	學校教室	E	20m	15	23.5	32.5	6.5	39.0
台北	學校教室	SE	20m	15	21.2	32.5	8.8	41.3
台北	學校教室	S	20m	15	22.1	32.5	7.9	40.4
台北	學校教室	SW	20m	15	22.2	32.5	7.9	40.3
台北	學校教室	W	20m	15	23.6	32.5	6.4	38.9
台北	學校教室	NW	20m	15	21.4	32.5	8.6	41.1

本研究採用成功大學建築系林憲德教授所編製全台北中南東六大都會的「平均氣象年資料」，配合本研究所有氣動力實驗成果，利用自然通風效能評估模式進行計算，計算中採用固定開窗率條件進行，有關集合住宅在無遮陽條件下最適自然通風座向之建議值如表 6-4 所示，集合住宅在有遮陽條件下最適自然通風座向之建議值如表 6-5 所示，學校教室最適自然通風座向之建議值如表 6-6 所示，可供參考。

由表 6-4 至 6-6 可知最佳座向的建議，以及間距變化的影響；表中顯示台中地區氣候不佳造成自然通風的影響十分明顯，與台中地區風花圖比較可知，主要受低風速時數過多影響。而自然通風效能在花東地區有十分顯著的效果，可由花東地區風花圖及溫溼度分布圖發現，花東地區風速足夠且高溫高溼的時數不多，因此可預期花東地區評估模式計算結果必然十分突出。

比較各地區集合住宅之建築間距對自然通風效能的影響，顯示在本研究所採用的三種間距下，自然通風效能的變化並不大，其原因為本實驗中所採用的三種間距與建築物高度相比其比值均不大，建物週邊氣流運動的特徵尺寸是屬建物寬度的量級，因此並未明顯改變其氣動力特性，顯示本研究中所調整的間距變化對自然通風的改善幅度極微。其他因素如風攻角及配置型態則有較大的影響。

在配置型態方面，A-2 或 A-3 一般而言較 A-1 型態的自然通風效能略佳，其原因應為 A-2 或 A-3 配置屬大中庭型式，因此中庭提供了相當大

的空間使尾流可在其間順利發展，而四邊各棟均有一寬面朝外，在迎納外氣上構成良好環境，但 A-2 或 A-3 配置由於是 X 及 Y 向均對稱，所謂的最佳座向選擇，相對於對稱的建物，可能反而是不佳的座向，因此選用時應以四棟建物同時評估，且均能盡量受惠為重。比較表 6-4 及表 6-5 可見遮陽對減少建築物熱得有明顯改善，因此自然通風效能獲得提昇。

表 6-6 為學校教室的計算結果，因學校教室僅採計其早上七點到晚上九點之間的自然通效能，因此總利用時數會較低。學校教室採用的間距較大，在大間距的情形下，自然通風效能均獲得提昇。學校教室的計算結果仍是以花東地區有較佳的自然通風利用條件存在，與集合住宅的情形相比，各都會地區所表現的差異性較小，顯示在較大開窗配合大間距的建築群配置，對自然通風效能均有正面的貢獻。比較 B-1 與 B-2 兩種配置的自然通風效能，可見 B-1 有較佳的效果，顯示在 B-2 較為圍蔽的建築型式，對自然通風效能有略減的作用，此現象隨間距的大幅增加可獲得改善。

表 6-4 集合住宅在無遮陽條件下最適自然通風座向之建議值

區域	座向	間距 (m)	配置代號	流場型態	適合自然 通風時數 百分比	不適於自然通風時數百分比		
						氣候不佳	風量不足	合計
台中	NE	4	A-3	市郊	35.1	50.3	14.6	64.9
台中	NE	6	A-3	市郊	34.7	50.3	15.0	65.3
台中	NE	8	A-3	市郊	34.9	50.3	14.8	65.1
台中	NW	4	A-1	都會	33.9	50.3	15.8	66.1
台中	NE	4	A-2	都會	34.6	50.3	15.1	65.4
台中	NE	4	A-3	都會	34.9	50.3	14.8	65.1
台中	W	4	C-1	都會	36.2	50.3	13.5	63.8
台中	NW	6	A-1	都會	34.2	50.3	15.5	65.8
台中	NE	6	A-2	都會	35.2	50.3	14.5	64.8
台中	NE	6	A-3	都會	35.4	50.3	14.3	64.6
台中	W	6	C-1	都會	36.3	50.3	13.4	63.7
台中	NE	8	A-1	都會	34.0	50.3	15.7	66.0
台中	NE	8	A-2	都會	35.2	50.3	14.5	64.8
台中	NE	8	A-3	都會	35.5	50.3	14.2	64.5
台中	W	8	C-1	都會	36.4	50.3	13.4	63.6
台北	SE	4	A-3	市郊	46.2	49.3	4.5	53.8
台北	SE	6	A-3	市郊	46.0	49.3	4.7	54.0
台北	SE	8	A-3	市郊	46.0	49.3	4.7	54.0
台北	SE	4	A-1	都會	45.2	49.3	5.5	54.8
台北	SE	4	A-2	都會	45.8	49.3	4.9	54.2
台北	SE	4	A-3	都會	46.0	49.3	4.7	54.0
台北	NE	4	C-1	都會	46.2	49.3	4.5	53.8
台北	SE	6	A-1	都會	45.4	49.3	5.3	54.6
台北	SE	6	A-2	都會	46.2	49.3	4.5	53.8

台北	SE	6	A-3	都會	46.6	49.3	4.2	53.4
台北	NE	6	C-1	都會	46.3	49.3	4.4	53.7
台北	SE	8	A-1	都會	44.6	49.3	6.1	55.4
台北	SE	8	A-2	都會	46.0	49.3	4.7	54.0
台北	SE	8	A-3	都會	46.4	49.3	4.3	53.6
台北	NE	8	C-1	都會	46.5	49.3	4.2	53.5
台東	NE	4	A-3	市郊	58.4	38.5	3.2	41.6
台東	NE	6	A-3	市郊	58.0	38.5	3.6	42.0
台東	NE	8	A-3	市郊	58.0	38.5	3.5	42.0
台東	NW	4	A-1	都會	57.6	38.5	3.9	42.4
台東	NE	4	A-2	都會	57.8	38.5	3.7	42.2
台東	NE	4	A-3	都會	58.2	38.5	3.3	41.8
台東	NE	4	C-1	都會	58.6	38.5	3.0	41.4
台東	NW	6	A-1	都會	57.7	38.5	3.8	42.3
台東	NE	6	A-2	都會	58.4	38.5	3.1	41.6
台東	NE	6	A-3	都會	59.0	38.5	2.6	41.0
台東	NE	6	C-1	都會	58.7	38.5	2.9	41.3
台東	NW	8	A-1	都會	57.6	38.5	3.9	42.4
台東	NE	8	A-2	都會	58.1	38.5	3.5	41.9
台東	NE	8	A-3	都會	58.8	38.5	2.8	41.2
台東	NE	8	C-1	都會	58.5	38.5	3.0	41.5
台南	NE	4	A-3	市郊	39.7	53.5	6.8	60.3
台南	NE	6	A-3	市郊	39.0	53.5	7.5	61.0
台南	NE	8	A-3	市郊	39.4	53.5	7.1	60.6
台南	NW	4	A-1	都會	38.3	53.5	8.2	61.7
台南	NE	4	A-2	都會	39.0	53.5	7.5	61.0
台南	NW	4	A-3	都會	39.1	53.5	7.4	60.9
台南	NE	4	C-1	都會	40.6	53.5	5.9	59.4

台南	NE	6	A-1	都會	38.8	53.5	7.7	61.2
台南	NE	6	A-2	都會	39.8	53.5	6.7	60.2
台南	NW	6	A-3	都會	39.9	53.5	6.6	60.1
台南	NE	6	C-1	都會	40.6	53.5	5.8	59.4
台南	NE	8	A-1	都會	38.7	53.5	7.8	61.3
台南	NE	8	A-2	都會	39.9	53.5	6.6	60.1
台南	NE	8	A-3	都會	40.1	53.5	6.3	59.9
台南	NW	8	A-3	都會	39.7	53.5	6.8	60.3
台南	NE	8	C-1	都會	40.8	53.5	5.7	59.2
花蓮	NE	4	A-3	市郊	54.8	39.0	6.2	45.2
花蓮	NE	6	A-3	市郊	54.3	39.0	6.7	45.7
花蓮	NE	8	A-3	市郊	54.5	39.0	6.5	45.5
花蓮	NE	4	A-1	都會	53.2	39.0	7.8	46.8
花蓮	NE	4	A-2	都會	53.9	39.0	7.1	46.1
花蓮	NE	4	A-3	都會	54.3	39.0	6.6	45.7
花蓮	W	4	C-1	都會	55.1	39.0	5.9	44.9
花蓮	NE	6	A-1	都會	53.6	39.0	7.4	46.4
花蓮	NE	6	A-2	都會	54.7	39.0	6.2	45.3
花蓮	NE	6	A-3	都會	55.3	39.0	5.7	44.7
花蓮	W	6	C-1	都會	55.2	39.0	5.8	44.8
花蓮	NE	8	A-1	都會	52.5	39.0	8.5	47.5
花蓮	NE	8	A-2	都會	54.4	39.0	6.6	45.6
花蓮	NE	8	A-3	都會	55.1	39.0	5.8	44.9
花蓮	W	8	C-1	都會	55.3	39.0	5.7	44.7
高雄	NE	4	A-3	市郊	48.2	48.8	3.0	51.8
高雄	NE	6	A-3	市郊	47.5	48.8	3.7	52.5
高雄	NE	8	A-3	市郊	48.2	48.8	2.9	51.8
高雄	NE	4	A-1	都會	47.5	48.8	3.6	52.5

高雄	SW	4	A-2	都會	47.9	48.8	3.2	52.1
高雄	N	4	A-3	都會	47.9	48.8	3.3	52.1
高雄	NE	4	C-1	都會	48.8	48.8	2.3	51.2
高雄	NE	6	A-1	都會	47.9	48.8	3.2	52.1
高雄	SW	6	A-2	都會	48.3	48.8	2.8	51.7
高雄	NE	6	A-3	都會	48.7	48.8	2.5	51.3
高雄	NE	6	C-1	都會	49.0	48.8	2.2	51.0
高雄	NE	8	A-1	都會	47.8	48.8	3.3	52.2
高雄	SW	8	A-2	都會	48.3	48.8	2.9	51.7
高雄	NE	8	A-3	都會	48.7	48.8	2.5	51.3
高雄	NE	8	C-1	都會	49.0	48.8	2.2	51.0

表 6-5 集合住宅在在避陽條件下最適自然通風座向之建議值

區域	座向	間距 (m)	配置代號	流場型態	適合自然 通風時數 百分比	不適於自然通風時數百分 比		
						氣候不佳	風量不足	合計
台中	NW	4	A-3	市郊	36.3	50.3	13.4	63.7
台中	NW	6	A-3	市郊	36.1	50.3	13.7	63.9
台中	NW	8	A-3	市郊	36.2	50.3	13.5	63.8
台中	NW	4	A-1	都會	35.4	50.3	14.3	64.6
台中	NE	4	A-2	都會	35.6	50.3	14.1	64.4
台中	N	4	A-3	都會	36.2	50.3	13.6	63.8
台中	W	4	C-1	都會	37.3	50.3	12.4	62.7
台中	NW	6	A-1	都會	35.6	50.3	14.1	64.4
台中	NE	6	A-2	都會	36.2	50.3	13.5	63.8
台中	N	6	A-3	都會	36.6	50.3	13.1	63.4
台中	W	6	C-1	都會	37.5	50.3	12.3	62.5
台中	NW	8	A-1	都會	35.2	50.3	14.5	64.8
台中	NE	8	A-2	都會	36.2	50.3	13.5	63.8
台中	NW	8	A-3	都會	36.6	50.3	13.1	63.4
台中	W	8	C-1	都會	37.5	50.3	12.2	62.5
台北	SE	4	A-3	市郊	47.1	49.3	3.7	52.9
台北	SE	6	A-3	市郊	47.0	49.3	3.7	53.0
台北	SE	8	A-3	市郊	47.0	49.3	3.7	53.0
台北	SE	4	A-1	都會	46.3	49.3	4.4	53.7
台北	SE	4	A-2	都會	46.9	49.3	3.8	53.1
台北	SE	4	A-3	都會	46.9	49.3	3.8	53.1
台北	E	4	C-1	都會	47.3	49.3	3.4	52.7
台北	SE	6	A-1	都會	46.5	49.3	4.2	53.5
台北	SE	6	A-2	都會	47.1	49.3	3.6	52.9

台北	SE	6	A-3	都會	47.3	49.3	3.4	52.7
台北	E	6	C-1	都會	47.4	49.3	3.3	52.6
台北	SE	8	A-1	都會	45.9	49.3	4.8	54.1
台北	SE	8	A-2	都會	47.0	49.3	3.8	53.0
台北	SE	8	A-3	都會	47.2	49.3	3.6	52.8
台北	E	8	C-1	都會	47.5	49.3	3.2	52.5
台東	NW	4	A-3	市郊	59.3	38.5	2.2	40.7
台東	NW	6	A-3	市郊	59.2	38.5	2.4	40.8
台東	NW	8	A-3	市郊	59.3	38.5	2.3	40.7
台東	NW	4	A-1	都會	58.8	38.5	2.7	41.2
台東	NE	4	A-2	都會	58.7	38.5	2.8	41.3
台東	NE	4	A-3	都會	58.8	38.5	2.7	41.2
台東	E	4	C-1	都會	59.4	38.5	2.2	40.6
台東	NW	6	A-1	都會	59.0	38.5	2.5	41.0
台東	NE	6	A-2	都會	59.3	38.5	2.2	40.7
台東	NE	6	A-3	都會	59.6	38.5	1.9	40.4
台東	E	6	C-1	都會	59.6	38.5	2.0	40.4
台東	NW	8	A-1	都會	58.9	38.5	2.6	41.1
台東	NE	8	A-2	都會	59.1	38.5	2.5	40.9
台東	NE	8	A-3	都會	59.5	38.5	2.0	40.5
台東	E	8	C-1	都會	59.6	38.5	2.0	40.4
台南	NE	4	A-3	市郊	40.6	53.5	5.8	59.4
台南	NW	6	A-3	市郊	40.2	53.5	6.3	59.8
台南	NW	8	A-3	市郊	40.3	53.5	6.2	59.7
台南	NE	4	A-1	都會	39.5	53.5	7.0	60.5
台南	NE	4	A-2	都會	40.0	53.5	6.5	60.0
台南	NW	4	A-3	都會	40.1	53.5	6.4	59.9
台南	NE	4	C-1	都會	41.2	53.5	5.3	58.8

台南	NW	6	A-1	都會	40.0	53.5	6.5	60.0
台南	NE	6	A-2	都會	40.6	53.5	5.8	59.4
台南	NW	6	A-3	都會	41.0	53.5	5.5	59.0
台南	NE	6	C-1	都會	41.2	53.5	5.3	58.8
台南	NE	8	A-1	都會	39.8	53.5	6.7	60.2
台南	NE	8	A-2	都會	40.8	53.5	5.7	59.2
台南	NW	8	A-3	都會	40.8	53.5	5.7	59.2
台南	NE	8	C-1	都會	41.3	53.5	5.2	58.7
花蓮	NE	4	A-3	市郊	55.7	39.0	5.3	44.3
花蓮	NE	6	A-3	市郊	55.4	39.0	5.6	44.6
花蓮	NE	8	A-3	市郊	55.6	39.0	5.4	44.4
花蓮	NE	4	A-1	都會	54.4	39.0	6.6	45.6
花蓮	NE	4	A-2	都會	55.1	39.0	5.9	44.9
花蓮	W	4	A-3	都會	55.3	39.0	5.7	44.7
花蓮	W	4	C-1	都會	56.4	39.0	4.6	43.6
花蓮	NE	6	A-1	都會	54.9	39.0	6.1	45.1
花蓮	NE	6	A-2	都會	55.7	39.0	5.3	44.3
花蓮	W	6	A-3	都會	56.2	39.0	4.8	43.8
花蓮	W	6	C-1	都會	56.5	39.0	4.5	43.5
花蓮	NE	8	A-1	都會	53.9	39.0	7.1	46.1
花蓮	NE	8	A-2	都會	55.6	39.0	5.4	44.4
花蓮	W	8	A-3	都會	56.2	39.0	4.7	43.8
花蓮	W	8	C-1	都會	56.7	39.0	4.3	43.3
高雄	NE	4	A-3	市郊	48.8	48.8	2.4	51.2
高雄	E	6	A-3	市郊	48.5	48.8	2.7	51.5
高雄	NE	8	A-3	市郊	48.7	48.8	2.5	51.3
高雄	NE	4	A-1	都會	48.3	48.8	2.9	51.7
高雄	SW	4	A-2	都會	48.4	48.8	2.7	51.6

高雄	N	4	A-3	都會	48.6	48.8	2.6	51.4
高雄	NE	4	C-1	都會	49.2	48.8	2.0	50.8
高雄	NE	6	A-1	都會	48.5	48.8	2.6	51.5
高雄	SW	6	A-2	都會	48.8	48.8	2.4	51.2
高雄	NE	6	A-3	都會	49.2	48.8	2.0	50.8
高雄	NE	6	C-1	都會	49.3	48.8	1.9	50.7
高雄	NE	8	A-1	都會	48.5	48.8	2.6	51.5
高雄	SW	8	A-2	都會	48.8	48.8	2.4	51.2
高雄	NE	8	A-3	都會	49.2	48.8	1.9	50.8
高雄	NE	8	C-1	都會	49.3	48.8	1.9	50.7

表 6-6 學校教室最適自然通風座向之建議值

區域	座向	間距 (m)	配置代號	流場型態	適合自然 通風時數 百分比	不適合於自然通風時數百分 比		
						氣候不佳	風量不足	合計
台中	NW	8	B-1	市郊	17.9	32.1	12.5	44.6
台中	NW	15	B-1	市郊	18.3	32.1	12.2	44.2
台中	NW	20	B-1	市郊	18.6	32.1	11.9	43.9
台中	N	8	B-1	都會	18.3	32.1	12.1	44.2
台中	NW	8	B-2	都會	17.4	32.1	13.1	45.1
台中	NW	15	B-1	都會	18.4	32.1	12.1	44.1
台中	NW	15	B-2	都會	17.7	32.1	12.8	44.8
台中	NW	20	B-1	都會	18.5	32.1	11.9	44.0
台中	NW	20	B-2	都會	17.7	32.1	12.7	44.8
台北	E	8	B-1	市郊	22.6	32.5	7.5	39.9
台北	E	15	B-1	市郊	22.3	32.5	7.7	40.2
台北	NE	20	B-1	市郊	23.5	32.5	6.6	39.0
台北	E	8	B-1	都會	22.8	32.5	7.3	39.7
台北	E	8	B-2	都會	21.7	32.5	8.3	40.8
台北	E	15	B-1	都會	22.8	32.5	7.2	39.7
台北	E	15	B-2	都會	23.0	32.5	7.1	39.5
台北	E	20	B-1	都會	23.5	32.5	6.5	39.0
台北	E	20	B-2	都會	23.1	32.5	6.9	39.4
台東	N	8	B-1	市郊	25.6	29.1	7.7	36.9
台東	N	15	B-1	市郊	25.8	29.1	7.5	36.7
台東	NE	20	B-1	市郊	26.2	29.1	7.1	36.3
台東	N	8	B-1	都會	25.9	29.1	7.5	36.6
台東	N	8	B-2	都會	24.6	29.1	8.8	37.9
台東	N	15	B-1	都會	26.0	29.1	7.3	36.5

台東	N	15	B-2	都會	25.1	29.1	8.3	37.4
台東	N	20	B-1	都會	26.1	29.1	7.2	36.4
台東	N	20	B-2	都會	25.4	29.1	7.9	37.1
台南	NW	8	B-1	市郊	18.7	35.8	8.0	43.8
台南	NW	15	B-1	市郊	18.7	35.8	8.0	43.8
台南	NW	20	B-1	市郊	19.3	35.8	7.4	43.2
台南	NW	8	B-1	都會	18.8	35.8	7.9	43.7
台南	NW	8	B-2	都會	17.7	35.8	9.0	44.8
台南	NW	15	B-1	都會	18.7	35.8	8.0	43.8
台南	NW	15	B-2	都會	18.3	35.8	8.4	44.2
台南	NW	20	B-1	都會	19.0	35.8	7.7	43.5
台南	NW	20	B-2	都會	18.2	35.8	8.5	44.3
花蓮	NW	8	B-1	市郊	22.6	27.6	12.3	39.9
花蓮	NW	15	B-1	市郊	23.1	27.6	11.8	39.4
花蓮	NW	20	B-1	市郊	24.3	27.6	10.6	38.2
花蓮	N	8	B-1	都會	22.6	27.6	12.3	39.9
花蓮	N	8	B-2	都會	21.4	27.6	13.5	41.1
花蓮	N	15	B-1	都會	23.2	27.6	11.8	39.3
花蓮	N	15	B-2	都會	22.5	27.6	12.4	40.0
花蓮	N	20	B-1	都會	23.8	27.6	11.1	38.7
花蓮	N	20	B-2	都會	22.8	27.6	12.1	39.7
高雄	NW	8	B-1	市郊	22.1	34.9	5.5	40.4
高雄	NW	15	B-1	市郊	22.3	34.9	5.4	40.2
高雄	NW	20	B-1	市郊	22.8	34.9	4.9	39.7
高雄	NW	8	B-1	都會	22.4	34.9	5.2	40.1
高雄	NW	8	B-2	都會	21.4	34.9	6.2	41.1
高雄	NW	15	B-1	都會	22.1	34.9	5.6	40.4
高雄	NW	15	B-2	都會	22.1	34.9	5.5	40.4

高雄	NW	20	B-1	都會	22.5	34.9	5.1	40.0
高雄	NW	20	B-2	都會	21.9	34.9	5.7	40.6

第七章 結論與建議

7-1. 結論

1. 自然通風效能評估除考慮氣候因素外，同時由建築群的配置條件及各建物開窗、遮陽及使用目的等特性綜合考慮較為合理。本研究由氣動力實驗成果、平均氣象年資料、建物開窗條件等資料了解其供給量，再由建物本身的使用目的及開窗、遮陽等條件推估通風需求量，兩相比較後，可獲建築群在多種配置條件下的最適自然通風座向建議值。
2. 提昇建築物自然通風效能不單是由氣候條件及增加建物表面壓差，應同時利用開窗設計、遮陽設計等手法，使建築物的熱得與散熱達到平衡。
3. 中低高度的建築物，由於位處大氣邊界層底部，受高紊流強度的流場作用，邊界層整體剖面的作用影響性並不如高層建築氣動力實驗中所表現的明顯差異。
4. 影響中低層集合住宅自然通風效能的因素以座向及遮陽效果最為明顯，考慮到建築間距在實際的集合住宅建築群規劃中不易有甚大的棟距出現，本研究中同時探討 4~8m 的間距變化的影響，由表面風壓變化及評估模式計算結果顯示，雖有隨間距增加而略為改善自然通風效能，但其影響性並不明顯。
5. 由實驗結果顯示，學校教室建築如採圍閉式設計，其自然通風效能將較直排式建築略差。
6. 由台灣地區平均氣象年資料顯示，大多的地區其溼度均高，因此如風速過低或建築開窗無法提供足夠的通風量，均不易有良好的自然通風效能。

7-2. 建議

1. 由本研究顯示尋求最適自然通風的建築配置方式，除對建築群彼此之間氣動力現象互動的探討，應再依據實況增加配置方式，以充分掌握國內建築群特色；同時應對建築物本身開窗率及遮陽手法加以分析。本文關於開窗率及遮陽採固定方式，未來如能在開窗率條件亦加以變化，對建築師規劃外部設計時，應可提供參考。
2. 建築物開窗越大則日射量亦同時增加，通風需求量隨之增加，因此在「增加開窗率提高自然通風供給量」與「通風需求量隨之增加」兩者之權衡，應加以深入探討。同時，如採用合適的遮陽手法是否可收興利除弊之效，亦值得進一步探討。
3. 國內常用的開窗率、開窗手法、遮陽手法等現況資料應加以廣泛蒐集，配合自然通風效能評估模式的分析，探討能符合國內氣候特色的自然通風法則。同時亦可與綠建築設計諸多的手法相結合，研究有利的規劃設計。
4. 低矮建築物由於位處大氣邊界層流場底部，一般高層建築氣動力實驗的成果不易類比應用於此型建築，因此其氣動力特性與邊界層流場間的關係應進一步研究，加以釐清。

誌 謝

本研究於進行中承蒙國立成功大學建築系林憲德教授熱心提供包括台北、台中、台南、高雄、花蓮、台東等六大都會的「平均氣象年資料」，供本研究評估模式之用，使本計畫得以順利完成，特此致上十二萬分的謝意。

參考文獻

- (1) 蕭江碧，陳瑞鈴，陳若華，「建築群配置方式與自然通風效應之研究」，1999，內政部建築研究所專題計劃研究成果報告。
- (2) 「內政部建築物節約能源查核人員師資培訓－補充資料I」，1997，內政部建築研究所。
- (3) Simiu, E. & R.H. Scanlan, "Wind Effects on Structures", 3rd edition, 1996, John Wiley & Sons, Inc.。
- (4) William H. Rae & Alan Rope, "Low-Speed Wind Tunnel Testing", 1984, John Wiley & Sons, Inc.。
- (5) 張世典，"綠建築技術現況調查與未來發展規劃"，1997，內政部建築研究所。
- (6) 林憲德，"熱溼氣候的綠色建築計畫"，1996，詹氏書局。
- (7) 周鼎金，"建築物理"，1995，茂榮出版社。
- (8) 內政部營建署，"國宅社區規劃設計參考圖集"，1995。
- (9) 陳信樟，"微氣候對林口國宅社區影響之研究"，1985，台灣省住宅及都市發展局。
- (10) 王錦堂，"建築應用物理學"，1996，台隆書店。
- (11) Sakamoto, H., Haniu, H. , "Effect of free-stream turbulence on characteristics fluctuating force acting on two square prisms in tandem arrangement", Transaction of the ASME, Vol.110, 1988, p.p.140-146.
- (12) Sakamoto, H., Haniu, H. , Obata, Y., "Fluctuating force acting on two square prisms in a tandem arrangement", Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, Vol.26, 1987, p.p.85-103.
- (13) Sakamoto, H., Haniu, H. , "Aerodynamic force acting on two square prisms placed vertically in a turbulent boundary layer", Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, Vol.31, 1988, p.p.41-66.
- (14) Sayers, A.T., "Steady-state pressure and force coefficients for groups of three equal spaced square cylinders situated in a cross flow", Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, Vol.37, 1991, p.p.197-208.
- (15) 林憲德，"建築空調耗能分析用「平均氣象年」資料之研究"，1987，NSC 75-0410-E006-33。
- (16) 陳啟中，"建築物理概論"，1997，詹氏書局。

- (17) 陳泓文，"營建法規"，1997，弘智文化。
- (18) 吳啟哲，" 建築物理學概論"，1995，胡氏圖書出版社。
- (19) 熊萬銀，「雙棟建築改變棟距之風環境研究」，1996，國立成功大學建築研究所碩士論文。
- (20) Givoni, B., "Passive and Low Energy Cooling of Buildings", 1994, Van Nostrand Reinhold.
- (21) 周宗潔，「低層建築物通風利用之研究」，1996，國立成功大學建築研究所碩士論文。
- (22) 葉歆，"建築熱環境"，1997，淑馨出版社。
- (23) 賴光邦，"敷地計畫中局部氣候之控制"，六合出版社。
- (24) 喻肇青，"國民住宅建築計畫準則研究"，1992，內政部建築研究所籌備處。

「建築配置與自然環境評估模式之研究」 期末審查意見回應表

專家學者	審查意見	回應
江教授哲銘	<p>實驗條件中以平均氣象年資料之風速風向作為評估自然風逐時之基本資料可能因都市微環境(含自然地理及人造建築群等)而有微氣候(特別是風速、風向)之變化，因此會有其代表性之極限，故實驗數據是否尚須檢討，請參酌。</p>	<p>在具有微氣候變化的環境中，本研究成果的適用性有限，因此本研究考慮在具有一定面積的開發。如需考慮微氣候條件的影響，評估模式仍可計算，但所需之氣動力資料須包含週邊建物及地形的影響，因此建物模型風洞實驗將包括週邊建物及地形的模擬，較為複雜且不具一般性，屬於依實地狀況而變(case by case)的探討。如目標建物相對週邊設施高度較高，則週邊條件的影響性將減少。</p>
林組長青	<p>1.生活品質中除考慮通風外，尚須考慮噪音防制與空氣品質維護，建議本研究之後續工作，宜進一步研究後兩者之配合，以求得綠建築之最大效益。</p> <p>2.相關之研究成果，建議納入建築技術規則施工設計編輯都市設計要點準則中。</p>	<p>1.遵照辦理。本研究的後續研究工作將會納入噪音防制與空氣品質維護的考慮。</p> <p>2.本研究將持續努力，期盼未來能有對建築產業界有所貢獻。</p>

專家學者	審查意見	回應
章教授裕民	<p>1. 整體報告所完成的內容已符合原預期之工作項目，且部分結果具有實用性，值得肯定。</p> <p>2. 本研究的結果，宜提出實際用於台灣海島型氣候，不同地區(北中南等)建物適合棟距之建議值。</p> <p>3. 不同建物群型態，對所提之評估模式有何影響？宜說明之。</p>	<p>1. 遵照辦理。</p> <p>2. 遵照辦理。本報告於 6-3 節關於不同地區建物評估模式計算結果的探討發現，以本研究所取用的常見建物間距而言，對自然通風效能的影響性有限，如放大間距甚多，雖可改善其通風效能，但在土地利用的角度而言有其困難性。</p> <p>3. 遵照辦理，於本報告 6-3 節中進行討論。</p>
陳組長文卿	<p>通風的目的在(1)減少能源消耗 (2)獲得新鮮空氣，本計畫建立各種評估模式，而提出最合適之通風條件建議，以提高自然通風效能，但這些效能對前述兩種目的，是否可能有量化之比較數據，以提供設計者依不同需求而作考量</p>	<p>本年度研究以建物獲得足供換氣所需的新鮮空氣量為評估基準，未來研究方向將朝向納入能源消耗計算的功能，除可評估自然通風對建物換氣率的效能外，亦可量化的計算出節約能源效能。</p>
歐陽教授嶠暉	<p>1. 研究成果與預期工作項目相符</p> <p>2. 模式模擬、分析、彙整，應涵蓋不同住宅、學校以及不同高度之建築。</p>	<p>2. 本年度限於執行時效的考慮，經諮詢專家建議，僅選取部份常見的住宅及學校建物尺寸製作模型，進行實驗與評估計算，未來將增加目標對象的種類，涵蓋更多的不同住宅、學校以及不同高度之建築，以增進評估模式的適用性為目標。</p>

專家學者	審查意見	回應
陳組長瑞鈴	<p>1.本研究針對不同地區之通風條件該如何取捨?</p> <p>2.本研究中所使用之開口律定義為何?而在整個模式中只採用 5%，這與現況有些差距，是否採取較貼近現況的開口率，再試作模擬分析。</p>	<p>1.不同地區的通風條件係依照氣象條件搭配建築使用特性加以取捨，在相對比較的情形下提出最佳配置建議，未來研究中期能將能源消耗的計算納入，可衍生出基準值，據以供作更具體的門檻值暨取捨標準。</p> <p>2.本年度所採用之開窗率，係以受風作用面的面積百分比為準，由於考慮側推窗，因此開窗率以開口率一半計算，住宅有效開窗率採用 5%，學校教室有效開窗率採用 15%。不同開窗率同時影響通風量與日照的熱得，有關開窗率及開窗型的影響將於後續研究中進行探討。</p>

內政部建築研究所九十年度建築研究計畫聯合研討會「建築配置與自然通風評估模式之研究」期末審查會議記錄

一、時間：九十年十一月八日（星期四）下午四時廿分整

二、地點：台北科技大學設計館八樓會議廳

三、主持人：陳組長瑞鈴

記錄：徐虎嘯

四、與談人：江教授哲銘、林組長青、章教授裕民、陳組長文卿、歐陽教授嶠暉（按姓氏筆劃順序）

五、主席致詞：（略）。

六、研究計畫簡報：（略，詳會議資料）

七、與談人意見：

江教授哲銘

1 實驗條件中以平均氣象年資料之風速、風向，做為評估自然風逐時之基本資料，可能因都市微環境（含自然地理及人造建築群等）而有微氣候（特別是風向、風速）之變化，因此會有其代表性之極限，故實驗數據是否尚須檢討，請參酌。

林組長青

1 生活品質中除考慮通風外，尚需考慮噪音防制與空氣品質維護，建議本研究之後續工作，宜進一步研究後兩者之配合，以求得綠建築之最大效益。

2 相關之研究成果，建議納入建築技術規則設計施工編及都市設計要點準則中。

章教授裕民

- 1 整體報告所完成的內容已符合原預期之工作項目，且部份結果具有實用性，值得肯定。
- 2 本研究的結果，宜提出實際用於台灣島型氣候，不同地區（北中南等）建物適合棟距之建議值。
- 3 不同建物群型態，對所提之評估模式有何影響？宜說明之。

陳組長文卿

1 通風目的在(1)減少能源消耗(2)獲得新鮮空氣，本計畫建立各種評估模式，而提出最合適之通風條件建議，以提高自然通風效能，但這些效能對前述二種目的，是否可能有量化之比較數據，以提供設計者依不同需求而做考量。

歐陽教授嶠暉

- 1 研究成果與預期工作項目相符。
- 2 模式模擬、分析、彙整，應涵蓋不同住宅、學校以及不同高度之建築。

陳組長瑞鈴

- 1 本研究針對不同地區之通風條件該如何取捨？
- 2 本研究中所使用之開口率定義為何？而在整個模式中只採用5%，這與現況有些差距，是否採取較貼近現況的開口率，再試作模擬分析。

八、結論：

- 1 本案期末審查原則通過，各與談人提供之意見，請計畫主持人參採並納入成果報告回應。
- 2 請研究單位儘速完成研究計畫修正，如期繳交成果報告及經費核銷。

九、散會（下午五時卅分整）。

建築配置與自然通風評估模式之研究

出版機關：內政部建築研究所

電話：(02) 27362389

地址：台北市敦化南路二段 333 號 13 樓

網址：<http://www.abri.gov.tw>

出版年月：九十年十二月

版（刷）次：

工本費：

GPN：1009005554

ISBN：