

中國文化大學建築及都市計畫研究所

碩 士 論 文

以人體舒適度檢視台北市公車專用道  
之設置-以羅斯福路段為例

指導教授：郭中人

研 究 生：胡文菡

中華民國 98 年 1 月

## 謝 辭

當本論文與此求學階段告一段落的時候，回首看到自己，在這段路上受到許多幫助。首先，要感謝這三年半中幫助我最大的指導教授郭中人老師，除了論文的指導外，老師總是給我機會，讓我的人生得以成長。同時也是老師的努力，開啓我對學習英文的興趣並持續進步。

其次，感謝廖慶隆老師、丁育群老師及吳光庭老師的幫助，你們的意見讓本論文的架構與內容更加完整。感謝中國文化大學建築及都市計畫研究所的老師們，教育我最好的知識與智慧。更感謝蔡耀賢老師，對研究實測過程中的一切幫助。

另外要感謝求學過程中，提供我獎學金與工讀機會的老師們，有你們的支持，讓我在求學過程中可以減輕經濟上的負擔。最後要感謝一直對我無私奉獻的家人、引導我向前邁進的學長姐們及一起向前奮鬥的同學們與朋友們。

胡 文 菖 謹 誌

2008 年 12 月 25 日 於 陽明山 華岡

# 以人體舒適度檢視台北市公車專用道之設置 -以羅斯福路段為例

## 摘要

公車專用道在一般道路中劃立專用車道線，提供公車行駛，適當的距離或道路交叉口設立候車亭，服務乘客搭乘公車的行為。都市交通環境中，公車專用道扮演大眾運輸重要角色之一，提高行車速度，縮短移動所花費的時間，減低人在都市移動的過程中產生的負面影響。對整體而言，提高都市活動效益、改善交通安全，從公車營運的角度而言，主要提高服務水準、降低營運成本，但設置的根源卻較少從使用者的角度出發。

提供乘客舒適的旅途，是搭乘公車的過程必須具備的條件。人在等待、搭乘、轉乘等乘車的行為，暴露在車行的環境，影響到乘客的對環境舒適度的感受。ASHRAE 標準中將熱舒適定義為對熱環境表示滿意的意識狀態。人們在夏季時希望有個通風的遮蔭處可以避暑，冬天時反而藉由充滿陽光且可避風的環境或加厚衣物並增加活動量來取暖。人體熱舒適度主要受到外在環境氣候與人體本身因素的影響，外在環境氣候因素包含氣溫、濕度、氣流風速及輻射溫度；人體本身因素包含代謝率（運動量）及衣服絕緣值等影響。

近年來政府提倡民眾搭乘大眾運輸系統時，大都以都市活動效益、改善交通安全、提高服務水準、減少空氣污染與降低營運成本為考量，卻較少從使用者的角度來考慮大眾運輸的規劃方式。公車專用道設置後，乘車者必須行走行人穿越道至快慢車道的分隔島上候車，該候車環境缺乏大面積的遮陽處與調整微氣候的行道樹，並受到兩側汽車散發的高溫與路面柏油材料散熱的影響，降低人們候車時的熱舒適性，因而可能間接影響民眾搭乘大眾運輸系統的意願。

本研究以使用者的角度出發，從最直接影響使用者生理的人體舒適度來評估公車專用道設置後的影響，就人體舒適度比較公車專用道的候車環境與未設置前路邊候車的情況。研究範圍以羅斯福路公車專用道上，羅斯福金門街口站、台電大樓、捷運公館站及師大分部站，共四站。研究成果可供規劃者，作為一種由下而上的規劃模式，以使用者的生理感受的方向作為公車專用道設置的考慮因素。

關鍵詞：熱舒適度、公車專用道、微氣候、都市熱島、都市設計

# **Assessment of the Exclusive Bus Lanes Based on Thermal Comfort on Roosevelt Rd. Taipei**

## **Abstract**

The thesis in question deals with the problem of exclusive bus lanes, which is titled “Assessment of the Exclusive Bus Lanes Based on Thermal Comfort on Roosevelt Rd. Taipei.”

Exclusive bus lanes, which are located in the center of roads, are offering passengers access to different bus stops. It is one of important elements of transportation, providing high operated speed and reducing not only traffic time but also the negative influence of traffic. Basically, it increases city’s benefit and improves traffic’s safety. It also promotes the service quality and decreases the operation cost as viewed by the operators. However, all this planning does not take the passengers’ view into consideration.

Providing a comfortable environment for the passengers is one of the duties of transport service. Waiting to board a bus or riding it, or transferring from line to line, passengers are easily affected by the environment. ASHRAE Standard sees to it that passengers are satisfied, as far as thermal conditions and comfort are concerned. In summer, people fancy the cool environment with breeze and shadow. In winter, most people like sunshine, shelter and conditions to keep warm. Thermal comfort is affected by the environmental climate and human factor. Environmental climate includes air temperature, humidity, winds velocity and radiation temperature. Human factor involves physical activity and clothing.

In recent year, governments promoted the transport system basically because it can increase the city’s financial benefits, improve traffic safety, service quality, and decrease the operation cost. But seldom the operators will turn into consideration the passengers’ opinions. Since exclusive bus lanes were established, passengers have to reach bus stops by crossing the roads. A bus stop has less shelters and trees. To the natured heat of the environment the vehicles’ emission and the asphalt heat release are added. Thus, it reduces the thermal comfort of passengers. Consequently, it may avert passengers from taking a bus.

In this study we assumed the influence of exclusive bus lanes based on passenger’s thermal comfort. We also provided a comparative study of traditional bus stops to the new ones. This research covers four bus stops, which include Roosevelt & Jinmen Roads, Taipower Building, MRT Gongguan and National Taiwan Normal University Branch. The results can represent another viewpoint of planning transport system base on passenger’s idea of comfort.

**Keywords:** Thermal comfort, Exclusive bus lanes, Microclimate, Urban heat island, Urban design

# 目 錄

## 第一章 緒論

第一節 研究動機與目的.....	1-1
第二節 研究範圍、內容與限制.....	1-2
第三節 研究方法、步驟與流程.....	1-7
第四節 預期成果.....	1-9

## 第二章 文獻回顧

第一節 羅斯福路公車專用道之緣起.....	2-1
第二節 人體生理學.....	2-18
第三節 熱舒適相關指標.....	2-24
第四節 國內外相關研究.....	2-32
第五節 小結.....	2-39

## 第三章 實驗計畫

第一節 實驗目的.....	3-1
第二節 實驗條件.....	3-1
第三節 儀器設備.....	3-8
第四節 實驗步驟.....	3-11
第五節 小結.....	3-14

## 第四章 調查內容及統計

第一節 各測點之感受溫度.....	4-1
第二節 一般候車亭與公車專用候車亭感受溫度之差異.....	4-13
第三節 小結.....	4-18

## 第五章 結果與討論

第一節 傳統與公車專用道候車亭之熱舒適度差異性.....	5-1
第二節 空間對候車環境熱舒適度的影響.....	5-6
第三節 小結.....	5-15

## 第六章 結論與建議

第一節 結論.....	6-1
第二節 建議.....	6-4

參考文獻.....	7-1
-----------	-----

附錄一 論文審查意見回應表.....	附 1-1
--------------------	-------

附錄二 個人簡歷.....	附 2-1
---------------	-------

## 圖目錄

圖 1-1、台北市現有公車專用道示意圖 .....	1-4
圖 1-2、本研究空間範圍示意圖 .....	1-5
圖 1-3、候車環境類型示意圖 .....	1-5
圖 1-4、研究流程圖 .....	1-8
圖 1-5、實驗步驟圖 .....	1-9
圖 2-1、公車專用道與全市羅斯福路肇事率比較圖 .....	2-13
圖 2-2、人體之等溫線圖 .....	2-22
圖 2-3、建築物迎風面下切氣流之示意圖 .....	2-32
圖 2-4、建築物尾流之示意圖 .....	2-32
圖 2-5、建築物角隅強風之示意圖 .....	2-33
圖 2-6、遮蔽效應之示意圖 .....	2-33
圖 2-7、街谷渠化效應之示意圖 .....	2-33
圖 3-1、研究位置示意圖 .....	3-2
圖 3-2、羅斯福路段西向立面圖 .....	3-5
圖 3-3、羅斯福路段東向立面圖 .....	3-5
圖 3-4、2006 年台北市平均溫度分佈圖 .....	3-6
圖 3-5、Lutron AM-4205A 溫、濕度、風速計 .....	3-10
圖 3-6、黑球溫度計 .....	3-10
圖 3-7、儀器配置示意圖 .....	3-11
圖 3-8、RayMan 1.2 介面圖 .....	3-14
圖 4-1、1 月羅斯福金門街口站 SET*感受溫度分布圖 .....	4-2
圖 4-2、6 月羅斯福金門街口站 SET*感受溫度分布圖 .....	4-2
圖 4-3、1 月羅斯福金門街口站 PET 感受溫度分布圖 .....	4-3
圖 4-4、6 月羅斯福金門街口站 PET 感受溫度分布圖 .....	4-4
圖 4-5、1 月台電大樓站 SET*感受溫度分布圖 .....	4-5
圖 4-6、8 月台電大樓站 SET*感受溫度分布圖 .....	4-5
圖 4-7、1 月台電大樓站 PET 感受溫度分布圖 .....	4-6
圖 4-8、8 月台電大樓站 PET 感受溫度分布圖 .....	4-7
圖 4-9、1 月捷運公館站 SET*感受溫度分布圖 .....	4-8
圖 4-10、8 月捷運公館站 SET*感受溫度分布圖 .....	4-8
圖 4-11、1 月捷運公館站 PET 感受溫度分布圖 .....	4-9
圖 4-12、6 月捷運公館站 PET 感受溫度分布圖 .....	4-10
圖 4-13、1 月師大分部站 SET*感受溫度分布圖 .....	4-11
圖 4-14、6 月師大分部站 SET*感受溫度分布圖 .....	4-11
圖 4-15、1 月師大分部站 PET 感受溫度分布圖 .....	4-12
圖 4-16、6 月師大分部站 PET 感受溫度分布圖 .....	4-13
圖 4-17、12 月羅斯福金門街口站感受溫度差異分布圖 .....	4-14
圖 4-18、6 月羅斯福金門街口站感受溫度差異分布圖 .....	4-14
圖 4-19、1 月台電大樓站感受溫度差異分布圖 .....	4-15

圖 4-20、12 月捷運公館站感受溫度差異分布圖 .....	4-16
圖 4-21、6 月捷運公館站感受溫度差異分布圖 .....	4-16
圖 4-22、1 月師大分部站感受溫度差異分布圖 .....	4-17
圖 4-23、6 月師大分部站感受溫度差異分布圖 .....	4-17
圖 5-1、羅斯福金門街口站熱舒適度差異比較圖 .....	5-2
圖 5-2、台電大樓站熱舒適度差異比較圖 .....	5-3
圖 5-3、捷運公館站熱舒適度差異比較圖 .....	5-4
圖 5-4、師大分部站熱舒適度差異比較圖 .....	5-5
圖 5-5、羅斯福金門街口站西向立面圖 .....	5-6
圖 5-6、羅斯福金門街口站東向立面圖 .....	5-7
圖 5-7、羅斯福金門街口站夏至上午八點日照模擬圖 .....	5-7
圖 5-8、羅斯福金門街口站夏至下午五點日照模擬圖 .....	5-8
圖 5-9、台電大樓站西向立面圖 .....	5-9
圖 5-10、台電大樓站東向立面圖 .....	5-9
圖 5-11、台電大樓站夏至上午八點日照模擬圖 .....	5-10
圖 5-12、台電大樓站夏至下午五點日照模擬圖 .....	5-10
圖 5-13、台電大樓站 7 月 7 日下午一點日照模擬圖 .....	5-11
圖 5-14、捷運公館站東向立面圖 .....	5-11
圖 5-15、捷運公館站西向立面圖 .....	5-12
圖 5-16、捷運公館站夏至上午八點日照模擬圖 .....	5-12
圖 5-17、捷運公館站夏至下午五點日照模擬圖 .....	5-13
圖 5-18、師大分部站東向立面圖 .....	5-13
圖 5-19、師大分部站西向立面圖 .....	5-14
圖 5-20、師大分部站夏至上午八點日照模擬圖 .....	5-14
圖 5-21、師大分部站夏至下午五點日照模擬圖 .....	5-15
圖 6-1、公車候車亭模擬示意圖 .....	6-2
圖 6-2、公車候車亭立面示意圖 .....	6-2

## 表目錄

表 1-1 台北市現有公車專用道彙整表 .....	1-3
表 2-1 公車捷運系統之相關定義表 .....	2-5
表 2-2 公車捷運系統型態表 .....	2-6
表 2-3 LRT 之技術、營運和系統特性表 .....	2-9
表 2-4 LRT 與捷運公車特性比較表 .....	2-10
表 2-5 台北市公車專用道尖峰小時班次統計表 .....	2-13
表 2-6 羅斯福路公車專用道實施前後旅行速率比較表 .....	2-15
表 2-7 中國人之基礎代謝率標準值 .....	2-20
表 2-8 國人日常生活身體活動的能量消耗表 .....	2-21
表 2-9 clo 值與環境溫度之關係表 .....	2-24
表 2-10 熱舒適指標比較表 .....	2-25
表 2-11 OUT_SET*與 PET 熱舒適指標分析表 .....	2-26
表 2-12 PET 指數對應表 .....	2-29
表 2-13 各國所使用之環境風場評估標準表 .....	2-35
表 3-1 本研究範圍統計表 .....	3-3
表 3-2 預定實驗日期行程表 .....	3-7
表 3-3 溫熱環境量測因子儀器建議表 .....	3-9
表 3-4 測量儀器特性表 .....	3-10
表 3-5 實驗量測動線示意表 .....	3-11
表 3-6 預定一日測量行程表 .....	3-12
表 3-7 實驗記錄表 .....	3-13

## 公式目錄

式 2-1 風寒指數公式 .....	2-19
式 2-2 風寒溫度公式 .....	2-19
式 2-3 人體熱平衡公式 .....	2-21
式 2-4 ET*公式 .....	2-28
式 2-5 PET 公式一 .....	2-28
式 2-6 PET 公式二 .....	2-28
式 2-7 PET 公式三 .....	2-28
式 2-8 PMV 公式 .....	2-30
式 2-9 平均輻射溫度公式 .....	2-38
式 3-1 攝氏華氏溫度換算公式 .....	3-7
式 3-2 相對濕度計算公式 .....	3-8

## 第一章 緒論

本章節描述「以人體舒適度檢視台北市公車專用道之設置—以羅斯福路段為例」之研究起源，經由公車候車者的角度，探討一般路緣式公車候車環境與公車專用道候車環境之熱環境差異，藉由設定研究範圍與內容、擬定實驗計劃，勾勒出本研究的整體架構。

### 第一節、研究動機與目的

都市交通日益擁擠，鼓勵運輸效率高之大眾運輸發展，已是目前都市發展之基本政策。基於此，為求縮短公車行駛時間，增加公車之運轉率，藉以提高公車運輸之服務水準，世界各先進國家已先後發展了各種公車優先處理之辦法。然而，以行車效率為導向的規劃思維，時常缺乏考慮使用者於使用上的便利性與舒適性，因此有可能影響民眾搭乘大眾運輸系統的意願。本文就人體舒適度比較公車專用道的候車環境與未設置前路邊候車的情況，本研究之動機與目的如下：

#### 一、研究動機

採用公車專用道最明顯之好處，在於提高公車之行駛速率，間接亦可提高行車之可靠度及行車服務品質，甚至可降低公車之營運成本。因此，在優先處理措施中又以公車專用道之效果最為明顯。在都市交通環境中，公車專用道扮演大眾運輸重要角色之一，提高行車速度，縮短移動所花費的時間，減低人在都市移動的過程中產生的負面影響（李克聰，2001；張有恆，2002；張學孔，2001）。對整體都市活動而言，提高都市活動效益、改善交通安全，從公車營運的角度而言，主要提高服務水準、降低營運成本。

然而，在政治、經濟的驅使下，公車專用道常作為推動都市發展的手段之一，著重交通速率、動態資訊，服務費用等項目，在設立的過程中，將注意力轉移至基本行車需求。單純地檢討交通速率、行車安全、居民滿意交通程度、候車亭的形象等，卻未真正的從搭乘公車的乘客角度思考，乘客的搭乘環境如何等。

羅斯福路雖有捷運新店線通過，但地面道路之交通需求量仍偏高，其原因可歸責於羅斯福路對連接市中心到中和、永和、新店、景美等地區扮演重要的角色，除了部分居住在捷運站附近之居民，較可能利用捷運通勤外。其他地區如中和、永和等捷運系統較不方面之居民，其上下班通勤之交通工具還是以公車、機車及小客車占大多數。因此，市政府藉由興建公車專用道來鼓勵搭乘大眾運輸，希望減緩羅斯福路之交通量。

羅斯福路公車專用道的設置改變了乘車的候車環境，將過去路緣式停靠站移至快慢車道分隔島停靠站，搭乘旅客必須先通過行人穿越道，才能到達公車候車處，候車的環境不但對乘車者造成不便，更缺乏大面積的遮陽與調整微氣候的行道樹，同時受到兩側汽車停等時散發的高溫與路面柏油材料散熱的影響，降低人們候車時的熱舒適度，可能間接影響民眾的健康和搭乘大眾運輸系統的意願。

本研究之動機為：

1. 以人體舒適度了解公車專用道與未設置前路邊候車環境之差異

## 二、研究目的：

關於現有的公車專用道，台北市交通局長林志盈表示，為提高有限道路空間的運輸效能，羅斯福路公車專用道是一定要推動的政策。本研究在此不再贅談設置條件、車道寬度與線形、車道佈設型式、站台設計、路面設計與容量分析，而從使用者的觀點探討既有公車專用道實質的影響，也就是以候車的公車乘客為主要重點，本研究檢視乘客候車的環境探討公車專用道的設置對人體舒適度的影響。搭乘公車者主要有上班族、學生、小孩與老人等，以公車作為上班、上學、購物等地點與家裡之間移動的代步工具，同時也受限於活動、事件、地點、身份、經濟條件與能力等的條件，造成使用公車的頻率較高，外界環境對其中的小孩及老年族群的影響遠較別的族群為大。

本研究由公車使用者觀點出發，主要以檢視公車乘客搭乘環境的舒適度為目的。候車環境之舒適度受到噪音、空氣污染、廢熱、視覺景觀、人體工學等生理及心理上之交互影響。由於公車乘客必須暴露在戶外或半戶外的環境之下，乘車者之舒適度與熱環境有較直接的生理影響。因此，本研究的主要目的係由熱舒適環境條件，理解不同候車環境對乘車者熱舒適性之影響與其之差異。

本研究的主要目的為：

1. 從乘客搭乘的環境的角度瞭解公車專用道的對乘車者舒適性的影響

## 第二節、研究範圍、內容與限制

為了界定本研究的對象，本章就研究範圍、內容與限制分述之。

### 一、研究範圍：

研究範圍分為研究對象、空間範圍與時間範圍三大部分說明，界定如下：

#### (一) 研究對象

為進一步定義候車環境之舒適性，本研究對象以候車環境之熱環境為主，評估熱環境又以計算熱舒適度最直接的方式。熱舒適度主要在描述人在熱環境中舒適程度，受環境的影響主要有氣溫、濕度、風速和輻射溫度。而人體在接收這些環境訊息的是皮膚，所接受的溫度並非環境測量的氣溫，而是與風速有一定的關係，例如，風速越快越能帶走表皮溫度，使人體感到涼爽，而濕度也是主要影響要素之一，溫度高若環境保有高濕度的條件，將會造成人體散熱緩慢。

台灣氣候十分複雜並多變，產生各種氣候的現象，以風為例，不同季節的風面變化、日夜溫差引起的風向改變、甚至本研究的對象環境的特性，容易受汽車流動方向所引起的風向影響。台北地區因為地形的關係，更有顯著的氣候變化，因此，我們在探討熱環境因子的時候，分別以氣溫、濕度、風速與輻射溫度為測量對象，以便縮小環境複雜的因子進行討論。

## (二) 空間範圍

台北市目前共有 13 條公車專用道（如表 1-1），其中大部分的公車專用道皆為南北或東西走向，唯獨羅斯福路公車專用道為西北-東南走向（如圖 1-1）。因為羅斯福路公車專用道獨特的位置使其週邊的建築物剛好正對冬天的東北季風，該方位增加了高樓風的影響，冬天時候車者必須在低溫下忍受寒風的襲擊，造成候車環境之非常不舒適。因此，本研究將研究空間範圍設定為羅斯福路公車專用道。

表 1-1、台北市現有公車專用道彙整表

路線別	長度 (公里)	佈設方式	行駛方向	實施日期 (年.月)
松江路	1.54	內側快車道	雙向、順向	85.01
新生南路	1.78	外側快車道	雙向、順向	85.06
敦化南北路	3.15	外側快車道	南向順向	85.01
民權東路	3.60	內側快車道	雙向、順向	85.08
民權西路	0.64	內側快車道	雙向、順向	87.11
南京東路	4.20	內側快車道	雙向、順向	85.07
仁愛路	3.10	外側快車道	西向順、東向逆	85.07
仁愛路延伸段	1.20	外側快車道	雙向、順向	87.10
信義路	4.50	外側快車道	東向順、西向逆	85.07
重慶北路	2.00	內側快車道	雙向、順向	90.01
中華路	1.10	內側快車道	雙向、順向	90.04
羅斯福路	3.10	內側快車道	雙向、順向	95.05
新生北路、松江路	0.33	內側快車道	雙向、順向	95.11

資料來源：台北市交通管制工程處



圖 1-1、台北市現有公車專用道示意圖 (google map)

本研究主要的研究對象為羅斯福路上的「公車專用道使用者的候車環境」與「傳統路邊候車環境」兩種場所，依照各自物理環境比較人體對環境舒適度的知覺。

本研究以台北市羅斯福路段為例，研究範圍以公車專用道上的羅斯福金門街口站、台電大樓站、捷運公館站及師大分部之公車停靠站為限，詳細地理位置如圖 1-2。由於羅斯福路上屬於外緣式公車專用道，公車行駛於快車道最外緣，利用快慢車道分隔上下旅客，本路段同時又有行駛於非公車專用道的公車。道路兩旁建物型態的改變，也造成候車環境的改變，其中包括倚靠騎樓而設置的候車站、周遭無騎樓之路緣式停靠站及獨立於馬路中央之公車專用道候車站，因此，本研究將公車停靠站分為騎樓式停靠站、路緣停靠站及分隔島停靠站，如圖 1-3。



圖 1-2、本研究空間範圍示意圖



圖 1-3、候車環境類型示意圖

### (三) 時間範圍

本研究預計分別在羅斯福路段公車專用道的傳統路邊候車與設立在車道中央的公車專用道進行檢測，在不同的季節、氣候狀態及交通尖峰與離峰時間蒐集氣象資料。為配合公車營運時間，探討不同時間下，乘客對候車環境熱舒適的變化，主要的量測時間將從上午 6 點至下午 11 點，該時段涵蓋不同營運時間，可充分顯示出候車環境熱舒適度的變化。

## 二、研究內容：

本論文的研究內容可區分為六點來說明，分述如下：

### (一) 緒論

1. 研究動機與目的
2. 研究範圍、內容與限制
3. 研究方法、步驟與流程
4. 預期成果

### (二) 文獻回顧

1. 羅斯福路公車專用道之緣起
2. 人體生理學
3. 熱舒適相關指標
4. 國內外相關研究

### (三) 實驗計畫

1. 實驗目的
2. 實驗條件
3. 儀器設備
4. 實驗步驟

### (四) 調查內容及統計

1. 實測結果
2. 熱舒適度之計算

### (五) 結果與討論

1. 傳統與公車專用道候車亭之熱舒適差異性
2. 空間對候車環境熱舒適的影響

### (六) 結論、建議與後續研究

### 三、研究限制：

針對本論文研究進行時所遇到之限制，進一步說明並分述之。

#### (一) 影響熱舒適因子之界定

公車候車環境之舒適性，受到許多環境因子之影響，其中包含環境所造成的刺激及衍生出影響乘車者感受之心理因素。例如寒冬中之冷風、冗長的等候時間、汽車排放之廢氣、車輛之喇叭聲、過度擁擠的候車月台及少量的座位等等，都有可能直接或間接的影響候車者的舒適性，因此，候車環境之舒適性很難藉由單一因子進行判斷。

經由以上敘述，廣義而言，人體對熱舒適的認知受到生理及心理上的影響，由於本研究受限於時間與人力的不足，只探討生理層面中候車環境對人體熱舒適的影響，心理層面的影響將在後續研究中另行探討。

人體與熱環境間的關係乃立足於微妙的生理及心理反應上，而此反應乃藉由生理所接受的刺激產生，但此一刺激並非由於單一的环境要素所導致，綜合來說影響人體冷熱之外周環境因素為：氣溫、濕度、氣流與輻射溫度。影響人體熱舒適的非環境因素則包含運動量及著衣量。本研究只針對候車環境之外周環境因素進行探討，非環境因素則以固定值替代。

## 第三節、研究方法、步驟與流程

以下說明本論文的主要研究方法與流程。

### 一、研究方法：

本研究對於使用者環境的調查，將不以問卷調查的方式著手，而從科學量化的方式記錄，以科學的儀器取得環境的物理數據，並以此為依據以計算人體所感受到的舒適度。

#### (一) 實測調查法：

一般而言，影響人體冷熱感覺，有外在環境氣候及人體本身等兩大要素，此兩因素包含外在環境氣候之氣溫、濕度、氣流風速與輻射溫度；人體本身之人體代謝率與著衣量。由於本研究只探討候車環境的外在氣候的差異，因此，人體代謝率與著衣量將以固定值代替。實測調查的部分著重外在環境氣候的測量，藉由微氣候測量儀器實測候車環境之溫度、輻射溫度、濕度及風速。

## 二、研究流程：

本論文根據上述研究範圍、研究內容、研究方法與步驟，可得出研究流程，如圖 1-4 所示。

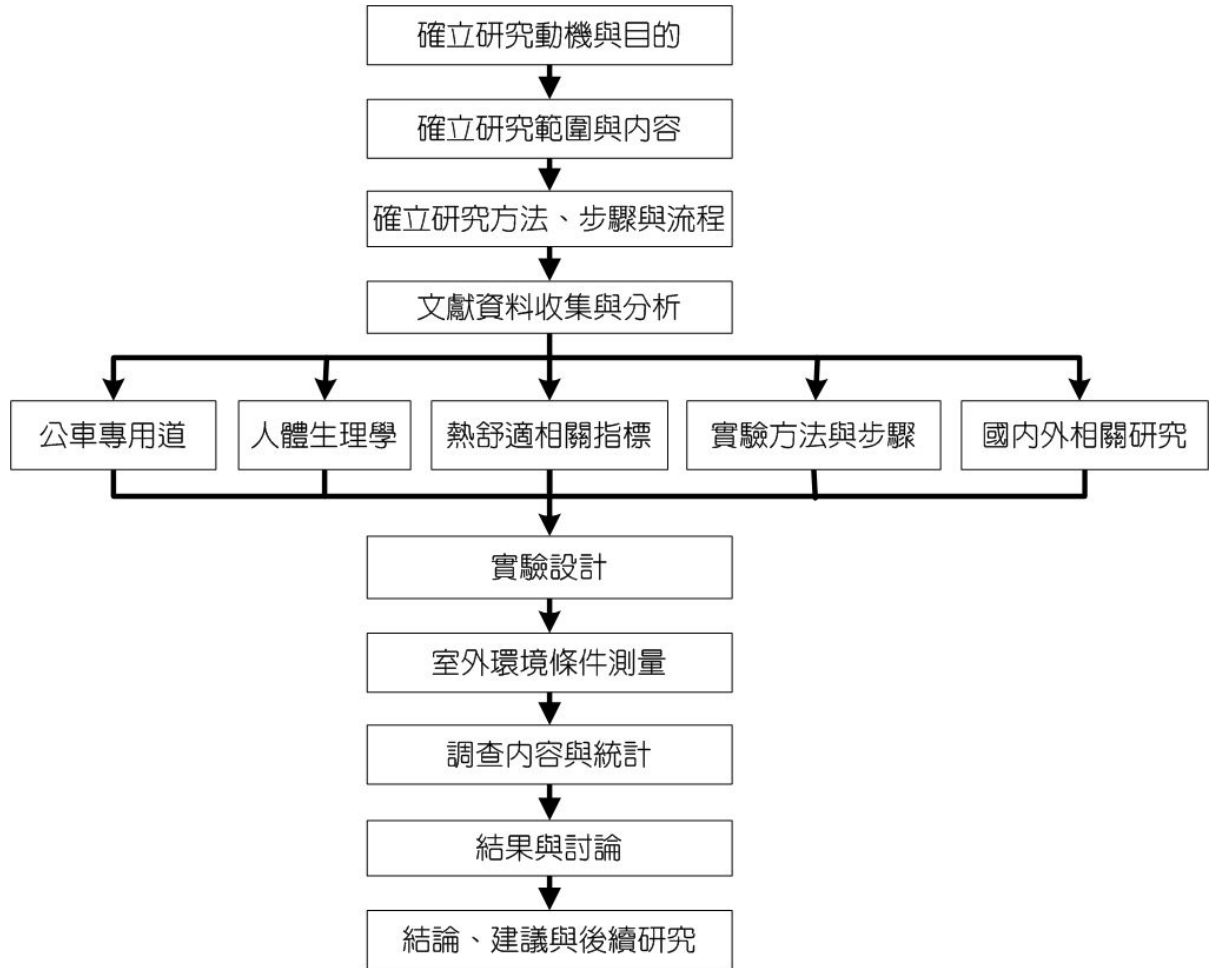


圖 1-4、研究流程圖

### 三、實驗步驟：

進行本研究時，需測量不同候車環境下，影響熱舒適的因子的差異，最後再統計出不同候車環境的差異性。為了更清楚的表示本研究的步驟，圖 1-5 詳細地說明本研究步驟：

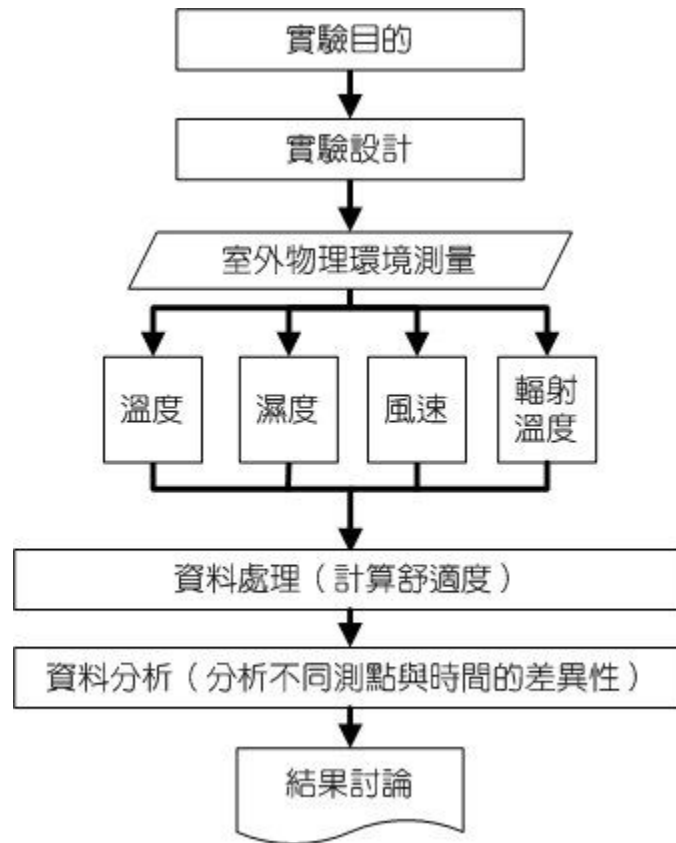


圖 1-5、實驗步驟圖

### 第四節、預期成果

都市交通運輸規劃的目的，主要在於解決都市內交通運輸的問題，然而，許多現代都市為因應人口的急速增加所伴隨的汽機車數量的增多，在公共交通上，不斷地拓寬道路寬度，犧牲人行道面積，導致都市中行人的權益備受威脅。然而，過度著眼於車輛優先的情況下，都市中人的權益便往往會遭到忽視。

21 世紀全球興起一片永續發展的潮流，其中綠色交通思維便是邁向永續發展的策略之一。綠色交通著眼於人本及生態環境的關懷，注重人類前途與生活品質的提升。導致近年來開始發展綠色交通、人本交通的理念。從之前「以車為主」的思考模式，改成「以人為先、車為次」的概念。

本研究以使用者的角度出發，從最直接影響使用者生理的人體舒適度來評估公車專用道設置後的影響，就人體舒適度比較公車專用道的候車環境與未設置前路邊候車的情況。研究的方向與目前交通公共政策所考量的觀點截然不同，以使用者所面對的環境，尤其是與生理健康息息相關的因素作為研究對象，研究成果可供公共政策的決策者及規劃者參考，在尚未能揚棄傳統的公共交通政策純以機能為單一考量的狀況下，將公共政策影響所及的市民納入，作為公共政策決策的考量因素之一。

### 一、預期成果：

本文由使用者觀點出發，主要考慮搭乘環境的舒適度。在交通擁擠的環境下，乘車者所在的環境更為明顯的差異，因為乘客暴露在戶外的環境之下，進行交通工具的轉換，瞭解乘客所處的環境品質，在資訊上為使用者提供環境的資訊。因此，本研究以人本的角度，以提供都市規劃者規劃大眾運輸系統時的另一個考量因素，設置新的公車專用道前，可藉由本研究得到更多對候車者熱舒適性的影響。尤其針對測站間風速、日照與溫度的變化，進行分析，提供規劃者作為另一個由下而上的規劃思維。

本研究預期可得到，確定公車專用道設置後候車環境對人體舒適度影響之差異；測試季節對候車環境的熱舒適度的之影響，詳細預期成果如下：

#### (1) 確定公車專用道設置後候車環境對人體舒適度影響之差異

本文以使用者的角度出發，從最直接影響使用者生理的人體舒適度來評估公車專用道設置後的影響，就人體舒適度比較公車專用道的候車環境與未設置前路邊候車的情況。分別就溫度、濕度、風速與輻射溫度，來檢視公車專用道的候車環境與未設置前路邊候車環境之差異。

#### (2) 測試季節與時間對候車環境的熱舒適度之影響

依照個人的經驗，在夏季時，因公車專用道位於寬廣的馬路的正中央，夏季時雖有部分遮蔭，也許高樓風能帶來稍許的降溫效果，但柏油路面吸收並釋放大量熱能，溫度仍比騎樓旁的候車位置為高。冬季時，公車專用道的候車區域因缺乏擋風裝置，高樓風帶來的風寒效應以及台灣北部的連綿陰雨，將會帶來雪上加霜的效果。本研究從寒冷至炎熱的氣候，上午 6 點至下午 11 點，測試公車專用道的候車環境與未設置前路邊候車環境的人體舒適度之差異。

## 第二章 文獻回顧

公車專用道的設立係由於都市擴展迅速，規劃者藉由都市大眾運輸系統來解決都市交通問題。本研究從使用者的角度來檢視公車專用道之影響，並瞭解不同候車環境對候車者熱舒適性造成的差異。鑑於此，本研究文獻回顧內容，以公車專用道之緣起到人體生理學、熱舒適相關指標及國內外相關研究等，詳細內容如下：

### 第一節、羅斯福路公車專用道之緣起

由於都市發展迅速，導致交通情形日益惡化，為解決都市交通問題，政府致力於發展公共運輸，公車為公共運輸系統中最常見的運輸工具之一，其在都市大眾運輸中佔有重要的地位。下面針對都市大眾運輸系統、都市公車系統與公車捷運系統的基本理論進行探討，進而瞭解羅斯福路公車專用道的規劃設計構想。

#### 一、都市大眾運輸系統與都市公車系統

都市交通運輸規劃之目的，在於解決都市內交通運輸的問題。由於都市交通日益惡化，必須藉由大眾運輸系統來抑制汽車超量成長，以解決道路交通擁擠；停車空間不足；空氣污染、噪音及公害；避免能源浪費等問題。都市公車系統為公共運輸系統中最常見的運輸工具之一，下面對都市大眾運輸系統與都市公車系統進行探討：

##### (一) 都市大眾運輸系統之定義與功能

1. 大眾運輸系統之定義：大眾運輸系統係指輸送能量大且固定路線之公共運輸系統。因此，計程車不屬於大眾運輸系統之列，而公共汽車、地下鐵等，則屬之。在大眾運輸系統中具有相當程度之專用路權者，稱為大眾捷運系統，其運輸效率較高，例如公車專用道路系統及地下鐵路系統等（張有恆，2002）。

2. 大眾運輸系統之功能：鑑於大眾運輸對都市的必要性，（李克聰，2001）針對台灣地區的大眾運輸系統的功能，為下列五項方面：

(1) 改善交通方面：良好的大眾運輸系統可以減少私人運具的使用，就可以有效改善交通，尤其在都會區之道路面積受限區域，大眾運輸有其必然之經濟效率性。

(2) 平衡區域發展方面：良好而完整的大眾運輸系統，不但可促進區域發展，而且可以縮短城鄉之間的差距，平衡中心都市與都會區周圍之間區域發展，使中心都市人口不致過份密集，交通負荷不致過重。

(3) 能源使用效率方面：能源使用效率方面，公車比小客車效率佳，而捷運系統之能源使用效率更高，因此大眾運輸系統在能源使用效率上占盡優勢。

(4) 環境衝擊方面：由於大眾運輸系統可以抑制私人運具之成長及使用，可以減少如空氣、聲音及水源等之環境污染。

(5) 社會公平方面：所謂社會公平是希望使運輸系統之規劃設計與營運管理能照顧到大多數人的利益，特別是包括老弱婦孺之弱勢團體的權益。

3.大眾運輸導向之都市發展：受到永續都市發展之思潮，都市規劃者也積極突破傳統的都市規劃概念，引進新的大眾運輸導向（TOD）的都市發展模式。張學孔（2001）提到 TOD 發展模式有下列五點特性：

- (1) 必須有相當人口密度與規模，方能鼓勵民眾使用大眾運輸。
- (2) 住宅區、工作區及零售商店必須散佈在運輸系統沿線。
- (3) 必須包括各種都市活動、工作和購物機能，且需在步行可及之範圍。
- (4) 必須建構在棋盤式的大眾運輸系統與路網上，而非過去一般以公路導向（Highway-Oriented）或小汽車導向（Automobile-Oriented）之高快速公路、主要幹道、次要幹道和地區街道所形成的道路系統。
- (5) 以 TOD 概念設計的都市，均配合良好都市景觀以及人行步道系統，以鼓勵民眾使用大眾運輸工具。

此外 TOD 之設計規劃必須達到下面三個重要公共目標：

- (1) 鼓勵居民以大眾運輸為主要交通工具，而不使用私人運具。
- (2) 透過規劃設計、經由內化外部影響之機制，將周邊道路系統因私人運具而產生的擁塞降到最低。
- (3) 提高人行步道及大眾運輸系統之使用而作整體規劃。

4.大眾運輸服務特性：大眾運輸業屬於服務業的一種，因此也具有一般服務業的特性：服務無形性、不可分割性、異質性、易逝性。任維廉與胡凱傑（2001）歸納出大眾運輸的服務特性有下列六點：

(1) 直接服務在乘客本身：大眾運輸業所運送的就是顧客本身，亦即服務的好壞直接關係乘客自身的感受。包括服務的安全性、舒適性、服務態度、等候時間等伴隨服務提供所產生的各種屬性，乘客都會直接地感受到業者服務的好壞。

(2) 服務人員與乘客接觸程度低：雖然乘客通常與服務人員（如駕駛員、售票員）的接觸頻率很低，卻也因此使得每次接觸服務的重要性提高。往往只要有一次遇到服務人員的態度不佳，便立刻會讓乘客留下深刻的壞印象。

(3) 服務是低度顧客化的：由於大眾運輸是同時服務多位乘客，為求服務提供的效率性，服務系統均經過事前規劃，包括路線選定、站位分布、班次排程等，因此無法提供乘客個人化的服務。

(4) 服務單元重複性低：由於大眾運輸業的營運方式是讓車輛按班次發車，每次乘客搭乘的車輛與服務人員不一定會相同，且受到外在環境變動的影響，在管理上不易提供一致性的服務。

(5) 尖峰需求常超過服務容量：由於社會運作的模式有共通性，上班上學的時間大家都處於同一段時間，導致需求量在此時達到尖峰。但是業者不能因為提供最大尖峰需求而以最大規模營運，如此在非尖峰時所剩餘的車輛營運

成本損失會使得經營無效率。因此，尖峰時候的供給量勢必小於乘客的最大需求量。

(6) 顧客抱怨較難補救：由於大眾運輸業的服務係為無形性，若過程中有問題發生，除非重大事故以金錢作賠償外，對於非交通事故的服務問題（如塞車、服務態度不佳），很難以其他的補救措施彌補乘客的損失。

## (二) 都市公車系統之定義

公車系統是都市大眾運輸的主幹。依據美國公共運輸協會的統計，美國約有 60% 以上的大眾運輸旅次是由公車來負責輸送。各國都市所使用的公車系統，包括一般公車、無軌電車、雙節電車、雙層公車等，其車輛技術特性或是車身型態，都不盡相同。但可依路權、技術與服務型態來定義公車系統，其特性如下(張有恆, 2002):

1. 路權方面：公車可擁有 A（與外界交通完全隔離的車道或軌道，無平交道且不與其他車輛混合行駛）、B（採用部分與外界隔離之軌道及部分與外界交通混合行駛的車道）、C（以一般之交通混合行駛之車道或軌道）三種路權的型態，一般則以混合車流之 C 型路權較多。

2. 技術方面：公車以橡膠車輪作為支撐系統，行駛在柏油路或水泥路上，並以司機操縱方向盤來導引車輛前進。公車的動力系統，一般為柴油內燃機或電力驅動。

3. 服務型態方面：公車的服務範圍相當廣泛。公車可在高旅次密度的小區域內，作短途的運輸服務；亦可為都市的主要大眾運輸系統；或是都會區內大眾捷運系統的接運系統。

## (三) 公車系統之重要性與功能定位

公車系統之重要性可從都市現狀中瞭解，幾乎世界上每個大都市都設有公車系統，就算以捷運系統為大眾運輸系統為主軸的城市，還是會以公車系統來輔助。下面為都市必須提供公車服務之主要原因（張有恆, 2002）：

1. 提供容量較大之運輸系統：公車容量約為 70~80 人/車，與私人車輛可載 4 人左右相較，高出許多，可降低都市交通之車輛數，減少道路擁擠程度。

2. 使用道路面積較為經濟，降低對停車場的需求：一般私人汽車在行駛時，每車約需佔用道路面積 15 平方公尺；每一公車約需道路面積 45 平方公尺，如以平均載客 50 人計算，每人佔用道路面積 0.9 平方公尺，所以自用汽車佔用道路面積為公車之五倍以上，顯然不經濟。

3. 可減少噪音及空氣污染，提高環境品質：汽機車為都市地區污染物的製造者，其污染物的排放量約佔全部總數的 90% 以上；所產生的噪音更令人難以忍受。因此，減少私人運具的使用，鼓勵民眾改搭公車，尤其是天然氣公車，可大幅減少噪音及空氣污染。

4.提高固定乘客之機動性：公車系統可提高老年、殘障及無擁有私人運具等固定乘客之機動性，滿足此類民眾行的便利，並可擴大都市地區的可及性。

5.降低肇事率，提高行車安全：根據美國地區營運的經驗顯示，小汽車、公車、捷運系統在一億車英哩的死亡人數比例，分別為 5.3：0.19：0.07。由此可知，公車的安全性，的確較小汽車高出許多。

#### (四) 都市公車路網之規劃設計準則

都市公車路網型式，基於都會區之道路設計型式可分成平行、輻射及格子三種。規劃公車路網型式時必須考慮營運者成本、使用者成本（包含乘客等車時間成本；乘客步行到離路線時間成本；乘客車上時間成本）、總成本與最佳化（李克聰，2001）。

## 二、公車捷運系統之探討

公車捷運系統（Bus Rapid Transit, 簡稱 BRT），是介於公車不良之服務水準與捷運系統龐大財政負擔之替代方案。BRT 可提供高效率、軌道營運特性之運輸服務，同時遠低於軌道系統之興建成本。BRT 隨著科技之進步不斷更新、升級。與 BRT 同義之字眼還包括高容量公車系統、高品質公車系統、捷運公車、快速公車系統、公車專用道（路）系統等（濮大威，2001）。

公車捷運系統主要在經由公車專用路權的提供（如公車專用道），與交通管制措施（如公車優先通行）之配合，藉以提高公車之營運速率，達到快速與便利的目標。下面針對公車捷運系統相關措施進行探討：

### (一) 公車捷運系統的意義

由於都市交通之日益擁擠，鼓勵大眾運輸的發展，已是都市發展的基本政策。有鑑於此，為縮短公車行駛時間，增加公車運轉率，藉以提高公車運輸之服務水準，公車專用道之設置為優先處理方式之一。採用公車專用道最明顯之優勢，在於提高公車行駛速率，間接可提高行車之可靠度及行車服務品質，甚至可降低公車之營運成本。

公車捷運系統具有完全或部分專用路權的特色，能提供公車較高的服務水準。為了達到快捷之目的，「完全或部分專用路權」為公車捷運系統之基本要件，實質型式為公車專用道（平面佈設之專用車道，並行經號誌化路口）或公車專用道路（採立體化佈設之專用車道，以匝道進出管制，多半以實體與其他車道隔離）。佈設型式之考慮因素包括系統功能定位、路線區位（市中心或郊區）、土地使用、道路條件等，且同一路線亦可併用兩種型式。世界各地皆有公車捷運化系統，其定義依據地方使用的特性有所不同，有關 BRT 的定義整理如表 2-1（濮大威，2004）：

表 2-1、公車捷運系統之相關定義表

機構	定義
美國交通部 (Federal Transit Administration)	「公車捷運系統」為結合軌道大眾運輸系統之品質及公車運輸彈性，運轉在專用之大眾運輸路權、高乘載車道、快速道路或一般街道，結合使用智慧型運輸系統技術、大眾運輸優先權、低污染與低噪音之車輛以及快速便利之收費系統，並且結合運輸導向之土地使用發展政策之運輸系統。
國際運輸與發展中心 (Institute for Transportation & Development Policy, ITDP)	「公車捷運系統」係一高品質、顧客導向的大眾運輸，提供快速、舒適、低成本的都市運輸服務。
能源基金會 (Energy Foundation)	「公車捷運系統」利用改良之公車車輛，營運在公共交通專用道路空間上，保持軌道交通的特性且具備普通公車靈活性的一種便利、快速的公共交通方式。
TCRP Report90 Bus Rapid Transit Systems	公車捷運系統是一種彈性化、採用膠輪的快速交通工具，並結合車站、車輛、服務、車道與智慧型運輸系統等元素成為一個具備鮮明識別意象之整合的系統。公車捷運系統之設計可迎合所服務的市場與實體環境，並可在一個多變的環境中逐步施行。簡而言之，公車捷運系統是一個整合了設施，服務，便利以及藉由改善速度、可靠度與公車捷運意象等更具親和力之整合系統。在許多層面，公車捷運系統如同膠輪式的輕軌系統，但具備更大的營運彈性與較低的投資與營運成本。
交通部公車捷運化設計手冊之研究 (1/2)	公車捷運系統以公車運轉，結合完全專用或部分專用路權以及軌道系統營運方式，提供快速、彈性、低成本的公共運輸服務。

資料來源：濮大威，2004

## (二) 公車專用道之分類

BRT 之車道佈設型式大致可分為：公車專用道路、高乘載車輛專用車道、平面公車專用道等。公車專用道路係採用高架道路配合匝道進出管制，一般在路段部分設置雙向二車道並設有路肩，車站部分雙向各增設一車道供進出站車輛使用，原有車道供直達路線通過，代表城市為渥太華、匹茲堡。高乘載車道係利用高快速道路，提供車道供高乘載車輛使用，同樣配合匝道進出管制，代表城市為阿德萊得、洛杉磯。平面公車專用道為最普遍之型式，佈設位置可設於最內側車道，或快慢分隔島旁車道，在波哥大最新的系統中並於車站部分增設超車道，代表城市如庫里提巴、波哥大、台北等（濮大威，2004）。

公車專用道通常有路邊、路中與逆向專用道三種。路邊公車專用道實施困難度最大，因為路邊停車、機慢車、與右轉車輛與公車有所衝突，可以利用禁止停車的方

法解決。路中公車專用道則無停車與右轉車輛的困擾，但是面臨左轉車輛的衝突與路幅限制的困擾，而且乘客必須穿越車道才能搭車。逆向專用道是在單行車道中選取一車道作為反向公車行進專用，其效率最高但交通安全問題最大(李克聰, 2001)。除上述外，也可依行駛位置、方向、持續時間與專用強度來分，其內容如下：

- 1.依公車的行駛位置分成：路緣公車專用道、外緣公車專用道、中央公車專用道。
- 2.依公車的行駛方向分為：順向公車專用道、逆向公車專用道、可變方向公車專用道。
- 3.依持續時間將公車專用車道分為：單尖峰時間公車專用道、雙尖峰時間公車專用道、全天候公車專用道。
- 4.依專用強度將公車專用車道分為：絕對專用道、條件專用道。

交通部(2004)的研究中，探討 BRT 本土化的發展型式，並把台北市公車專用道視為公車捷運化系統的初階型態。也由於公車捷運系統之相關定義相當鬆散，台北市公車專用道亦可包含在廣義之定義範圍內，而 Curitiba、Bogotá 等具備完整公車捷運系統元素之案例則為 BRT 進階之代表。其整理之公車捷運系統之型態如表 2-2：

表 2-2、公車捷運系統之型態表

組成元素	型式	
型態	初階型態 (台北市公車專用道)	進階型態 (Curitiba、Bogotá)
路權	B 型 (公車專用道)	A 型 (公車專用道路)、 B 型 (公車專用道) 或 B 型 (公車專用道) + 導軌
營運整合	無	有
收費系統	車上 (傳統式)	車外 (月台)
路線型態	一線到底 (傳統式)	主線 + 支線
車站	開放型	封閉型
車輛	傳統公車	連結公車 (雙節以上、多車門)
月台高度與車輛底盤齊平	無	有
公車優先號誌	無	有
智慧型站台	無	有
轉乘站	無	有 (路外型轉運站)
機廠	無	有

資料來源：交通部，2004

### (三) 實施公車專用道之基本考慮因素

濮大威(2004)指出當公車捷運化落實在台灣時需要注意幾個課題，包含營運整合、車輛、公車專用道容量、公車優先號誌與法令環境等。

台北市曾在中山北路設置路邊公車優先道，因受到右轉車與違規停車嚴重影響，於民國 88 年 5 月正式停止優先道的設置。由此可知，設置公車專用道需要謹慎的評估過後才能執行，下面為實施公車專用道之基本考慮因素(張有恆，2002)：

1.公車流量或公車旅次需求數：由於在市區道路上劃出公車專用道，將影響其他車種之可行駛面積，因此需道路上之公車流量達到某一程度時，方適於採用公車專用道。依據美國交通工程師學會之建議，尖峰時間內每小時最少有 60 輛公車或 3,000 名乘客通過時，就有必要設置公車專用道。

2.道路寬度：由於設置公車專用道的目的，在於疏解擁擠的道路交通，提高道路之使用效率，因此若在主要幹道上實施，應讓每一方向其他車種至少有兩個車道，以提供適當的超車機會。

3.對其他車種之影響：公車專用道之設置，必須同時顧慮到是否對其他車種產生嚴重干擾的情形，例如：在路緣設置公車專用道後，機車應行駛哪一車道；商行之卡車是否能穿越公車專用道，進入該商行設置之裝卸地點；此外，郵車、消防車、救護車是否准予進入等問題，均應有妥善之分析與考慮。

4.乘客安全性：為維護乘客上下車之安全，公車候車站應有足夠之容量，並有免於受其他車輛碰撞之危險的設施，因此公車專用道若設於快車道外緣或道路中央，應有足夠地區以設置專用站台，以確保乘客安全。

### (四) 國外公車捷運系統應用實例

BRT 是源自於南美洲之庫里提巴，1970 年代市區中人口急遽成長，帶給公共運輸系統極大壓力，基於財政考量與人口成長壓力，該市無法負擔汽車為主的公路系統，其規劃師與市長為了尋求更符合成本效益之交通解決方案，便開始研擬另一種公共運輸方式。BRT 便由此誕生，他們成功的推動 BRT 的概念，以效率、安全、具成本效益之方式，移動最大的人流，而不是車流(濮大威，2004)。

公車捷運系統主要經由公車專用路權的提供，與交通管制措施之配合，藉以提高公車之營運速率。國外對於公車捷運系統的措施，甚至在 1970 年代就已經成形，下面針對美國匹茲堡、加拿大渥太華、中國北京、韓國首爾及其他地區的公車捷運系統進行說明：

1.美國匹茲堡市之應用：美國的匹茲堡市現在已成功地使用公車捷運系統來提供便捷的運輸服務。美國匹茲堡於 1977 年首先開放一條 4 英哩名為“South Busway”的公車捷運系統，此一系統使用早先存在的無軌電車的隧道和有軌電車的路權，並經過一番建造而成為公車捷運道路，使得從南方郊區開往市中心的公車得以避過嚴重

的交通瓶頸；公車於繞行市區一圈後，開始進入公車捷運道路行駛，再開往市區的這段路上，時間最多可節省 20 分鐘。

由於“South Busway”主要是設計給通勤者使用，故其在非尖峰時段的公車班距很長；而“East Busway”提供的是真正的快捷運輸，4 至 6 分鐘一班的雙截公車在 6 個車站與市區間，提供全天候的地區性服務，公車駛離公車捷運道路後並進入市區繞行。這個地區性的公車服務很快地便成為該市最賺錢、最受歡迎的路線。若公車在所有的車站每站皆停的話，在捷運道路上之公車只需花費 13 分鐘來行駛，較先前在一般街道上行駛，可能需要 45 分鐘的情況要迅速很多。

2.加拿大渥太華市之應用：由大部分比較 LRT 與 Busway 的研究資料顯示，LRT 的投資成本較 Busway 為高，但營運成本較 Busway 為低。加拿大渥太華市根據其他加拿大城市的資料進行研究，發現若渥太華採用公車捷運系統，則投資成本與營運成本的總和均較採用 LRT 為低，其結論同時顯示，若採用公車捷運系統，由於旅行時間的縮短，所以本質上可以減少公車必須購置的數量，因而渥太華選擇了採用公車捷運道路的計畫。

匹茲堡與渥太華運輸當局均了解到，公車載客量在公車不是最具成本有效的運輸方式時，即不會成長，因此渥太華的公車捷運道路與匹茲堡的 East Busway 均設計為可以較容易改造為輕軌運輸（LRT）的型式。

3.中國北京市之應用：中國為了解決北京奧運即將帶來的交通問題，於 2004 年底開通第一條公車捷運系統（北京公車捷運系統一號線，BRT #1），並計畫將在 2008 年前完成 100 公里以上 BRT 路網。官方估計 2007 年每天將有約 150,000 人使用 BRT，如此大規模的計畫不但是緩解北京交通擁擠的重要政策，更是落實「大眾運輸優先」政策的有效途徑，同時也確保北京在奧運期間能夠提供，完整大眾運輸服務之重要建設工程。北京市的公車捷運系統全路線採用全時段、全封閉的專用道，在少數平交路口則運用優先號誌。該系統具有很大的靈活性，近期實施全封閉專用道和公共汽車優先道，全線工程採用邊建設邊開通的形式（張學孔，2005）。

4.韓國首爾市之應用：韓國首爾交通局於 2004 年七月開始擬定新的巴士系統，透過 BRT 的概念，將幹線、支線、環狀道及公車業者安排至八個地區，並配合捷運系統，使首爾的大眾運輸系統有了全新的風貌。首爾市過去大部分的公車專用道都設置在人行道邊，因此受到小汽車、卡車、公車及其他車輛的干擾，造成公車專用道的功能不佳。鑑於此，首爾新設置的公車專用道移至三線道路中的中間車道，新的公車專用道限制行駛幹線上的公車，便可維持高的旅運速率。由於公車專用道帶來的好處，讓政府決定繼續擴張首爾市公車專用道之範圍（K wang，2006）。

5.其他地區：其他地區公車捷運道路亦通常僅作為轉化為軌道是捷運之前的先期措施，如日本土浦市先規劃興建高架式公車專用道路，爾後再逐期擴建，等高架系統完成後，再轉換成軌道式中運量系統；墨西哥 Guadalajara 市則在 CBD 之下建築一座隧道，使用無軌電車營運，日後將轉成鐵路捷運系統；西雅圖市政當局亦在其

CBD 之下，建造一座 2 公里長耗資 4.16 億美元的 Bus/Subway 兩用隧道，用以因應西雅圖市與近郊國王郡區間的旅運需求，這個隧道的特點是先以地下式公車捷運道路的型態，運行雙用途公車，於公車容量達到飽和後，則轉化成輕軌運輸系統；北京市公車捷運系統營運後，其有效的解決一些北京市的交通問題，因此，共吸引超過 20 以上的城市也思考 BRT 的可行性，其中包含上海、西安、重慶、成都、昆明、杭州與濟南等不同規模的城市（peopleandplanet.net）。

### 三、公車捷運系統與輕軌運輸之比較

近年來輕軌運輸系統逐漸成為台灣都市發展大眾運輸系統之對象，輕軌運輸系統之特色介於大眾捷運系統與公車捷運系統之間，其興建成本較大眾捷運系統低，而容量及舒適性等都高於公車捷運系統。捷運公車與輕軌運輸不論在系統特性、績效、服務水準、投資成本及營運成本等都有不同的特性，下面將說明輕軌運輸之特性並與公車捷運系統進行比較：

#### (一) 輕軌運輸系統 (Light Rail Transit, LRT)

LRT 是一種電力推動、高容量及安靜平穩的運輸系統。可由一至三節車廂在部分隔離路權的方式下行駛。LRT 系統亦可由 6~8 車軸所連結的車廂或 4 至 6 個車軸組成之多節車廂或 2 個 8 車軸組成的車廂來營運。連結之輕軌車廂其車長在 20~30 公尺間，每一車廂可容納 250 名旅客，其中 20%~50% 有座位。

LRT 之車輛大部分都在完全隔離路權的路線上營運，有時亦在平面分隔的路權上行駛。在全部路網中，LRT 屬完全隔離路權的長度最少占 40%，最多可達 90%。但在實際應用上，LRT 大多是在市中心區最擁擠的幹道上採用隔離路權以提高其運輸服務的水準（張有恆，1993）。LRT 詳細之技術、營運和系統特性如表 2-3。

表 2-3、LRT 之技術、營運和系統特性表

車 輛 特 性	最小車廂數	1 (4-axle)
	最大車廂數	2-4 (6-8-axle)
	車輛長度	14-30
	車廂座位數	25-80
	車廂總位數 (座位加立位)	110-250
固 定 設 施	專用路權占全線百分比	40-90
	車輛控制	手控/號誌
	收費方式	車內或車站
	動力供應	架空線供電
車站		
	月台高度	低或高
	離靠站控制	無或完全控制

接下頁

營運特性	最大速度 (Km/h)	60-120
	營運速度 (Km/h)	18-40
	尖峰小時最大班次 (TU/h)	40-90
	離峯小時之班次	5-12
	每小時運載人數	6,000-20,000
	可靠度	高
系統特性	路網及服務面積	在 CBD 有良好之服務面積
	站距 (公尺)	350-800
	平均旅次長度	中、長途旅次
	與其他運具之關係	P+R, K+R 可以巴士為接運系統

資料來源：張有恆，1993

## (二) 公車捷運系統與輕軌運輸系統之比較

公車捷運系統與 LRT 同樣適合於中運量運輸路線，但其為較早為人注意的運輸系統。在 LRT 系統未受歐美各都市採用之前，「捷運公車」被認為是介於捷運鐵路和行駛於混合車流的公車之間，而最適於中密度運輸走廊的最低成本運輸服務方式。

由於輕軌車輛之容量較公車大，且可以連掛車廂方式營運，所以在旅客需求量多之路線上，LRT 較公車捷運系統更有優勢。此外，當旅客數增加時，捷運公車之班距必須縮短，而 LRT 仍可維持一固定之班距，因能提供較為可靠之服務，且較少延誤。總而言之，LRT 提供較安全、便利、可靠之績效，同時也有較佳的服務水準。然而 LRT 之架空輸電線不但易破壞都市景觀，其較昂貴的興建成本都為主要缺點（張有恆，2002）。LRT 與公車捷運系統之比較，如表 2-4。

表 2-4、LRT 與捷運公車特性比較表

運具特性	LRT	捷運公車
系統特性與績效		
路權	B 型 (40%~90%可在地下)	A 型
支撐	鋼輪行駛於鋼軌上	橡膠輪胎駛於路面
導引	鋼輪輪緣	司機操作
推進	電力	柴油引擎
控制	駕駛／號誌	駕駛／號誌
速度和加、減速	高	較低
容量	高	低
最小班距	較小；可為 1 分鐘	較大
可靠性	隨路權形態之改善而提升	旅客多時易造成延誤
安全性	較佳安全設備	易受氣候影響

接下頁

服務水準	服務品質	佳	較佳的及門服務
	舒適程度	車廂較大；加速煞車較平穩	較低
	方便程度上、下車設備	方便肢體不便之旅客在高或低月台上、下車	以台階上、下車，若為低月台則較不便利
投資成本	路權成本	所需路權較少	需較寬路權
	建造成本		
	地下、高架	較高	較低
	地面	較低	較高
	車輛及設備成本	高；但與其他系統共用設備則可降低	低；若為地下，需額外支付通風設備成本
營運成本	單位容量成本	低	高
	軌道架空線維修	需要	不需要
影響或衝擊	引進新技術	是	否
	對都市土地發展	影響大	影響小
	其他	架空線破壞都市景觀	產生噪音及空氣污染
主要優點		運輸容量大，可使用各種動力來源（如：水力、石油、煤）具提升捷運系統之可能性無空氣污染	不需特別引進新技術即可建造 提供較佳之及門服務不致破壞都市景觀
主要缺點		受軌道與架空線限制，需輔以接運系統以達成及門服務 架空線破壞都市景觀	空氣污染及噪音 行車易受天候影響

資料來源：張有恆，2002

#### 四、羅斯福路公車專用道之規劃設計

近幾十年來台北市快速的經濟發展及城市擴張，導致人口數越來越多，都市交通問題日益複雜。為了以更有效率及合理的方式，滿足都會區的交通需求，並兼顧市民生活品質與安全，台北市政府以發展大眾運輸來解決日益惡化之交通情況。

台北市於民國 85 年在仁愛路信義路首次推動公車專用道迄今已歷經 12 年，前後陸續共完成 13 條公車專用道。由於公車專用道能提高公車行駛速率，增加大眾運輸系統的效率，至今台北市仍持續推動公車專用道的設置。然而，公車專用道雖然能提高運輸效率，相對的其特殊的專用路權與候車環境可能造成一些負面的影響，如較不便利、舒適的等候環境等。鑑於此，下面進一步探討台北市公車專用道發展沿革、羅斯福路公車專用道發展緣由、羅斯福路公車專用道之成效與羅斯福路公車專用道之批評：

### (一) 台北市公車專用道發展沿革

陳武正(1976)的研究中提到,台北地區大眾運輸系統規劃之計畫緣由中,就台北地區(尤其台北市)而言,通勤通學的大眾運輸工具只有巴士與鐵路兩種,巴士包括民營客運、公共汽車、公路巴士等,但服務水準都很低:班次少、超載、擁擠、脫班、連班、車速低、候車時間長等缺點經常受到輿論的責難。同時大眾運輸需求量日益增加,若不提供捷運系統,恐非片面增加巴士即能解決問題。

民國84年台北市正面臨自小客車與機車快速成長,道路容量接近飽和,導致台北市面臨交通黑暗期。當時行政院頒佈「促進大眾運輸發展方案」,以解決交通困境,台北市10年間積極發展大眾運輸,前後陸續完成松江路、新生南路、敦化南北路、民權東西路、南京東路、仁愛路及信義路(後續路型調整與延伸)等7條公車專用道,公車專用道初期路網正式成型。民國88年間,捷運板南線、木柵線與淡水線之後逐段通車,捷運系統雙十字路網成型,公車運量受到捷運通車影響,有明顯下滑的趨勢。台北市考量整體的大眾運輸路網,並以公車輔助捷運所無法到達的區域,截至2007年,又新增重慶北路、中華路、羅斯福路、新生北路、松江路等5條公車專用道,共計13條。

### (二) 羅斯福路公車專用道規劃緣由

羅斯福路是台北市南北向重要交通動線,公館地區因為地理區位特性,成為台北市南區重要轉運中心,長期提供本市文山區,及台北縣中、永和、新店地區民眾轉乘與穿越性交通服務。大眾運輸及通過性車流量需求均相當大。劉瑞麟及張自立(2006)歸納羅斯福路規劃公車專用道之主要緣由為,集中公車站牌,減少交織嚴重的行車秩序並增加安全;提昇乘客候車品質與上下車安全;捷運通車後並未明顯減少公車需求量;配合都市永續發展的前提下,發展大眾運輸,其詳細緣由如下:

1.公車停靠站牌產生交織嚴重影響行車秩序與安全:羅斯福路沿線公車路線班次眾多,尤其是公館地區,因為公車站牌設置於路邊,大量公車停靠站牌時,與直行汽機車產生嚴重車流交織,機車駕駛人經常被迫改變動線行駛快車道,不但影響行車順暢,更因為突然改變行徑,對機車駕駛人及後方、側向小汽車的行車安全,均產生相當大的衝擊,因此近年來不斷有市民提出建議,希望比照其他重要幹道設置公車專用道,規範不同行車空間以降低車流交織。

2.提升乘客候車品質與上下車安全:由於羅斯福路公車路線與班次眾多,公車靠站時乘客上下車時間長,後達公車常常併排停車,或因其他離站公車與機車小汽車突然變換車道之干擾,無法緊靠站牌停車,迫使乘客於車陣中追逐、或於快車道上下車,或發生過站不停現象,影響公車服務品質、造成乘車安全問題,因此亦不斷建議比照其他重要幹道設置公車專用道,藉由交通工程與規劃手段,強迫公車依序進站停靠載客,提升乘車安全。

3.捷運通車後公車需求仍高：公車專用道在投入成本與後續維護遠低於捷運系統，但是因為專用路權的配置，對於一般車道使用面積勢必造成影響，因此評估設置公車專用道必須達到一定的基本需求條件，如交通尖峰小時單向大眾運輸車流量達 60 車次以上、連續 12 小時單向大眾運輸車流量總計達 400 車次以上、雙向行駛之道路寬度至少 30 公尺或單向行駛之道路寬度至少 20 公尺、車道數單向至少 3 車道、使用車道淨寬至少 3 公尺，或基於改善車流秩序及行車安全需要等。

捷運系統建置後，本局對於同質或競爭性公車路線，配合各捷運各路線階段陸續通車時程，多次檢討路線整併與動線調整，調整後行經公館站公車路線與班次數仍相當高，尖峰小時北往有 189 班次，佔全部 248 班次之 76.2%，往南則有 163 班次，佔全部 246 班次之 66.3%，已遠超過上述設置公車專用道需求條件，相對於本市目前已設置公車專用道之其他各幹道，公車尖峰小時單向班次，羅斯福路公車班次亦相對較高，如表 2-5。

表 2-5、台北市公車專用道尖峰小時班次統計表

公車專用道	尖峰小時班次數	公車專用道	尖峰小時班次數
松江路	125	民權東西路	120
新生南路	110	敦化南北路	75
信義路	100	重慶北路	110
仁愛路	70	中華路	168
南京東路	140	羅斯福路	189

資料來源：劉瑞麟、張自立，2006

4.增加行駛速率：依據交通部運輸研究所 91 年研究分析，公車專用道實施之後，台北市公車行駛速率提昇 17.36%~27.75%，其它運具行駛速率亦可提昇 2.87%~25.12%，有助於整體運輸效率及公車營運效率的提昇；另公車肇事率可由實施前的 3.75 件/百萬公里（91 年統計資料）降為 0.15 件/百萬公里，肇事成本每百萬公里可節省 5,978 萬元。因此，公車專用道對於提升社會整體效益確實有具體成效。而羅斯福路的肇事率高於全市其他道路平均，如圖 2-1，依提昇行車安全觀點，亦有設置公車專用道之必要。

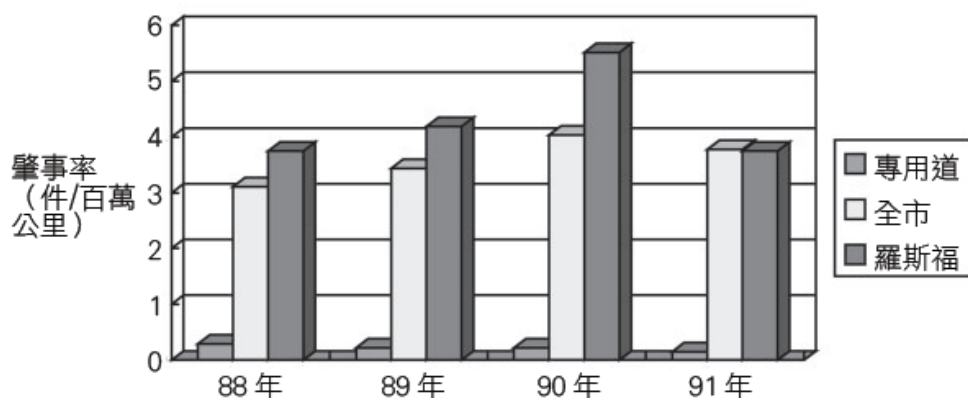


圖 2-1、公車專用道與全市羅斯福路肇事率比較圖（劉瑞麟、2006）

5.城市永續發展與大眾運輸優先：羅斯福路自捷運新店線通車後，沿線交通量並未減少，尤其臺北縣中永和及新店地區小汽車持有率及總數卻不斷成長增加，考量羅斯福路長期負擔中永和及新店地區穿越性交通日增，衍生交通問題恐日益嚴重，在道路容量增加有限情況下，應以大眾運輸優先觀點重新思考道路使用。以同樣道路容量比較，一輛公車大約與 2 輛小汽車相仿，羅斯福路公車平均載客 45.1 人，小汽車僅為 1.6 人。以羅斯福路上午尖峰小時由興隆路直行通過公館地區車流車種比例分析，大型車流僅佔 4.2% 可提供 56% 的運量，汽車車流佔 46.3% 卻僅能提供 24% 的運量。

6.實施公車專用道有助於降低公車之肇事率：公車停靠站牌時，進站、出站動線與直線車流產生嚴重干擾，機車騎士常常被迫行駛快車道，不但造成機車騎士行車安全問題，亦影響交通秩序，依據交通部運輸研究所 91 年研究分析，公車專用道實施之後，公車肇事率可由實施前的 3.75 件/百萬公里（91 年統計資料）降為 0.15 件/百萬公里，肇事成本每百萬公里可節省 5,978 萬元。依提昇行車安全觀點，亦有設置公車專用道之必要。

### (三) 羅斯福路公車專用道之成效

台北市交通局之羅斯福路公車專用道啟用檢討與展望的新聞稿中，開宗明義提到為改善羅斯福路公車停靠站與一般車流干擾衍生的行車安全問題，台北市政府交通局於羅斯福路規劃公車專用道。交通局聲稱羅斯福路公車專用道設置以後有幾項成效，包含減少車流交織情形、改善行車安全與秩序與提高公車系統效能，詳細的內容如下：

1.車流交織減少、改善行車安全與秩序：從交通局的報告中可知，羅斯福路公車專用道實施後，右轉新生南路公車最多的捷運公館站前路段，往北尖峰小時 263 班次中，有 189 班次（71%）公車行駛專用道專用道，往南尖峰小時 225 班次中有 163 班次（72%）行駛公車專用道，相對於以往所有公車班次雙向尖峰小時將近 500 班次公車均在路邊站牌停靠情況，車流交織與干擾數量確實大幅減少。但是，該路段目前於路線上還維持六支站牌，車流交織的情形還是經常出現。

2.公車系統效能提高：劉瑞麟與張自立表示，行駛羅斯福路 254、642、660 路等公車，自公車專用道實施後每週行車紀錄紙分析結果，公車專用道實施初期，各路線全段整體行車速率（由車站至回站，包含大部份未設置專用道之路段、停靠站上下課時間及紅燈停等）上午尖峰平均提升 10.61%，單日最高提昇至 15.92%，並且有逐漸提高之趨勢，下午尖峰平均亦提昇約達 4.88%（表 4）。經過 2 個月的運作，針對行經公車專用道系統內旅行速率變化，進一步調閱 606、52 路等公車行車紀錄紙分析結果，行駛公車專用道公車旅行速率，上午尖峰進城平均提升 41.09%，出城提昇 33.61%，下午尖峰出城平均提昇 34.39%，出城提昇 29.61%如表 2-6。

表2-6、羅斯福路公車專用道實施前後旅行速率比較表

項目	進城方向				出城方向			
	前	後	差距	%	前	後	差距	%
上午尖峰 06-08	14.99	21.15	+6.16	41.09	16.69	22.3	+5.61	33.61
下午尖峰 16-18	16.69	22.43	+5.74	34.39	16.85	21.84	+4.99	29.61

1. 單位：KPH
2. 調查區間：興隆路至和平東路。
3. 委託「華崎公司」判讀 606、52 路公車行車紀錄紙紀錄。
4. 調查時間：全線通車前 94/10/18;全線通車後 95/05/10。

資料來源：劉瑞麟、張自立，2006

#### (四) 羅斯福路公車專用道之批評

羅斯福路公車專用道開通以來，一直受到很大的爭議。雖然台北市交通局提出許多羅斯福路公車專用道必須設置的原因與考量的因素，同時以數據顯示公車專用道對交通的幫助，但是，羅斯福路公車專用道還是飽受爭議，包含通車後肇事率大增、公車與汽機車爭道、增加使用者的不便、民調上的不同與周遭道路的阻塞，詳細內容如下（自由時報，2006/07/26；自由時報，2006/05/11）：

1. 通車後肇事率大增：根據台北市警察局統計，羅斯福路公車專用道開通三個月以來，大小車禍事故共一百七十二件，較去年同期的九十六件，大幅增加七十六件，受傷人數更從去年三十六人增加為五十六人，也就是說，車禍數量明顯增加，根據台北市警察局的統計未開通以前 94 年全年的交通事故(針對羅斯福路統計)307 件開通以後(95 年 3 月 4 日)車禍事件增加 94 件，公車專用道的設置增加汽機車換道的危險，車禍事件的增加，公車專用道的設置也是主要原因之一。根據台北市警察局交通大隊統計，2006 年羅斯福路與基隆路口更登上台北市十大易肇事路口中排名第一，主要原因是未依規定讓車。

2. 公車與汽機車爭道：設立公車專用道的立意原是要使公車與汽車分離減少事故增加行車效率。但是，羅斯福路公車專用道設立後，路緣車道還有六支公車站牌。設立公車專用道後，公車還是與汽機車爭道，羅斯福路與新生路口公車專用道設有公車待轉車道，無形之中又佔用了自小客車以及機車的車道，原來可以行駛三個車道現在只能行駛兩個車道。羅斯福路公車專用道問題癥結主要為小汽車駕駛人反應仍有部分公車未行駛專用道，公車與小汽車交織問題，以及對公館車行地下道取消調撥功能改為公車專用道表示不滿。

3. 增加公車使用者不便：羅斯福路公車專用道設置前，公車候車者從捷運站上來即可搭乘公車。興建公車專用道後，交通局把捷運站出口的公車站牌，往南遷移一、兩百公尺，雖有助於減少車輛交織，卻苦了捷運轉乘公車民眾得多走好幾百步路。當為了車流更順暢而延長主幹道時相秒差，等紅燈要過馬路到路中間的站台搭車的民眾，只能眼睜睜看著要搭的公車揚長而去。除此之外，還有民眾為了方便，不走

行人穿越道直接穿越快車道進入候車亭，總總對候車者不便的影響，皆與台北市政府主張的人本、永續的概念背道而馳。

4.民調上的差異：交通局根據兩份民意調查(TVBS 民調、蓋洛普民調以及兩個專家學者座談會)為依據所以建議保留羅斯福路公車專用道。然而民調的母本應該是每天必須經過羅斯福路或者常在那搭乘公車的民眾，不應該是採用電話隨機抽樣而做的。根據兩份民調報告對於羅斯福路路況不滿意度一直很高(TVBS 民調高達46.4%；蓋洛普民調也有不滿意度 21.1%)，市政府只是針對民調中贊成保留公車專用道的民調數據(認同:TVBS 民調:52.5%；蓋洛普民調:52.1%)加上兩次只有專家學者卻沒有市民參與的座談會就決定保留，聽不見小市民的聲音，也忽略民調中多數對羅斯福路路況不滿意的市民心聲。

5.周圍道路的阻塞：羅斯福路公車專用道通後，不但惡化羅斯福路交通尖峰時刻的狀況，對於周圍的交通環境也連帶造成影響。由於和平西路從南昌路到羅斯福路只有短短的 70 公尺，往東方向秒差也較短，加上改道公車有 5 條公車路線從南昌路左轉和平西路，受限路幅常常轉不過去，卡在路口，造成和平西路車流回堵，一直到上午 10 時，和平西路從羅斯福路到重慶南路都是車多擁擠，同時也造成南昌路車流回堵嚴重。

## 五、本研究之理念

雖然台北市政府一直以人本交通的概念為交通發展主軸之一，但過度重視增加行車速率以及解決交通問題之下，卻忽略了公車使用者的感受，結果是可能產生違背當初規劃理念的大眾運輸系統。本研究為了瞭解羅斯福路公車專用道設置後，是否違反人本交通的主軸，並從公車使用者的角度，來檢視公車專用道設置後對候車者熱舒適性的影響。下面針對人本交通的概念進行說明：

### (一) 人本交通之概念

張學孔(2001)提到 21 世紀中發展綠色交通思維的必要性，並應回歸人本及生態環境的關懷，關懷人類前途與生活品質。因此，綠色交通應有將現存及創新科技所發展出來的方法與成果，來對目前及未來的交通環境作一整體評估，期使運輸系統之發展在滿足這一世代運輸需求的同時，不危害未來世代需求之能力發展。

近年來政府提倡民眾搭乘大眾運輸系統時，大都以都市活動效益、改善交通安全、提高服務水準、減少空氣污染與降低營運成本為考量，卻較少從使用者的角度來考慮大眾運輸的規劃方式。公車專用道設置後，乘車者必須行走行人穿越道至快慢車道的分隔島上候車，該候車環境缺乏大面積的遮陽處與調整微氣候的行道樹，並受到兩側汽車散發的高溫與路面柏油材料散熱的影響，降低人們候車時的熱舒適性，因而可能間接影響民眾搭乘大眾運輸系統的意願。

過去的交通規劃大多以車輛為考量，然而不斷拓寬汽車道路面積，並犧牲人行道面積的情形下，都市中行人的權益備受威脅。21 世紀永續發展觀念抬頭，發展綠色

交通、人本交通的理念逐漸興起。從之前「以車為主」的思考模式改為「以人為先、車為次」的概念。換言之，充分給予用路人及行人應有的空間與尊重。鑑於此，本研究以公車使用者為主體，探討公車專用道設置後，原有路緣式候車環境轉移至公車專用道分隔島式候車環境所帶來的影響，並以微氣候中的人體熱舒適性為考量，進一步檢視公車專用道設置後之影響。

本研究由使用者觀點出發，主要考慮搭乘環境的舒適度。在交通擁擠的環境下，乘車者所在的環境更為明顯的差異，因為乘客暴露在戶外的環境之下，進行交通工具的轉換，瞭解乘客所處的環境品質，在資訊上為使用者提供環境的資訊。因此，以人本的角度，提供都市規劃者規劃大眾運輸系統時的另一個考量因素，設置新的公車專用道前，可藉由本研究得到更多對候車者熱舒適性的影響。尤其針對測站間風速、日照與溫度的變化，進行分析，提供規劃者作為另一個由下而上的規劃思維。



## 第二節、人體生理學

探討人體舒適度時，必須從人體的生理感受著手。人體透過能量代謝來維持生命，熱平衡機制控制體溫。外在物理環境改變時，人體藉由一連串機械性的生理反應機制來適應環境改變。為瞭解人體如何適應環境的變化，下面就人體生理學中的能量代謝、人體熱平衡及冷熱感覺的要素進行探討：

### 一、影響人體生理冷熱感覺的要素

人們常將氣溫與舒適度直接聯想在一起，事實上氣溫並非唯一影響熱舒適性的重要因子，過去 150 年來描述熱環境與人體間複雜的熱交換情形的發展，已經超過 100 種指標，其中大多數具有兩種參數 (Gerd, 2002)。人體與熱環境間的關係乃立足於微妙的生理及心理反應上，而此反應乃藉由生理所接受的刺激產生，但此一刺激並非由於單一的環境要素所導致，綜合來說影響人體冷熱之外周環境要素為：氣溫、濕度、氣流與輻射溫度。下面分述之：

#### (一) 氣溫

氣溫為環境中空氣的溫度，通常以乾球溫度表示。為直接影響熱舒適性的因子之一，Rohles (1971) 的實驗中，針對坐定的男人，設定 20 種不同的乾球溫度從 60°F~98°F (每次增加 2°F) 與 8 種相對濕度情形，研究發現受測者在乾球溫度 72°F~81°F 中認為舒適。通常溫度會隨著風速與輻射溫度的強度而改變，Baruch (2003) 等人的實驗中發現，每改變太陽輻射 59 W/sqm 及風速 0.35 m/s 之下，氣溫會變化 1 度。

#### (二) 濕度

大多數的人們曾體驗過熱與悶熱的天氣型態，並瞭解潮濕狀態下造成的不舒適。濕度可以直接或間接地影響人體舒適。相對濕度範圍的重要性，除了舒適性外對健康議題也很重要。根據 Sterling (1985) 的研究，增加相對濕度會促進霉菌成長，但相對濕度過低會造成乾燥性的呼吸系統問題。相對濕度低於 30% 及高於 60% 的情況下，由於化學反應，細菌數量快速增加。相反的，較低的相對濕度的作業空間，容易使眼睛及黏膜發炎。該研究歸納出最佳的相對濕度應介於 40% to 60%。這個範圍同樣建立於 ASHRAE 標準 55 內的建議。

冬季 PMV 值依三個不同相對濕度(RH)範圍分析，RH<55%的 PMV 平均值為 +0.77，RH 介於 55~65%的 PMV 平均值為 +0.34，RH>65%的 PMV 平均值為 +0.09，趨勢如圖 4.20 所示。RH<55%的舒適溫度為 21.1°Cta，舒適溫度範圍 19.2°Cta~23°Cta，RH 介於 55~65%的舒適溫度為 22.2°Cta，舒適溫度範圍 19.4°Cta~25°Cta，RH>65%的舒適溫度為 20.7°Cta，舒適溫度範圍 16.8°Cta~24.5°Cta。表 4.19 為夏季資料，RH<55%的 PMV 平均值為 +0.29，RH 介於 55~65%的 PMV 平均值為 +0.39，RH>65%的 PMV 平均值為 +0.15，趨勢如圖 4.21 所示。夏季 RH<55%

的舒適溫度為 24.6°C<sub>ta</sub>，舒適溫度範圍 23°C<sub>ta</sub>~26.3°C<sub>ta</sub>，RH 介於 55~65% 的舒適溫度為 22.8°C<sub>ta</sub>，舒適溫度範圍 18.6°C<sub>ta</sub>~27.1°C<sub>ta</sub>，RH>65% 的舒適溫度為 24.2°C<sub>ta</sub>，舒適溫度範圍 20.8°C<sub>ta</sub>~27.6°C<sub>ta</sub>。

### (三) 風速

風為空氣的流動，是一種三次元向量，地面風只考慮二次元向量，包含水平的風向與風速（劉明揚，2001）。Joseph（1990）等人針對泰國大學生進行在沒有空調環境下，改變不同風速對人體舒適度之影響調查，受訪者共 288 位。其調查結果顯示出在相對濕度 50%~60% 的案例中，風速為 0.2m/s 的舒適溫度為 28.01°C<sub>ta</sub>，在相對濕度 50%~80% 的案例中，風速為 2m/s 的舒適溫度為 33.47°C<sub>ta</sub>，風速為 3m/s 的舒適溫度為 35.53°C<sub>ta</sub>。其調查結果顯示出在相同的相對濕度條件下，若風速較高，受訪者所能忍受之舒適溫度相對的提高。

人們在狂風的冬天中在公車站候車或路上行走時，刮風會令人覺得比較冷，我們把氣溫與風速對人體冷卻感受的綜合影響，稱為風寒效應（wind chill）。無風的日子，人體為了保溫將環境的溫度隔絕在體外，當風速增加時，風破壞了人體的保護層，並帶走身上的熱量，當風速持續時人體的皮膚溫度將下降，並覺得更冷。風也藉由加速蒸發皮膚的水分而帶走人體的熱量，使人覺得更冷。

辨別風寒效應的強度可從風寒指數判別，國外冬天，在廣播電視氣象報告時，除環境溫度之外，往往也皆報導風寒溫度。風寒溫度是根據風寒指數導出的，是表示身體對環境溫度的感受溫度指標。廣播報導時，直接報出風寒溫度，如氣溫-29°C，風速每小時 16.1 公里時，報出的風寒溫度為-43°C。有風的影響身體對冷的感覺相差了 14°C。風速會影響人在一環境溫度下，對溫度的感覺：風越大，越覺得冷。因為風增加冷空氣分子與皮膚的接觸，加速皮膚熱的流失。

風寒效應指數雖然以溫度的單位表達（加拿大以攝氏），但其並非溫度，而是人體的感受。其透過低溫及風速計算出較低的皮膚溫度，並經由臨床試驗後證實有效，風寒效應指數藉由不同強度的風速與溫度來導出結果。風寒效應計算公式如式 2-1，其中 WCI 為風寒指數單位為 kcal/（m<sup>2</sup>·h）、V 為風速（m/s）、t<sub>a</sub> 為氣溫（°C）：

$$WCI = (10.45 + 10\sqrt{V-V}) (33 - t_a) \text{ in kcal/ (m}^2 \cdot \text{h)} \text{ -----(2-1)}$$

計算出風寒指數後，可用式 2-2 計算出等效風寒溫度（t<sub>eq,wc</sub>）。其公式如下：

$$t_{eq,wc} = -0.04544(WCI) + 33 \text{ -----(2-2)}$$

### (四) 輻射溫度

室內環境中的輻射溫度是指四周牆面之輻射溫度。室外環境測量輻射溫度時也是同樣的原理，但是比室內更複雜，因為室外環境常由複雜的結構所組成，其通常沒有某種方向的圍塑性，尤其在多面體的都市景觀中，而且還包含了輻射能量平衡中的太陽輻射。

## 二、能量代謝

人是恆溫的動物，為了維持體溫，必須透過能量代謝的方式達到恆溫的狀態。新陳代謝是生物體生命活動的基本特徵，人體藉由攝取食物，轉換成維持生命的能量，人體能量的平衡是指生物體攝入的能量與消耗的能量之間的平衡。熱力學第一定律（能量守恆定律）指出：能量在由一種形式轉化成另一種形式時，既不會減少，也不會增加。人體也是遵循此一原則，這個過程也稱為能量代謝（于英心，2004）。下面對影響能量代謝的因素及基礎代謝等相關文獻進行更深入的探討：

### （一）影響能量代謝的因素

影響能量代謝的因素包含，肌肉活動（運動量）、環境溫度、食物的特殊動力效應及精神緊張活動。肌肉活動是影響能量代謝最明顯的因素。人體任何輕微的活動都會提高能量代謝率，換句話說，越是激烈的活動則相對消耗更多的熱量，關於肌肉活動與能量代謝的關係在後面有進一步的探討。

環境溫度與能量代謝的關係曲線成 U 字形。人（裸體或著薄衣）安靜時的能量代謝在 20~30°C 的環境中最穩定。當環境溫度低於 20°C 時，代謝開始增加，在 10°C 以下時明顯增加。這是由於寒冷刺激反射地引起寒顫及肌肉收縮所致。環境溫度為 30~45°C 時代謝率也會增加（于英心，2004）。

人們再進食後 1 小時延續到 6~7 小時，這段時間內雖然處於靜態活動，但人體內的特殊機制，卻能持續產生熱量，進而提高能量代謝率。精神緊張的活動也會增加能量代謝率，實驗發現，人在精神過度緊張或強烈情緒激動時會刺激代謝的激素，使熱量與能量代謝率明顯增加。

### （二）基礎代謝

基礎代謝是指人體在基礎狀態下的能量代謝。單位時間內的基礎代謝稱為基礎代謝率(basal metabolic rate, BMR)。所謂基礎狀態是指人體處在清醒而又非常安靜、不受肌肉活動、環境溫度、食物及精神緊張等因素影響時的狀態。BMR 具有性別、年齡等的差異。一般男性的 BMR 比女性高；幼年比成年人高；年齡越大，基礎代謝越低。但同一個體的 BMR 是相當穩定的。中國人的 BMR 的水平，男女各年齡組的平均值如表 2-7 所示（于英心，2004）。

表 2-7、中國人之基礎代謝率標準值【KJ/ (m<sup>2</sup>·h)】

年齡	11~15	16~17	18~19	20~30	31~40	41~50	50 以上
男性	195.5	193.4	166.2	157.8	158.7	154.1	149.1
女性	172.5	181.7	154.1	146.5	146.4	142.4	138.6

資料來源：于英心，2004

### （三）運動量與能量代謝之關係

從前面能量代謝的觀念中可以理解，運動量越多相對的產生更多的能量代謝。為

了讓運動時的能量消耗做更簡單的量化，便將運動時能量消耗的數量的關係，簡化成各項運動狀況的等代謝量(metabolic equivalents, 簡稱 MET)。所謂的等代謝量是指人體在休息時的能量消耗情形，也就是休息代謝率 (resting metabolic rate, 簡稱 RMR)。

透過 MET 多寡的評估，人體在不同運動強度下會有不同的 MET，例如以每小時 6 英哩的速度跑步時，每分鐘、每公斤體重的能量消耗約為 BMR 的 10 倍，即為 10 MET；以每小時 4 英哩的速度走路時，每分鐘、每公斤體重的能量消耗約為 BMR 的 4 倍，即為 4MET。

相關的能量消耗評表，可以從國外文獻或行政院體委會網站上查詢。然而，國外研究有人種上的差異，引用國外的能量消耗評表來評量國人的能量消耗可能不適當。因此，本文參考一份針對國人進行的等代謝量的研究，其建立屬於國人日常生活身體活動時的能量消耗資料如表 2-8 (林正常，2005)。

表 2-8、國人日常生活身體活動的能量消耗表

項目	男性		女性	
	MET	cal/kg/min	MET	cal/kg/min
休息	0.96±0.08	16.74±1.22	0.93±0.11	16.22±2.45
看報看電視	1.19±0.14	20.13±5.70	1.05±0.16	17.50±2.67
開車	1.20±0.38	23.08±5.95	1.50±0.24	25.07±3.84
騎腳踏車	4.19±0.82	71.63±14.27	3.54±0.78	61.00±14.08
溜直排輪	7.13±1.91	120.56±34.84	6.53±1.93	101.88±27.41
散步 4km/h	3.34±0.44	54.33±5.02	3.70±1.10	57.50±11.62

資料來源：林正常，2005

### 三、人體熱平衡

人體要維持體溫的恆定，必須先在熱的獲得與散發間取得平衡。熱的傳遞方式包括：傳導、對流、輻射及蒸散等四種。由於體溫大約保持在 37°C，這樣的溫度常高於周遭的環境溫度，因此人體決大部分都處於散熱的情況。

人類為了維持體溫的穩定必須消耗熱量，活動量的增加也會相對增加熱量的消耗。人類之生理機構會對人體本身及周圍之熱量予以調整平衡，此項體溫之平衡可藉由式 2-3 來表示之。式 2-3 計算之結果，若 S=0 時，則為人體感覺最舒適的情況，若 S>0 則人體感覺漸熱，若 S<0 則人體感覺漸冷 (陳啟中，2000)。

$$S = M - E \pm R \pm C \text{-----}(2-3)$$

式中 M=體內所產生之熱量 (w)

E=人體蒸發作用所散失之熱量 (w)

R=周圍輻射作用所吸收或散失之熱量 (w)

C=人體對流作用所吸收或散失之熱量 (w)

### (一) 體溫

人類是恆溫的動物，也就是說一生中體溫都幾乎維持在一定範圍內。雖然體溫每日，甚至每一小時都不盡相同，但其波動通常是不超過  $1.0^{\circ}\text{C}$  的，只有在長時間的激烈運動時、生病時或處在極熱或極冷的環境下，體溫才有可能偏離  $36.1\sim 37.8^{\circ}\text{C}$  的正常範圍內（林正常，1997）。

人體各部分的溫度並不相同，大致可分成體表溫度及體核溫度。人體表層包括皮膚、皮下組織和肌肉等的溫度稱為體表溫度，又表層的最外層，即皮膚的溫度稱為皮膚溫度。體表溫度相當不穩定，特別是皮膚溫度，容易受到環境溫度和衣著影響，溫度波動的幅度很大。在環境溫度為  $23^{\circ}\text{C}$  時測定各部分的溫度發現，足的皮膚溫度為  $27^{\circ}\text{C}$ ，手的皮膚溫度為  $30^{\circ}\text{C}$ ，軀幹為  $32^{\circ}\text{C}$ ，額部為  $33\sim 34^{\circ}\text{C}$ 。整體上，四肢末梢的皮膚溫度最低，越靠近軀幹和頭部則越高（于英心，2004）。

環境溫度對人體不同部位皮膚溫度的影響相當大，當寒冷環境時，皮膚血管收縮，皮膚血流量減少，因此皮膚溫度降低，防止體熱散失。在炎熱環境時，皮膚血管舒張，皮膚血流量增加，皮膚溫度上升，促進散熱作用。出汗時，由於蒸發散熱也會把體熱帶走，皮膚溫度也會因此降低。上述現象可根據人體之等溫線圖來表示，如圖 2-2。

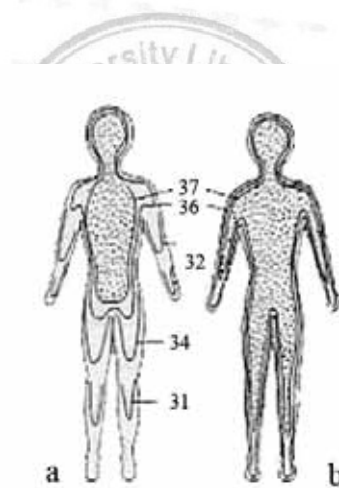


圖 2-2、人體之等溫線圖（于英心，2004）

（單位  $^{\circ}\text{C}$ ，a.寒冷環境下 b.溫暖環境下）

### (二) 人體的產熱與散熱

人類是恆溫動物，為了維持體內的溫度，當外界溫度改變時，須藉由產熱與散熱的動態平衡機制來調節體溫。基礎代謝、肌活動（運動）、激素（荷爾蒙）、食物的生熱反應、姿勢變化與環境等因素，是人體的主要生熱之來源。這些生熱來源當中，產生最大效果是肌活動（運動）。運動時，能量消耗可能增加 10 倍以上，熱產生自然增加 10 倍。其次，是環境因素，豔陽高照時，人體吸收大量的輻射熱，有時候，稍活動即汗流浹背（林正常，1997）。

此外，人體產熱的程序可透過基礎代謝、進食後提高的基礎代謝率、肌肉活動（肌肉收縮和寒顫）產生的熱量以及一些內分泌激素作用的產熱量等。當人體處於運動或勞動狀態下，肌肉便成為最主要的產熱器官，產生的熱量可占總產熱量的 90% 左右。人體在散熱時，藉由血液流動把體內的熱量轉移到皮膚，然後由皮膚在散發到環境中，皮膚在散熱過程中扮演最重要的角色。散熱的過程是藉由皮膚的輻射、傳導和對流作用散發熱量，一部分熱量經由皮膚水分蒸發散熱，僅有 3% 左右的熱量隨著呼吸、排尿和排便散失（于英心，2004）。體溫調節的方式在下面有更仔細的解說。

### （三）體溫調節的方式

人體到環境的熱傳遞中，在氣溫 21°C、無風及坐著時輻射佔 67%、蒸散佔 23%、傳導佔 10%。

1. 傳導：傳導是兩種相接觸不同溫度的物體熱的轉換。例如，熱從體內產生，經由鄰近的組織，傳達到身體的表面，再經由皮膚傳導出去，和皮膚接觸的，可能是衣服也可能是空氣。相反的，如果外在環境比皮膚溫度還熱，此時熱便從空氣中傳導到皮膚，溫暖皮膚。

2. 對流：對流是熱以氣體或液體的形式，從一處傳道另一處。當電扇產生的風吹過皮膚表面，或當跑步者對著迎面而來的涼風，都可透過對流將皮膚表面上較熱的空氣帶走，而代之以較冷的空氣。雖然，當外界溫度比皮膚溫低時，傳導和對流能帶走一定的體熱，但其對所有體熱的散發所佔的比例仍屬少數，大約占 15%。然而，若人沉浸在冷水中，由於水的導熱性強，經由傳導所散發出的體熱，等同於暴露在相同溫度的空氣中的 25 倍。

3. 輻射：輻射是熱以電磁波方式之傳遞。人在室內 21~25 度安靜休息時，輻射是主要散熱的管道，約有 60% 的體熱經由此途徑散發出的。人體不斷的散發輻射熱到周遭的物體上，諸如，衣物、家具、牆壁等，同時也吸收周遭溫度比我們高的物體的輻射熱。環境中絕大部分所獲得的輻射熱來自於太陽。

4. 蒸發：蒸發是指液體轉化成氣體導致熱的流失。安靜時，人體賴此管道散發的熱為 12%。此身體散熱途徑之蒸發，是在不知不覺中發生的，稱為無感性蒸發，例如，經由肺、口及皮膚的蒸散熱即是。經由無感性的蒸發大約可帶走所有因新陳代謝所產生的熱相當有限，當身體需要散發更多體熱時，單靠無感性蒸發是不夠的。運動時，體熱的處理，主要卻是靠流汗之蒸發（80%），這時排汗量增加，體溫越是上升，排汗就越顯重要。

### （四）衣服絕緣值

衣服絕緣值係指人體著衣時對外界熱量隔絕之程度，通常以 clo（clothing unit）來表示。所謂 1clo 之著衣量係指在乾球溫度=21.2°C，相對濕度=50%，風速=

0.1m/sec 之靜坐條件下，人體感覺到舒服的著衣量。而 1clo 約等於  $0.155 \text{ m}^2\text{C}/\text{w}$ 。相同的溫度下 clo 值越高則熱舒適度越低，表 2-9 為各種不同穿著衣服時之 clo 值與環境溫度之關係。

表 2-9、clo 值與環境溫度之關係表

clo 值	穿著種類	坐下時覺得舒適的基本溫度 (°C)
0 clo	裸體，穿泳裝	29
0.5 clo	輕鬆長褲，襯衫；寬鬆打扮	25
1.0 clo	正式打扮，工作服	22
2.0 clo	厚重衣服，夾克，手套，帽子	14

資料來源：陳啟中，2000

### 第三節、熱舒適相關指標

室內熱舒適的研究數量遠高於室外熱舒適，同時一些當前室外熱舒適的研究，還是以室內熱舒適的研究方法為主。從資料上，許多知名的室外環境指標（溫度、風冷及黑球溫度），是發展來預測並警告違反熱或冷應力的功能，與熱舒適有所不同。概念上我們可把人類熱環境看成一個伴隨著中心有著熱偏好的同心圓的區域，兩側由一圈一圈的熱舒適性環繞，兩側的順序約可看成可接受的熱情形、不舒服、適度的緊張及緊張的狀況，最後是有危險的熱環境。關於危險圈指標的應用到舒適的中央區域，可看成應用工具的解析錯誤。應該阻止一個解析度的簡單推斷，直到確認合適的試驗的出現。

#### 一、熱舒適指標之特性

過去幾十年來，陸陸續續發展了近百種衡量熱舒適性的指標，大部分的指標只探討兩個因素（如表 2-10），其中許多指標可以用來分析熱舒適，但是大部分是用來評估室內熱舒適，例如 PMV 指標。PMV 指標可用來預測人群中平均的熱感受，其運用人體上的熱傳送，並透過經驗來評估熱感受。其中，一些熱舒適指標常有條件的應用在室外環境。複雜的戶外環境，導致須以特殊的程序來計算熱，例如 PMV\* 指標，PMV\* 指標修改了 PMV 指標，增強熱濕環境的熱舒適狀態。一些特殊的指標係綜合風與溫度的參數，如風寒指標，有些指標判定不舒適狀態特別有效率，其通常與發汗率有關聯。根據上述指標，最後發展出適合評估室外熱舒適環境的指標 OUT\_SET\* 及 PET。PET 指標與傳統的熱舒適指標相較之下，可應用至更廣泛的範圍（Bouyer，2007）。

表 2-10、熱舒適指標比較表

指標名稱	考慮因子	優點	缺點
舒適度指數 (中央氣象局)	溫度 濕度	1. 依據台灣 42,385 個民眾調查訪問，統計出 6 種不同等級的感受。 2. 針對台灣民眾的熱舒適性，較有地方代表性。 3. 單純化	1. 並未考慮其他影響舒適度之環境因子，如輻射溫度與風速。
Apparent temperature (AT)	溫度 濕度	1. 藉由溫度與高濕度，測量相對不舒適度。 2. 單純化	1. 可能會因為年齡、健康、身體特性，導致指數變化。
Discomfort index (DI)	溫度 濕度	1. 單純化。 2. 藉由溫度與濕度來預測人體發汗量，並衍生出不舒適性。	1. 係利用預估的平均資料來預測不舒適性。 2. 容易受到其他人體或環境因子的影響而不準確。如：風速、輻射溫度等、活動量、著衣量、性別、體重、身高等。
Heat index	溫度 濕度	1. 考慮在高溫及潮濕的環境下人感覺到的真正溫度。	1. 未考慮風速及輻射溫度對熱舒適的影響。 2. 隨著年齡、性別、身高及體重的改變，適應的舒適度也會改變。
Thermo hygrometric index (THI)	溫度 濕度	1. 單純探討每日最高氣溫及濕度，便可預測特殊氣候對健康的影響。 2. 其非線性特性，可以取代一般溫度與濕度之預測準確性。	1. 易受到其他人體或環境因子的影響。
Windchill	溫度 風速	1. 探討風速與體溫加速流失的關係。 2. 單純化	1. 未考慮輻射溫度與濕度可能對熱舒適的影響。 2. 只適用在秋冬季節。
Wet bulb globe temperature (WBGT)	溫度 濕度 輻射溫度	1. 利用濕球與日照溫度來量測熱壓力。 2. 著重濕球溫度，以彌補乾球溫度對炎熱氣候下評估的不足。	1. 未考慮風速可能帶來的影響。

接下頁

Predicted Mean Vote (PMV)	溫度 濕度 風速 輻射 溫度	1. 可以預測人處於某種環境條件下，對環境的滿意度與熱應力。	1. 適用於室內熱舒適的評估。 2. 無法掌握較強的風速及日照。
New standard effective temperature (Out_SET*)	溫度 濕度 風速 輻射 溫度	1. 根據人體能量平衡定律產生的熱舒適指標，考慮氣溫、輻射溫度、濕度、風速。 2. 能用在不同時間與空間尺度。	1. 需要較複雜的測量方式。
Physiological equivalent temperature (PET)	溫度 濕度 風速 輻射 溫度	1. 能用在不同季節與氣候上。 2. 環境因子考慮了：氣溫、濕度、風速、長波與短波輻射。 3. 可應用在複雜的環境中。	1. 需要較複雜的測量方式。

資料來源：本研究整理

從文獻中可瞭解，目前室外熱舒適的研究大多以上述兩指標為評估標準（如表 2-11），因此本研究採用 OUT\_SET\*與 PET 指標作為評估候車環境差異的標準。下面針對 OUT\_SET\*、PET 及 PMV 指標之特性及室內與室外熱舒適指標之差異進行說明：

表 2-11、OUT\_SET\*與 PET 熱舒適指標分析表

作者	論文題目	熱舒適 指標	優勢
de Dear and Pickup, 2000	An Outdoor Thermal Comfort Index (OUT_SET*) - Part I - The Model and its Assumptions	Out_SET*	1. 針對室外環境發展的熱舒適指標。
Pickup and de Dear, 2000	An Outdoor Thermal Environment Index (OUT_SET*) - Part II -Applications		2. 根據人體能量平衡定律產生的熱舒適指標，考慮氣溫、輻射溫度、濕度、風速。
Jennifer Spagnolo, Richard de Dear 2003	A field study of thermal comfort in outdoor and semi-outdoor environments in subtropical Sydney Australia		3. 能用在不同時間與空間尺度。

接下頁

Junta Nakano, Kiyoshi Sakamoto, Tadashi Iino, Shin-ichi Tanabe 2006	Thermal Comfort Conditions in Train Stations for Transit and Short-Term Occupancy	
Chungyoon Chun, Alison Kwok, Akihiro Tamura 2004	Thermal comfort in transitional spaces—basic concepts: literature review and trial measurement	
Chungyoon Chun, Akihiro Tamura 2005	Thermal comfort in urban transitional spaces	
Matzarakis, A., Gulyás, Á, 2006	A contribution to the thermal bioclimate of Hungary – Mapping of the physiologically equivalent temperature	1. 針對室外環境發 展的熱舒適指標
Höppe, P. R. 1999,	The physiological equivalent temperature – a universal index for the bio-meteorological assessment of the thermal environment	2. 以°C來表示表示 感受到的熱應力 與舒適性，結果 較易理解。 3. 能用在不同季節 與氣候上。 4. 環境因子考慮 了：氣溫、濕度、 風速、長波與短 波輻射。
Mayer, H. – Matzarakis, A. 1997	The urban heat island seen from the angle of human-biometeorology	5. 可應用在複雜的 環境中。 6. 考慮天空視域因 子及陰影的影 響。
J. Bouyer, J. Vinet, P. Delpech, S. Carre 2007.	Thermal comfort assessment in semi-outdoor environments: Application to comfort study in stadia	PET
Fazia Ali-Toudert, Helmut Mayer 2006	Numerical study on the effects of aspect ratio and orientation of an urban street canyon on outdoor thermal comfort in hot and dry climate	
Gulyás, Á., Matzarakis, A., 2007	Selected examples of bioclimatic analysis applying the physiologically equivalent temperature in Hungary.	

資料來源：本研究整理

## (一)OUT\_SET\*舒適度指標：

根據 Gagge 的兩點模型 (2-node mode)，新有效溫度 (ET\*) 為受測者以坐著的狀態下著衣量 0.6 clo、氣流穩定安靜的情形為基準，感受到等同標準環境 (相對濕度 50%、氣溫 = 平均輻射溫度、風速 < 0.15ms<sup>-1</sup>) 的皮膚溫度與濕度。(田中俊六，2004) 著衣量與代謝量固定後便成為標準有效溫度 (SET\*)，其擴展活動與衣著量的範圍，並把標準環境調整至潮濕的等級，可用在評估室外環境熱舒適。ET\*公式如式 2-4，其中， $p_{ET^*.s}$  為飽和蒸汽壓力， $t_o$  為氣溫：

$$ET^* = t_o + w_{im}LR (p_a - 0.5p_{ET^*.s}) \text{-----}(2-4)$$

## (二)Physiological Equivalent Temperature (PET) 舒適度指標：

PET 指標可定義為人體在典型室內環境中，體核溫度與皮膚溫度跟複雜的環境的熱平衡狀態，並轉換成空氣溫度來表示。計算程序中設定人體參數為身高 175 公分，體重 75 公斤，年齡 35 歲，新陳代謝率 175W，著薄衣 0.9clo；室內環境參數為平均輻射溫度等於氣溫，室內溫度 20°C，平均風速 0.1 m/s，相對濕度 50%。

PET 是根據人體與 Gagge 所設定的一些參數的能量平衡式而產生。發展這個指標是特地用來比較實際上戶外環境的狀況與室內環境的狀況，也就是說室外環境的溫度換算成人體在室內感受到的溫度值。PET 是個氣候指標，然而，因為衣著量與活動獨立，所以它不是個對熱舒適或熱應力的完全的測量指標，而是個評估熱環境的工具。(Matzarakis, 2007)

PET 藉由兩個程序來計算於行人尺度上：

第一個，用 Munich 能量模式(MEMI) 單獨計算一個標準的受測人位於實驗環境的微氣候狀態的熱平衡。這個模型是根據下列三種方程式的結果如式 2-5、2-6、2-7，人體整體的熱平衡包含主要的熱獲得與流失，新陳代謝(M)，能量流失(W)，對流(C)，輻射(R)，熱傳送到環境，呼吸(ERE)、出汗(ED)、蒸散(ESW)。

$$M + W + C + R + E_D + E_{RE} + E_{SW} = 0. \text{-----} (2-5)$$

從體核溫度到體表溫度的通量守衡：

$$F_{co \rightarrow sk} \propto (T_{co} - T_{sk}). \text{-----} (2-6)$$

體表溫度到衣服表面的熱通量守衡：

$$F_{sk \rightarrow cl} = \frac{1}{I_{cl}}(T_{sk} - T_{cl}). \text{-----} (2-7)$$

其中，體核溫度為  $T_{co}$ ，平均皮膚溫度為  $T_{sk}$ ，衣服表面溫度為  $T_{cl}$ 。第二，藉由第一步的輸出值，以上述重複的公式來計算虛擬的室內氣溫。表 2-12 呈現 PET 指數與熱舒適及熱應力之關係。

表 2-12、PET 指數對應表

PET (°C)	熱感受	生理應力感受程度
	非常冷	極度冷應力
4	—	—
	冷	強烈冷應力
8	—	—
	涼	適度冷應力
13	—	—
	稍微涼	輕微冷應力
18	—	—
	舒適	無熱應力
23	—	—
	稍微溫暖	輕微熱應力
29	—	—
	溫暖	適度熱應力
35	—	—
	熱	強烈熱應力
41	—	—
	非常熱	極度熱應力

資料來源：Matzarakis. 1996

### (三) Predicted Mean Vote (PMV):

PMV 是針對均一環境的應用範圍廣大的熱舒適指標，目前常用來評估室內熱舒適性。影響人體溫熱舒適度的決定因子十分複雜，不但有生理因素更包括心理因素。丹麥學者 P.O. Fanger (1972) 選擇 1300 個左右的測試人選，安置在「人工控制熱環境實驗室」中進行實測，其心理量依氣溫、濕度、氣流、輻射溫度、著衣量、工作強度等物理量進行統計分析，以尋找舒適與不快之範圍，以便進一步建立 PMV 與 PPD 之評估指標。

PMV 是根據六個變數 (-3~+3, -3 是冷、0 是適中、+3 是熱) 來衡量人體熱舒適度，同時 PMV 的  $\pm 1$  可廣泛的定義為可接受的熱舒適度。但 VDI3787 熱環境指南，指出 PMV 值超過 -0.5 至 +0.5 表示為稍微緊張的程度。根據 Fanger 的 PMV 尺度下，在適中的著衣程度及近似坐著的代謝率裡，改變一個單位約等同改變攝氏三度。VDI3787 指南中把熱舒適的範圍限定在適中溫度的  $\pm 1.5^{\circ}\text{C}$ 。同時，並沒有實際在都

市中的試驗來支持該指南的定義。PMV 尺度適用在描述人體不舒適尺度，而非熱應力。因此，其對適中溫度及不同的室外氣候條件下的關連，仍有待測試。其計算式如式 2-8：

$$PMV = (0.303e^{-0.036M} + 0.028) [(M - W)] - 3.05 \cdot 10^{-3} \{5733 - 6.99 (M - W) - p_a\} - 0.42 \{ (M - W) - 58.15 \} - 1.7 \cdot 10^{-5} M (5867 - p_a) - 0.0014M (34 - t_a) - 3.96 \cdot 10^{-8} f_{cl} \{ (t_{cl} + 273)^4 - (t_r + 273)^4 \} - f_{cl} h_c (t_{cl} - t_a) ] \quad (2-8)$$

其中  $M$  = 代謝量 ( $W/m^2$ )、 $W$  = 工作強度 ( $W/m^2$ )、 $p_a$  = 水蒸氣分壓 (pa)、 $t_a$  = 空氣溫度 ( $^{\circ}C$ )、 $f_{cl}$  = 裸體時的表面積與穿衣時的表面積比、 $t_{cl}$  = 衣服表面溫度 ( $^{\circ}C$ )、 $t_r$  = 平均輻射溫度 MRT ( $^{\circ}C$ )、 $h_c$  = 對流導熱係數 ( $W/m^2 \cdot K$ )。

藉由 Matzarakis (2007) 發展的 RayMan 模型，可同時計算上述三種熱舒適指標。RayMan 模型係以德國工程協會 (German Engineering Society) 中的 3787 指南，發展而成，該模型根據氣溫、濕度、雲量、每年及每日時間、周遭表面材質之反射率與太陽角度等數據，計算簡單與複雜型式的輻射通量，並計算輻射通量及平均輻射溫度，RayMan 模型最大的特色為考慮複雜的都市結構的影響 (建築物、樹木) (Matzarakis, 2006)。

## 二、室內與室外熱舒適指標之差異

室內熱舒適的研究數量遠高於室外熱舒適，同時一些當前室外熱舒適的研究，還是以室內熱舒適的研究方法為主。例如：區域與都市規劃者常使用的德國指南中的 VDI-3787，係利用 PMV 舒適度指標作為室內熱舒適人體熱應力的評估工具。PMV 是根據六個變數 (-3~+3, -3 是冷、0 是適中、+3 是熱) 來衡量人體熱舒適度，同時 PMV 的  $\pm 1$  可廣泛的定義為可接受的熱舒適度。由於室內與室外熱環境上的條件不同 (室外環境有較快的風速、太陽輻射、不同的衣著量與活動型態)，以往用來評估室內熱舒適的指標並不適合直接適用在評估室外熱舒適，因此 Peter Hoppe (2002) 認為需要不同的方式來評估室內與室外熱舒適。Potter and de Dear (2000) 利用 PMV 指標研究室內外熱舒適性的差異，他們觀察到室內的熱中性為  $24.1^{\circ}C$ ，室外為  $27^{\circ}C$ 。從研究結果中得到，室外的熱感知與室內是不相同的。

Prior 對熱舒適下的定義於準則上包含三種方面：心理上、熱生理上與人體的熱平衡。心理上的定義為：對熱環境表示滿足時心中的狀況。因為受測者不同的特質使其廣泛的變數，然而心理層面還是個重要的因子，尤其是室外者。熱生理上的定義是根據皮膚上與腦內的熱接收器的刺激。熱生理上的舒適在這裡的定義為皮膚與腦內的熱接受器對緊張的訊號可接受的最小值 (ASHRAE, 1997)。根據其有力的定義，熱舒適的狀態為，依賴新陳代謝時，熱從人體流出與流入達到平衡，皮膚溫度與出汗率在舒適的範圍內。平均皮膚溫度在最後兩個定義中扮演著主要的角色。皮膚溫度可藉由 heat budget 模型取得，例如適用在個人的慕尼黑能量平衡模型 (Munich Energy-Balance Model)，與回歸模型。

### (一) 心理上之影響

心理方面的影響在室內與室外熱舒適中扮演重要的角色。Rohles (1980) 在其發表的文章 *Temperature or temperament* 中表示，在同一個房間中加入了木嵌板、地毯與舒服的家具後，相較之下受測者覺得較溫暖。只是告訴受測者溫度比實際上的溫度高，就可以使他們覺得溫暖。在他們的研究之一發現，約有 250 個受測者在酷熱的夏天中，於都市街道與公園的草地上測試，如果以 PMV 指標來測量，呈現 +3 (熱)，同時這些受測者表示他們覺得相當舒適。針對這項評估結果的理由繼續發問後，通常有兩種理由：其一為，在受測的前幾天受到非季節性的寒冷影響，使得他們很樂意見到陽光，同時覺得舒適。第二為受測者得到休假，可以享受輕鬆的生活並得到古銅色的膚色。

另一個在義大利的海邊，對度假者的研究中發現非常反常的結果，雖然當時 PET 高於 40°C，但受測者仍覺得舒適。這表示在海邊的人們對熱接受的範圍落在偏微熱與熱的中間。這些案例表示了心理層面的重要性，尤其對室外環境。但是，不只可從心理層面來區別室內與室外，一些可量化的熱生理性對評估有更佳的效果。主要是由於在探討室內與室外氣候的時間，基本上是不同的。

### (二) 生理上之影響

Jennifer (2003) 等人在位於亞熱帶的雪梨的研究中，藉由問卷調查及許多微氣候測量儀器來進行，研究得到熱舒適指標 OUT\_SET 中的熱中性 26.2°C，明顯高於室內的 24°C。因此，室外熱舒適的標準很難與室內熱舒適連結。

生理上的影響較直接並容易量化，除了衣服與活動外，室內與室外最大的不同為時間範圍，許多案例上暴露在室外的時間常只有幾分鐘，而室內則為幾個小時。根據 Peter Hoppe (2002) 的研究案例，可發現其差異，詳細研究內容如下：受測者為男性、35 歲、身高 175cm、體重 75kg，其平均皮膚溫度為 33.5°C，體核溫度為 37.0°C，並利用 *Instationary Munich Energy-Balance Model (IMEM)* 來計算。

第一個狀態為寒冷的冬天，受測者走出溫暖的房子，穿著外套 (1.5clo) 並緩慢的走路 (新陳代謝率 100W)，戶外環境溫度與輻射溫度為 0°C，濕度為 5 hpa，風速為 1.0 m/s。一開始受測者的平均皮膚溫度為 33.5°C，體核溫度為 37°C。一個小時後，平均皮膚溫度從 33.5°C 降到 27.3°C，體核溫度降為 36.76°C，相較之下可知寒冷氣候對體核溫度的影響是遲緩的，就算三個小時後體核溫度還保持在 36.66°C。

第二個狀態為炎熱的夏天，在氣溫 30°C、平均輻射溫度 60°C、濕度 15 hpa，風速 0.5 m/s、新陳代謝率 100W、衣服絕緣度為 0.5 clo。研究發現平均皮膚溫度與體核溫度快速升高，分別是 28 分鐘 (皮膚溫度) 及 56 分鐘 (體核溫度)。測驗的頭六分鐘，溫度緩慢的上升，這可用人體出汗的現象來解釋。

## 第四節、國內外相關研究

人體舒適度受到溫度、輻射溫度、濕度及風速四項物理要素影響。一般來說，觀測小範圍的微氣候差異，溫度與濕度較不容易改變，相反的輻射溫度與風速受到遮蔭與環境風場的影響下，則有明顯的差異。下面進一步探討都市中環境風場、太陽輻射與都市紋理對人體熱舒適的影響：

### 一、環境風場對熱舒適之影響

李守璋等人(2007)測量風速並以問卷調查的方式，來探討實際風場與行人心理感受之差異。研究成果發現，當風速介於 0.5 至 1.5 m/s 間(根據 Beaufort scale 此等級之風速為軟風)，行人可感受到較高的舒適度；而風速約介於 1.6 至 2.1 m/s 時，此風速會對行人產生內心的不舒適感。

環境風場一般是指建築物周遭，離地面 1.5~2.0 公尺高度(行人撐傘或戴帽高度)，會影響到行人的風場，故又稱為行人風場，屬於微氣候的範圍。行人風場是許多因素交互影響而成的複雜氣流運動，影響參數包括風速、風向、建築物幾何外觀及鄰近之建築物等，其流場屬於非穩態紊流流場(朱佳仁，2006)。隨著地區的氣候特性與建築物型態的不同，對行人風場也產生不同等級的影響。夏季時較大的風速雖然有助於加速人體排熱，然而陣風風速過大時，會妨礙行人行走，同時也影響坐定休息時的人們。冬季時，較強的風速會造成風寒效應，並降低行人的熱舒適性。為瞭解建築物對行人風場的影響並藉由行人風場的評估標準與評估方法來支持本研究風速物理量之測定依據，下面進一步說明：

#### (一) 建築物周邊氣流的特性

1. 迎風面渦漩：當風遇到高層建築物時，部分氣流會由建築物上方與兩側加速地繞過去，部分氣流沿建築物的迎風面向下切，在建築物的前方形成渦漩，如圖 2-3 所示，建築物迎風面越寬越高，下切氣流愈強。

2. 建築物尾流：當風遇到建築物時，會在建築物的背風面形成一個流場紊亂的尾流區。因為尾流區的壓力低於大氣壓力，越過建築物的氣流會受到尾流區之負壓力的吸引，向下及向建築物後方流動，形成一個氣流迴旋的流場，如圖 2-4 所示。尾流區的流場特性會受到建築物的幾何外型、風向和周遭建築物的影響。

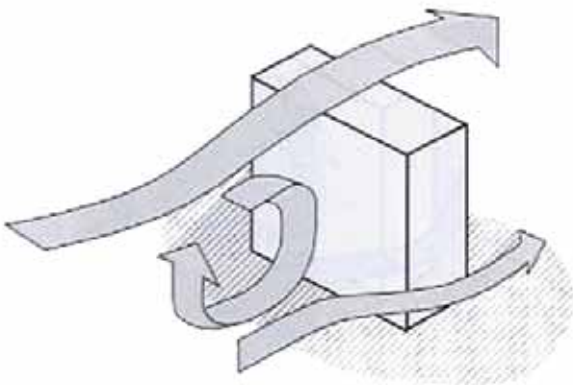


圖 2-3、建築物迎風面下切氣流之示意圖

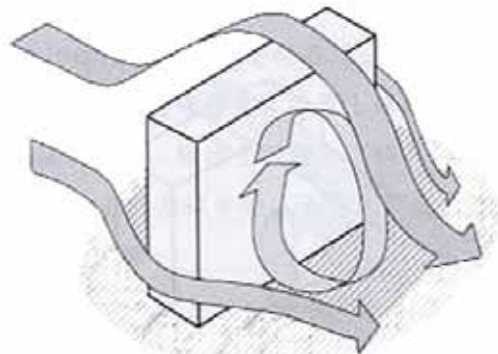


圖 2-4、建築物尾流之示意圖(朱佳仁，2006)

3.角隅強風：當氣流由建築物兩側繞過去時，氣流會有加速的現象，並在角隅處產生渦漩分離，造成建築物角隅兩側有較強的風速。建築物角隅的幾何形狀和細部設計會影響到該處的風場，如圖 2-5 所示。譬如矩形的建築物，渦漩會發生在迎風面的角隅處；但圓弧形的建築物，渦漩分離點則與表面粗糙度有關。

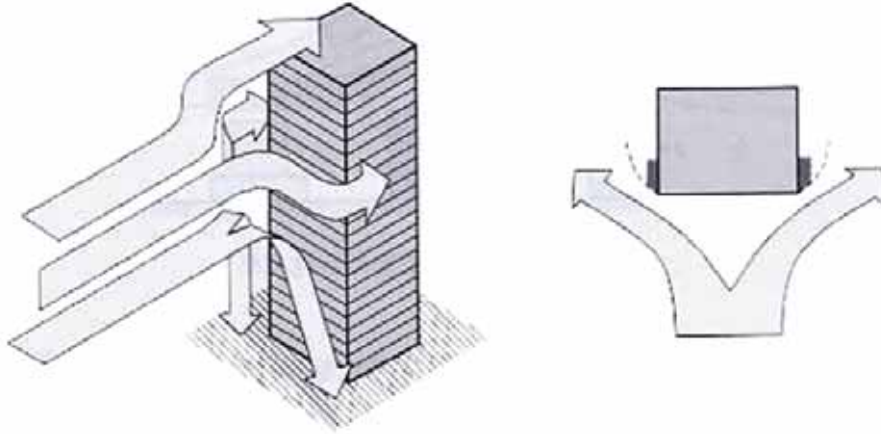


圖 2-5、建築物角隅強風之示意圖（朱佳仁，2006）

4.遮蔽效應：近似高度與規模的建築群比鄰而立時，對於迎面而來的氣流會產生遮蔽效應，如圖 2-6 所示，迫使氣流由建築群的上方越過或側邊繞過。反之，若高層建築物的前方為低矮建築物，則高層建築物周遭會有較強的紊流發生。

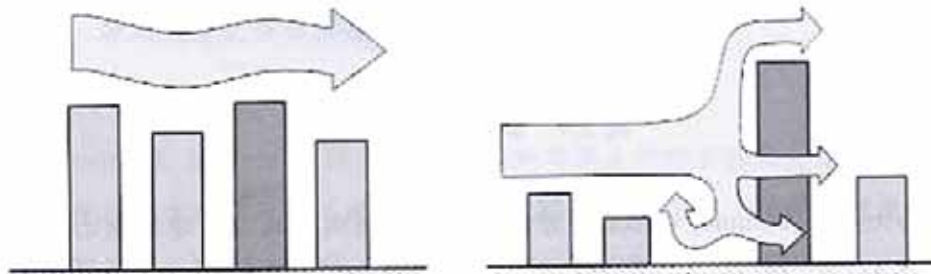


圖 2-6、遮蔽效應之示意圖（朱佳仁，2006）

5.渠化效應：若都會區中街道兩側的高層建築物比鄰而立，對於在期間流動的風而言，猶如渠道之兩壁，可稱為街谷。街谷中的氣流常會脫離原有的風向而沿街道走向流動，如圖 2-7 所示。

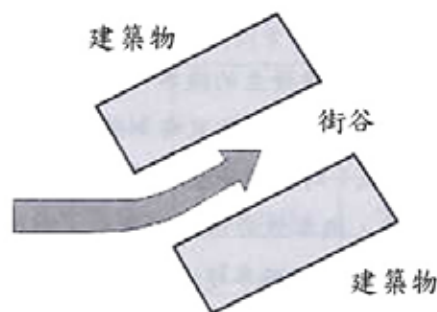


圖 2-7、街谷渠化效應之示意圖（朱佳仁，2006）

## (二) 環境風場之評估標準

評估行人風場是否舒適或安全必須考慮：人體受風的感受、高風速出現的機率、陣風風速及評估區域的使用特性。(朱佳仁, 2006) 下面分述之：

1. 人體受風感受：Melbourn (1978) 針對高層建築物的周邊風場調查發現：當陣風風速達 20 m/s 以上時，會使人體失去平衡；當陣風風速大於 25 m/s 以上時，有將人吹走之虞。其在風洞中進行人體受風之舒適性試驗，發現一般人在風速低於 6 m/s 時，風並不會影響到行人的活動；當風速超過 9 m/s 時，行人的活動開始受到影響；風速超過 15 m/s 時，行走困難；當風速超過 20 m/s 時行走會發生危險。但人體受風的感受會因人的性別、年齡和身體的狀況而異。

2. 風速發生機率：行人風場必須考慮各級風速發生的機率，若高風速的狀況常常發生，令人覺得無法忍受，則可視為擾人的環境風場；但若高風速發生的機率並不大時，僅特殊風暴（譬如颱風）時才會發生，則其行人風場尚可容忍。至於發生機率高於何者為太頻繁，機率低於何者可接受，則因人而異。Penwarden (1973) 的現場調查中發現當強風出現機率超過 10% 時行人會感到困擾；當強風出線機率超過 20% 時，行人會要求對風場提出改善措施。

3. 陣風風速：風速變動的劇烈情形（紊流強度）亦會影響到人體受風吹襲時的感受，若風速忽強忽弱，行人亦會產生不舒適的感覺。加拿大的 RWDI 風工程公司建議的評估標準將舒適性等級分成坐定（長時間停留）、站立（短時間停留）、行走及不舒適四個等級。公車候車亭的使用者型態屬於站立類型，陣風風速介於 4.7~6.9 m/s 的發生機率大於 80% 時，這種風速可吹動頭髮或寬鬆的衣服。這類風速若發生於大樓入口處、公車站或短暫停留的區域並不會造成行人太大的困擾。

4. 區域的規劃使用：丁育群及朱佳仁 (2000) 建議國內環境風場的標準可依據都市使用分區，諸如住宅區、商業區與工業區，而有不同的標準。風害敏感地區（如公車站、露天座椅、醫院等有老弱殘障人是常出沒之處），可容許的強風發生機率亦應較低。

為探討公車候車者合理的風速範圍，以國外之環境風場的評估標準所建議的短時間停留（站立）範圍及長時間停留（坐定）如表 2-13：

表 2-13、各國所使用之環境風場評估標準表

評估標準	使用目的	風速	風速範圍(m/s)	發生機率底限
Lawson & Penwarden (1975)	長時間停留	$U$	3.4	<4.0%
	站立	$U$	5.5	<4.0%
Isyumov & Davenport (1975)	長時間停留	$U$	>3.6	<1.5%
	站立	$U$	>5.3	<1.5%
Hunt et al.(1976)	長時間停留	$U+3U_{rms}$	>6.0	<10%
	公園、廣場	$U+3U_{rms}$	>9.0	<10%
Melbourne(1978)	長時間停留	$U+3.5U_{rms}$	>10.0	<0.075%
	短時間停留	$U+3.5U_{rms}$	>13.0	<0.075%
Boston (1981)	舒適	$U+1.5U_{rms}$	>13.9	<1.0%
	不舒適	$U+1.5U_{rms}$	>13.9	>1.0%
Murakami (1986)	露天餐廳	$U+2.5U_{rms}$	>10	<10%
	公園	$U+2.5U_{rms}$	>10	<22%
	人行道	$U+2.5U_{rms}$	>10	<35%
San Francisco(1989)	坐定	$U+2.7U_{rms}$	>3.1	<10%
	行走	$U+2.7U_{rms}$	>4.9	<10%

資料來源：丁育群、朱佳仁，2000

### (三) 環境風場之評估方法

由於行人風場的預測方法往往會影響到評估之結果，因此必須對風場預測方法做深入的瞭解，以建立一個客觀的預測方式。風場預測方法包括現場量測、風洞測試與數值模式。以現場量測來獲得風場資料是最具說服力的評估方式，但需要做長時間的觀測，才能對強風發生的機率有正確之評估。建築物周遭行人風場的評估，可依據風洞實驗或數值模擬預測之結果來評估建築物興建後行人風場的變化，其評估方式依所引用之評估基準可分為：絕對評估法、相對評估法和風速發生機率評估法（朱佳仁，2006）。

1. 評估方法：環境風場之評估方法皆有其特性，絕對評估法主要依據人體對於舒適、不舒適及危險等不同感受所對應之風速值與建築物周遭之風速進行比較，藉以判斷行人風場是否合於標準，故此評估法又稱為『容許風速評估法』。一般而言，當風速  $V < 3 \text{ m/s}$ ，風場是十分宜人的；當風速  $V > 5 \text{ m/s}$ ，會令人覺得有點不舒適；當風速  $V > 10 \text{ m/s}$ ，會令人覺得十分不舒適；當風速  $V > 15 \text{ m/s}$ ，步行會感到困難；當風速  $V > 20 \text{ m/s}$ ，則可能會危及到行人的安全。因為人們對強風的敏感度受到不同年齡、性別、身體狀況及進行的活動之影響，難以訂出廣泛適用於不同情況的評估標準。

2. 量測位置：評估行人風場的位置可分為近地面之評估點與非地面之評估點，近地面之評估點為離地面 1.5~2.0m 高度處，主要考量對地面行人的影響。(丁育群，2000) 通常位於：

(1) 基地四周的人行步道和建築物的出入口。

(2) 建築物的迎風面、背風面和角隅處。

(3) 基地附近的街道和窄巷。

(4) 基地四周易受風害影響的區域，譬如學校、公園、露天座椅、幼兒遊戲設施、公車站、醫院和療養院等。

3. 量測時間：風速有瞬間風速與平均風速，瞬間風速為瞬間（極短時間）空氣的行程。世界氣象組織規定平均風速為 10 分鐘之平均速度，即觀測時間正時之前 10 分鐘內之平均風速。美國 JTWC 及我國空軍氣象單位採 1 分鐘平均值、中國大陸氣象單位採兩分鐘平均值、我國中央氣象局及日本氣象廳係根據世界氣象組織規定，採用 10 分鐘之平均值。

4. 名詞解釋：

(1) 風速

風速為風的速度，即在單位時間內風的行程。世界氣象組織規定其單位為每秒公尺 (m/s)，但目前亦有以每小時浬 (knot) 計算者；其關係為  $1.0 \text{ m/s} = 1.9424 \text{ kts}$ 。

(2) 瞬間風速

在某一短暫時間（約 5 至 20 秒間，依儀器構造及性能而不同）內之風速，稱為瞬間風速。瞬間風速與當時平均風速之比，隨風速大小及變動週期而改變，必要時可以 1.5~1.7 倍加以估計。

(3) 陣風

10 分鐘平均風速在此 10 分鐘內所出現之最大瞬間風速之差，如大於 5 m/s 時，即為有陣風現象。平均風速與最大瞬間風速之差在 5~10 m/s 者稱為小陣風，在 10 m/s 以上者稱為大陣風。

## 二、太陽輻射對熱舒適之影響

太陽輻射中含有極大的能量，炎熱的夏天時陽光直接照射在人體上會使人體開始流汗並使體溫上升。Simon (2007) 等人的研究中得到，不同的太陽輻射強度會使人體造成不同的熱舒適性，熱顯著性主要由測試者接受太陽輻射的等級決定，藉由身體不舒適性來評分。測量平均皮膚溫度可輔助尋找太陽輻射等級，是判斷熱舒適主要的決定因素。下面分別對太陽輻射的特性、熱輻射對舒適性的影響與平均輻射溫度之評估方式進行討論：

### (一) 太陽輻射的特性

太陽輻射穿越大氣後分離成三個類型，紫外線 UV、可見光與紅外線。裡面只有極小部分可被人眼所見，但是這個部分仍然佔了能量釋放極大值的 45%，紫外線與紅外線分別佔 5% 與 50%。Nielsen (1990) 等人研究人員在太陽下運動的熱獲得量，並發現對太陽輻射的淨獲得為  $125 \text{ W}$  (約  $70 \text{ Wm}^{-2}$ )。得到的結論是太陽輻射的熱負荷是不可忽視的。Roller and Goldman (1968) 發表了預測人體在輻射環境中太陽熱負荷的理論模型。研究發現平均吸收的輻射量約  $400 \text{ Wm}^{-2}$  (針對白種人男性做測試) 輻射負荷約  $616\text{--}808 \text{ Wm}^{-2}$ 。

### (二) 熱輻射對舒適性之影響

Simon (2007) 等人藉由實驗瞭解太陽輻射與熱舒適間的關係，透過三個實驗來研究人造太陽輻射的直接密度、人造太陽輻射的光譜與玻璃形式對人體熱知覺等的影響。藉由八個男性受測者來執行三個不同的實驗，實驗一、受測者暴露在四種強度的太陽輻射 ( $0, 200, 400$  及  $600 \text{ Wm}^{-2}$ )；實驗二、受測者暴露在四種不同的光譜，每一個受測者的整體強度為  $400 \text{ Wm}^{-2}$ 。實驗三、受測者下模擬的太陽輻射  $1000 \text{ m}^{-2}$  下，暴露在四種不同形式的玻璃。

比較 Matsui (1987) 與 Nartia 等 (2001) 的研究，可發現在兩者都具備同樣的輻射強度下，受測者察覺到長波紅外線輻射 ( $6\text{--}20 \text{ nm}$ ) 比短波紅外線輻射 ( $0.72\text{--}2.7 \text{ nm}$ ) 較熱。Ogawa (1991) 等人研究三種相同效果的輻射溫度但不同波長的輻射，照射在坐定且流汗的受測者的皮膚上。他們比較用接近紅外線 ( $0.7\text{--}2.8 \text{ nm}$ )，中等紅外線 ( $1.5\text{--}5.8 \text{ nm}$ )，遠紅外線 ( $2.8\text{--}25 \text{ nm}$ ) 在非照射與照射的皮膚流汗反應。研究發現汗腺隨著波長改變而產生活動變化。

### (三) 平均輻射溫度之評估方法

室內環境中的輻射溫度是指四周牆面之輻射溫度。室外環境測量輻射溫度時也是同樣的原理，但是比室內更複雜，因為室外環境常由複雜的結構所組成，其通常沒有某種方向的圍塑性，尤其在多面體的都市景觀中，而且還包含了輻射能量平衡中的太陽輻射。室內輻射溫度的測量與評估的標準量測方式可以從 ASHRAE 中得到但是其無法直接應用在室外測量上，因為沒有考慮到直接的通量、漫射及反射的短波。

球形溫度計是一個一般用的酒精溫度計放進直徑 15 公分、塗上黑色去光澤塗料的中空銅球裡製成的，用以測量氣溫與輻射影響的溫度計。測量出球形溫度  $\theta_g$  ( $^{\circ}\text{C}$ )、氣溫  $\theta$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) 與風速  $V$  (m/s) 的話，式 2-9 可以求得該場所四周的平均輻射溫度  $MRT$  ( $^{\circ}\text{C}$ )。

$$MRT - \theta_g = 0.247 \sqrt{v} (\theta_g - \theta) \text{-----}(2-9)$$

### 三、都市紋理對熱舒適之影響

Fazia (2006) 等人探討在乾熱氣候中的阿爾及利亞的夏季，街道設計對室外熱舒適的影響。主要探討：高寬比 (H/W) 與街道方位的影響。透過三維電腦模型，模擬微氣候變化。以 PET 來評估熱舒適性。這個研究展示出所有街道峽谷類型中的熱舒適特性。夏天時，遮蔭是熱乾氣候中維護熱舒適性的重點策略。增加陰影可從 1. 謹慎選擇的縱橫比與方位；2. 人為的互補方式：走廊、植栽與遮蔭裝置等。都市紋理對熱舒適最重要的影響是增加陰影面積，特別在屬於熱帶氣候的國家。下面針對街道方位、幾何與街道材料的影響進一步討論：

#### (一) 街道方位的影響

都市中的街道方位大致可分成南-北、東-西、東北-西南、西北-東南，不同方位的街道會在不同時間產生不同的陰影效果。其實驗中模擬出中午時刻東西方位的街道有大面積的遮蔭，對於行人的熱舒適性有很大的幫助。另一方面，下午三四點時南北走向的街道會產生大面積的遮蔭。因此，街道方位對熱舒適性的影響，最主要取決於建築物產生的陰影。

#### (二) 街道幾何的影響

街道幾何主要是探討街道寬度與臨靠建築物的高度比，也就是高寬比，越大的高寬比 (樓高、路窄)，能產生越大的遮蔭效果，相對的夏天時的熱舒適度也越有幫助。

#### (三) 街道材料的影響

Doulos (2004) 等人利用紅外線熱照相機，測量材料之表面溫度，與接觸式溫度計計算紅外線反射與未知的材料散熱。針對馬賽克、混凝土、花崗岩、大理石、卵石、瀝青、石頭及鋪石等不同材料的特性進行分析，收集到的資料藉由統計技術分析。並分別比較不同材料，以便瞭解材料之主要優勢與劣勢。藉由材料的性能與物理特性，其定義為冷性與熱性材料。同時也分析材料之顏色、表面粗糙度及尺寸的影響。

發現材料的熱平衡主要由白天太陽輻射的反射與長波輻射的放射所造成。材料的平均日間溫度，主要由於材料不同的反射率所造成。材料的物理特性中不同的顏色、有著不同的反射率、表面質地與材質會有不同的反射率。粗糙、深色的表面比平滑、

淺色的材料吸收更多的太陽輻射。因此，深色表面溫度高於淺色。而不同厚度與尺寸的材料間，其表面溫度之差異較不明顯。因此，冷性的材料可定義為具有平滑且淺色的表面的大理石、馬賽克與石頭。熱性的材料可定義為具有粗糙且深色的表面的小卵石、鋪石與瀝青。

## 第五節、小結

本章節探討羅斯福路公車專用道之緣起、人體生理學、熱舒適相關指標與國內外相關研究後，對本研究有許多啟發。從中瞭解到台北市設置羅斯福路公車專用道之理念及手段，影響人體冷熱感覺的因素，熱舒適指標的特性與環境風場、太陽輻射、都市紋理對熱舒適的影響。

文獻回顧後可知，位於道路中央的公車專用道候車亭，容易受到建築物之迎風面漩渦、建築物尾流與街谷渠化效應之影響，該候車環境易產生較快的風速。冬天時強風會產生風寒效應，大幅降低候車者之熱舒適性。夏天時雖然可藉由風來幫助人體散熱，但強風仍然會影響候車者的行為。由於羅斯福路公車專用道候車亭位於道路中央，受到都市幾何與街道方位的影響，建築物遮蔭的時間較路緣式候車亭少，而且路緣式候車亭旁常種植行道樹，也可提供候車者遮蔭的功用。

本研究依循人本交通的理念，探討羅斯福路公車專用道是否秉持以人為本的規劃概念，或是仍保持以車為主的舊思維。評估的準則以候車者的熱舒適性為主，針對候車環境之溫度、濕度、風速與輻射溫度等物理要素進行測量，採用熱舒適指標中的 SET\*與 PET 指標，藉由 RayMan 模型作為計算熱舒適指標的工具，比較公車專用道候車亭與一般路緣式候車亭之熱環境差異。研究步驟參考環境風場之測量方式，將量測儀器置於離地面高度 1.5 公尺之位置測量之。

## 第三章 實驗計畫

本章節介紹本研究所擬定之實驗計畫，為了瞭解羅斯福路上羅斯福金門街口、台電大樓、公館與師大分部之公車停靠站，公車專用道與未設置前路邊候車環境之熱舒適環境差異，下面針對實驗目的、實驗條件、儀器設備與實驗步驟進行說明。

### 第一節、實驗目的

本研究由公車使用者觀點出發，主要考慮搭乘環境的舒適度。在交通擁擠的情況下，因為乘客暴露在戶外的環境之下，乘車者所處的環境會有更明顯的差異，因此，本實驗的主要目的係由熱舒適環境條件，理解公車專用道的對乘車者舒適性的影響並瞭解熱環境品質之差異。

#### 一、實驗目的

本實驗以人本的角度，解析未設置公車專用道前與設置後的候車環境熱舒適性的差異。為達到該目標，必須透過實測數據來驗證，尤其針對測站間風速、日照、濕度與溫度的變化，進行分析，本實驗之目的如下：

1. 從候車環境間的熱舒適性差異來瞭解公車專用道的影響

### 第二節、實驗條件

一般而言，影響人體冷熱感覺，有外在環境氣候及人體本身等兩大要素，此兩因素包含外在環境氣候之氣溫、濕度、氣流風速與輻射溫度；人體本身之人體代謝率與著衣量。由於本研究只探討候車環境的外在氣候的差異，因此，人體代謝率與著衣量將以固定值代替。實測調查的部分著重外在環境氣候的測量，藉由微氣候測量儀器實測候車環境之溫度、輻射溫度、濕度及風速。

#### 一、實驗地點：

研究地點分為空間範圍與時間範圍兩大部分說明，界定如下：

##### (一) 空間範圍

本研究主要的研究對象為羅斯福路上的「公車專用道使用者的候車環境」與「傳統路邊候車環境」兩種場所，依照各自物理環境比較人體對環境舒適度的知覺。舒適度主要在描述人在環境中舒適程度，受環境的影響主要有氣溫、濕度、風速和輻射溫度。而人體在接收這些環境訊息的是皮膚，所接受的溫度並非環境測量的氣溫，而是與風速有一定的關係，例如，風速越快越能帶走表皮溫度，使人體感到涼爽，而濕度也是主要影響要素之一，溫度高若環境保有高濕度的條件，將會造成人體散熱緩慢。

台灣氣候十分複雜並多變，產生各種氣候的現象，以風為例，不同季節的風面變化、日夜溫差引起的風向改變、甚至本研究的對象環境的特性，容易受汽車流動方向所引起的風向影響。台北地區因為地形的關係，更有顯著的氣候變化，因此，我們在探討環境因子的時候，分別以氣溫、濕度、風速與輻射溫度為測量對象，以便縮小環境複雜的因子進行討論。

本研究以台北市羅斯福路段為例，研究範圍以公車專用道上的羅斯福金門街口站、台電大樓站、捷運公館站及師大分部之公車停靠站為限，詳細地理位置如圖 3-1。由於羅斯福路上屬於外緣公車專用道，公車行駛於快車道最外緣，利用快慢車道分隔上下旅客，本路段同時又有行駛於非公車專用道的公車，隨著道路兩旁建物型態造成候車環境的改變，因此公車停靠站又可分為騎樓式停靠站、路緣停靠站及分隔島停靠站。



圖 3-1、研究位置示意圖

本研究範圍為羅斯福路公車專用道上之羅斯福路金門街口、台電大樓、捷運公館、師大分部站。各站可分公車專用道候車亭與傳統路邊候車亭，共四點。各量測點之候車形式與現況照片如表 3-1：

表 3-1、各量測點候車形式統計表

站名	形式 / 位置	現況照片	平面位置示意圖	形式 / 位置	現況照片
羅斯福金門街口	東側 / 騎樓式			西側 / 騎樓式	
	中東側 / 分隔島式				中西側 / 分隔島式
台電大樓站	東側 / 騎樓式			西側 / 騎樓式	
	中東側 / 分隔島式				中西側 / 分隔島式

站名	位置	現況照片	位置	示意	平面	位置	現況照片
捷運公館站	東側		東側	○		西側	
	路緣式		西側	○		騎樓式	
師大分部站	中東側		中東側	○		中西側	
	分隔島式		中西側	○		分隔島式	
師大分部站	東側		東側	○		西側	
	騎樓式		西側	○		騎樓式	
師大分部站	中東側		中東側	○		中西側	
	分隔島式		中西側	○		分隔島式	

從圖 3-2 及 3-3 中得知本研究範圍之建築物高度現狀，其分別為羅斯福路段西向立面圖與東向立面圖：



## (二) 時間範圍

本研究預計分別在羅斯福路段公車專用道的傳統路邊候車與設立在車道中央的公車專用道進行檢測，在不同的季節、氣候狀態及交通尖峰與離峰時間蒐集氣象資料。為考量公車營運時間，以了解候車者於每個時段之候車熱舒適性，當日的量測時間將從上午 6 點至下午 11 點。

## 二、實驗時間：

從 2006 年台北市平均溫度分佈中（如圖 3-4）可發現，台北市一年中最高溫的月份為 7 月，最低溫則為 1 月，9-11 月與 4-6 月之溫度分佈較為接近。為同時考量不同季節及溫度下，公車候車亭之熱舒適性，本研究將實驗時間設定為 2007 年 12 月-2008 年 10 月，共 11 個月：

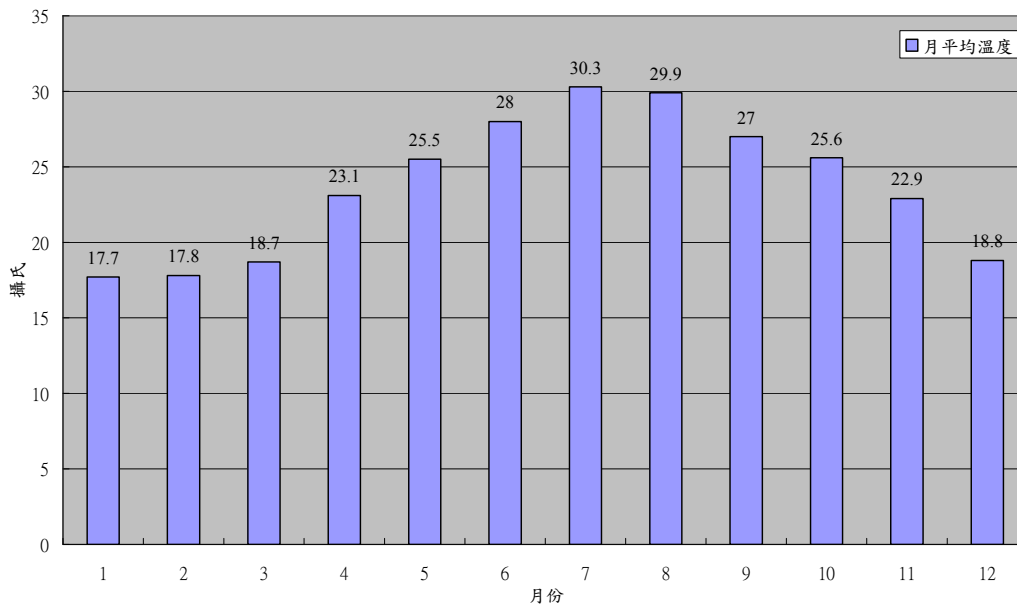


圖 3-4、2006 年台北市平均溫度分佈圖（中央氣象局）

本實驗，測量期間為 2007 年 12 月至 2008 年 10 月，共 11 個月。每個月測量 4 次，共 44 次。詳細測量日期如表 3-2：

表 3-2、預定實驗日期行程表

編號 月份	第一次	第二次	第三次	第四次
12	12/14 (五)	12/16 (日)	12/21 (五)	12/23 (日)
1	1/4 (五)	1/15 (二)	1/25 (五)	1/27 (日)
2	2/16 (六)	2/17 (日)	2/23 (六)	2/24 (日)
3	3/8 (六)	3/16 (日)	3/23 (日)	3/31 (一)
4	4/7 (一)	4/12 (六)	4/19 (六)	4/28 (一)
5	5/11 (日)	5/12 (一)	5/19 (一)	5/31 (六)
6	6/11 (三)	6/16 (一)	6/23 (一)	6/30 (一)
7	7/7 (一)	7/14 (一)	7/24 (四)	7/29 (二)
8	8/4 (一)	8/15 (五)	8/18 (一)	8/29 (五)
9	9/8 (一)	9/15 (一)	9/23 (二)	9/29 (一)
10	10/7 (二)	10/13 (一)	10/21 (二)	10/24 (五)

資料來源：本研究整理

### 三、量測項目：

針對公車專用道候車亭與傳統公車候車亭範圍之不同季節及時間下，進行氣象的定量觀測，其包含測量溫度、濕度、風速及輻射溫度等氣象要素的物理量。

#### (一) 溫度

氣象上溫度的量測項目有大氣溫度、土壤溫度與水溫等三種，本研究著重在大氣溫度的測量。氣溫隨高度而不同，所以世界氣象組織乃規定地面氣象觀測係以地面上 1.25~2.0 公尺高處之氣溫為準。主要是因為這一層高度脫離了地表面溫度的劇烈變化與振幅，且為人類活動的一般範圍。

熱力學溫度以 T 表示，其單位為克耳文 (Kelvin)，以 K 表示。克耳文的大小定義為水三相點熱力學溫度的  $1/273.16$ 。溫度 t 的單位為攝氏，以  $^{\circ}\text{C}$  表示，在定義上與克耳文的大小相同，所以用克耳文或攝氏表示的溫度差相同。在歐美仍有些國家採用華氏溫標，此種溫標以冰點溫度為  $32^{\circ}\text{F}$  表示，水沸點為  $212^{\circ}\text{F}$ ，華氏與攝氏溫標之關係如式 3-1：

$$^{\circ}\text{C} = \frac{5}{9}(\text{F} - 32) \text{-----} \quad (3-1)$$

## (二) 濕度

基本上濕度即為大氣中水氣的含量，其表示方式除了最基本的質量外，也可用體積、壓力、莫耳及密度等比值來表示。依照世界氣象組織技術規範濕度有六種表示方法，即水汽混合比、比濕、水汽壓、絕對濕度、相對濕度及露點等。本研究主要以相對濕度作為表示濕度的方法，相對濕度為空氣中之水氣壓力，與當時溫度壓力狀況下飽和空氣水氣壓之比數，以百分率表示之，其關係如式 3-2：

$$RH = (e/e_s) \times 100\% \text{ ----- (3-2)}$$

其中，RH 為相對濕度，e 為空氣中之水氣壓力， $e_s$  為飽和空氣水氣壓力。

## (三) 風速

風為空氣的流動，是一種三維向量，而地面風只考慮二維的變化，包含水平的風向與風速。本研究主要測量為風速的強度，風速指單位時間內空氣的行程，以 m/s（公尺/秒）或 mph（miles per hour knot 哩/小時）表示之，兩者之關係為  $1\text{m/s} = 1.9424\text{mph}$ 。

風速有瞬間風速與平均風速，瞬間風速為瞬間（極短時間）空氣的行程。世界氣象組織規定平均風速為 10 分鐘之平均速度，即觀測時間正時之前 10 分鐘內之平均風速。美國 JTWC 及我國空軍氣象單位採 1 分鐘平均值、中國大陸氣象單位採 2 分鐘平均值、我國中央氣象局及日本氣象廳係根據世界氣象組織規定，採用 10 分鐘之平均值。本研究有 16 個量測點，為了縮短各站間量測時間的差距，每站平均風速之觀測時間將設定為 2 分鐘。

## (四) 輻射溫度

光、看不見的熱輻射（紅外線）、或是紫外線、電波等等，全部都是物體釋放出來的電磁波輻射能源的一種，輻射隨著地表的改變，透過反射、直射等方式影響人體的舒適度，其中以太陽輻射的影響最顯著。室內環境中的輻射溫度是指四周牆面之輻射溫度。室外環境測量輻射溫度時也是同樣的原理，但是比室內更複雜，因為室外環境常由複雜的結構所組成，其通常沒有某種方向的圍塑性，尤其在多面體的都市景觀中，而且還包含了輻射能量平衡中的太陽輻射。本研究中輻射溫度將以平均輻射溫度（MRT）來表示。

## 第三節、儀器設備

以下說明本實驗之儀器設備，包含儀器簡介、儀器特性與儀器校正。

### 一、儀器簡介：

根據鄭元良(2004)等人的研究整理，建議溫熱環境之測量可採用下列儀器。如表 3-3：

表 3-3、溫熱環境量測因子儀器建議表

規範	空氣溫度	平均輻射溫度	濕度	風速
ISO	1. 膨脹式溫度計	1. 黑球溫度計	1. 露點濕度計	1. 風向標風速計
	●液態膨脹式 (酒精、水銀)	2. 雙球面溫度計	2. 電子傳導變化濕度計	2. 熱線風速計
	●固態膨脹式溫度計	3. 常數型空氣溫度感應器	●氯化鋰濕度計	3. 脈衝金屬線風速計
ASHRAE	2. 電子溫度計		●電容量濕度計	4. 熱球面及電熱調節器風速計
	●可變電阻溫度計		3. 吸收式濕度計 (毛髮式)	5. 超音波風速計
	-白金電阻器 -電熱調節器		4. 空氣濕度計	6. 雷射-都卜勒風速計
	●熱電偶溫度計			7. 熱阻風速計
	3. 熱液壓計			

資料來源：鄭元良、2004

本研究以現場測量之觀測方式操作，利用現場儀器進行觀測。包含溫、濕度計、風速計及黑球溫度計。本研究設備如圖 3-5、3-6 所示：

#### (一) 溫、濕度及風速計

本研究使用的測量儀器之一為溫、濕度及風速計 (如圖 3-5)，可分別測量溫度、風速與溫度、濕度。本研究之電子溫度計係以電熱原理進行溫度之測量，利用物體因溫度差異，以電流、電阻或電壓等變化之物理特性量測溫度。電阻溫度儀係利用導體或半導體的電阻值與溫度的關係來量測溫度。

風速計的形式為螺旋槳風速計，因螺旋槳之迴轉速率與風速成正比例 (直線關係)，迴轉力強而慣性小，對風速變動的追蹤性能較佳。螺旋槳風速量測之部分，係將六個風葉片，均勻或對稱的裝在一軸心基座，此基座再固定在一與風向量平行之樞軸上，每一葉面對風之來向成一定夾角，稱為受風角。當風壓施於葉面使風速計之螺旋槳轉動，為使螺旋槳之迴轉速度與風速的關係成一定的比例關係，螺旋槳旋轉之軸心，必須與風向平行。



圖 3-5、Lutron AM-4205A 溫、濕度、風速計

## (二) 黑球溫度計

黑球溫度計（如圖 3-6）係將溫度感應器放入直徑 15 公分、塗上黑色去光澤塗料的中空銅球裡，用以測量氣溫與輻射影響之溫度計。以黑球溫度計測得之物理值，經過氣溫與風速之計算後即為平均熱輻射溫度。除黑球溫度計量測方法外，尚有雙球面輻射計及常數型氣溫感應器量測方法。



圖 3-6、黑球溫度計

## 二、儀器特性：

本研究之儀器特性如表 3-4，分別敘述溫度計、濕度計、風速計及黑球溫度計，之測量範圍與準確度。

表 3-4、測量儀器特性表

	測量範圍	準確度
溫度計	0°C ~ 50°C	±0.8°C
濕度計	10% ~ 95% RH	±3% RH
風速計	0.4m/s ~ 25m/s	±(2% + 2d)
黑球溫度計	0°C ~ 70°C	±0.1°C

### 三、儀器校正：

為確保測量儀器的正確性，於進行測量前必須檢測儀器。由於缺乏高精度儀器來協助檢視儀器，將藉由比較校驗來確認儀器運作正常，其中包含溫度、濕度、風速、黑球溫度之校驗。風速計之校驗係以一風速可變動之設備，由設定風速之改變來確認風速計是否隨著風速不同而產生紀錄偏差，除了上述操作外本實驗並參考儀器之特性進行校正（劉明揚，2001）。

## 第四節、實驗步驟

以下說明本實驗的步驟，包含實驗動線、儀器配置、觀測時間與回收數據的內容。

### 一、實驗動線：

為了平均實驗地點之測量時間差，本研究擬定兩條動線，分別由北至南及由南至北。本實驗之兩量測動線，如表 3-5：

表 3-5、實驗量測動線示意表

項目	動線
動線一	羅斯福金門街口站→台電大樓站→捷運公館站→師大分部站
	西側候車亭→西側公車專用道候車亭→東側候車亭 →東側公車專用道候車亭
動線二	師大分部站→捷運公館站→台電大樓站→羅斯福金門街口站
	東側候車亭→東側公車專用道候車亭→西側候車亭 →西側公車專用道候車亭

### 二、儀器配置：

本研究之實測佈點以公車候車亭（站牌）半徑 3 公尺內為限，高程為 1.5 公尺如圖 3-7。該位置不僅能同時有效掌握整體空間物理變化，且能避免人造熱之影響。下面介紹 4 種儀器配置時需注意的事項。

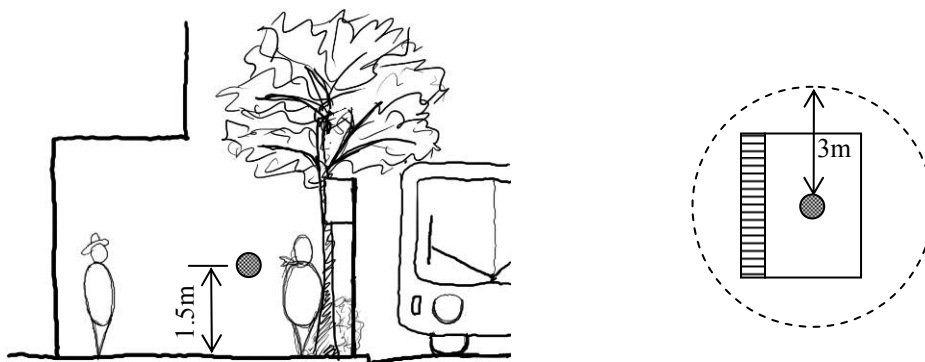


圖 3-7、儀器配置示意圖

### (一) 儀器配置細節

氣溫的觀測係量測自由大氣的空氣溫度，所以溫度感應器應安置於空氣能自由流通且具有代表性的地方。濕度感應器應安置在空氣能夠交換順暢的位置，以使空氣充分混合。溫、濕度感應器必須避免風雨之侵襲，同時也防止太陽之輻射影響。溫、濕度量測時需避免停等公車等人為發熱體之影響，溫度感應器需避免受到陽光直接照射，以增加其準確性。

為獲得具代表性的數據，風速感應器放置的位置必須根據合理的條件。行人風場係指離地面 1.5~2.0 公尺高度（行人撐傘或戴帽高度），會影響到行人的高度。因此測量風速時也必須在此高度架設量測儀器。黑球溫度計則配置在可受到陽光直射的合理範圍，不可超過等候範圍。

鑑於此，本研究將所有儀器的感應裝置架設在離地 1.5 公尺空氣流通處，第一可避免公車排氣管等人為熱的影響，第二也符合行人風場的量測高度。

### 三、觀測時間：

本實驗觀測時間，每候車亭約 5 分鐘：包含架設儀器、測量、收拾儀器、移動時間。每站有四個候車亭約 20 分鐘，共四站，約 80 分鐘；加上兩站間移動時間約 15 分鐘，共移動三次，約 45 分鐘；加總起來一回實驗約需 125 分鐘。詳細的一天測量行程如表 3-6：

表 3-6、預定一日測量行程表

開始時間	測量時間	移動時間	測量時間	移動時間	測量時間	移動時間	測量時間	結束時間	總和時間
0600	20	15	20	15	20	15	20	0805	125
1200	20	15	20	15	20	15	20	1405	125
1630	20	15	20	15	20	15	20	1835	125
2100	20	15	20	15	20	15	20	2305	125

單位：分鐘

### 四、回收數據：

由於本研究有大筆之實測數據，應於每回實驗結束後，記錄實驗數據，並於當天實驗完成後進行統整。分別記錄溫度、濕度、黑球溫度、最大風速、最小風速及平均風速，並根據該數據計算出平均輻射溫度、SET\*及 PET 之感受溫度。本實驗之紀錄表格式如表 3-7：

表 3-7、實驗記錄表

日期	時間	測站	溫度 °C	黑球溫度 °C	濕度 %	風速 m/s	平均輻 射溫度	SET_*	PET
12/14	0605	古亭 西	mean 15.8	16.0	74.2	0.5	16.0	10.0	14.1
	0610	古亭 中西	mean 15.2	15.3	73.7	1.6	15.3	4.1	11.7
	0615	古亭 東	mean 15.6	15.8	74.1	0.8	15.8	7.8	13.2
	0620	古亭 中東	mean 15.4	15.7	74.3	1.4	15.8	5.2	12.2

資料來源：本研究設計

### 五、SET\*及 PET 舒適度指標之計算：

本研究以 RayMan 1.2 做為 SET\*及 PET 感受溫度之計算程式。RayMan 模型受到許多戶外熱舒適性研究的採用，如 Agnes (2006)，Matzarakis (2007,2005) 等人利用該模型計算都市的戶外熱舒適性，並分析出舒適性較高的區域範圍。

RayMan 模型為 Freiburg 大學的氣象研究所所開發的程式，該模型根據德國工程協會 (German Engineering Society) 的指標作為發展根據，利用氣溫、濕度、雲量、時間、日期等因子，計算 SET\*及 PET 等舒適度指標之溫度，其操作介面如圖 3-8。

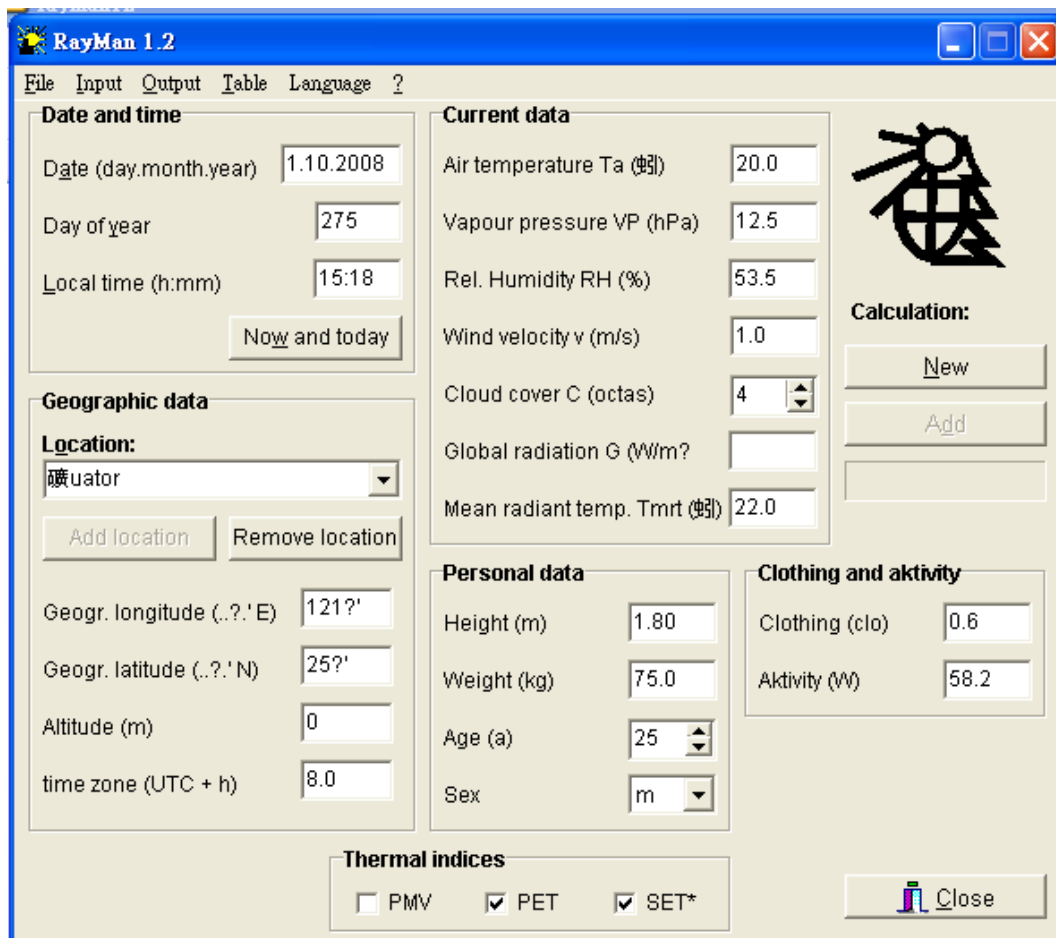


圖 3-8、RayMan 1.2 介面圖

## 第五節、小結

本文為得到更嚴謹的研究結果，本章節剖析整體實驗過程，從實驗目的、實驗條件、儀器設備至實驗步驟每個細節都進行討論。並將各個因子及環境條件界定清楚，以便強調本研究之目的。綜合來看，要以人本的角度，解析未設置公車專用道前與設置後的候車環境熱舒適性的差異，必須透過實測數據來驗證。經過上述之討論，並量測測站間風速、輻射溫度、濕度與溫度等環境因子後，透過 Rayman 熱舒適計算程式得到最後的體感溫度。

為了解不同季節候車環境對公車候車者的熱舒適性影響，本研究觀測時間涵蓋四季共 11 個月（12 月至 10 月），並針對公車營運時間，探討一整天的天氣變化（由上午 6 點至下午 11 點，估計該測量成果可整理出兩種候車環境間的差異，並針對量測結果進行進一步的討論。

## 第四章 調查內容及統計

本章節呈現羅斯福路段上羅斯福金門街口站、台電大樓站、捷運公館站及師大分部站候車環境感受溫度之實測結果，比較一般候車亭與公車專用道候車亭感受溫度之差異，並統計出不同季節、時間與候車站形式之感受溫度。

### 第一節、各測點之感受溫度

本節提及之舒適度指標包含 SET\* 及 PET，因此各測點之感受溫度包含兩種不同標準的數值。本研究地點為羅斯福路段上之羅斯福金門街口、台電大樓站、捷運公館站及師大分部站共四站。量測月份包含 12 月、1 月、2 月、3 月、4 月、5 月、6 月、7 月、8 月、9 月及 10 月，共 11 個月，每月挑選 4 天進行測量。每站又以 SET\* 及 PET 舒適度指標之感受溫度作表示。該感受溫度是以 25 歲，身高 180 公分，體重 75 公斤、活動量為 58.2W（休息狀態），著衣量為 0.6clo（寬鬆打扮）的男性為基準。各測站之數值如下：

#### 一、羅斯福金門街口站

平均本站 11 個月之感受溫度的分布，可發現本站傳統候車環境高於公車專用道候車環境，且東側候車環境感受溫度略高於西側。從實測數據中可以得知，由於西側候車環境平均風速高於東側，導致西側感受溫度低於東側候車環境。下面分別就 SET\* 及 PET 舒適度指標整理出候車環境於不同時間的感受溫度。

##### (一) SET\* 舒適度指標之感受溫度

根據 SET\* 舒適度指標，12 月份最高感受溫度位於東側傳統候車處，為 20.8°C，最低感受溫度位於東側公車專用道候車處，為 3.7°C。1 月份最高感受溫度位於東側傳統候車處，為 13°C，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 -9°C。2 月份最高感受溫度位於西側傳統候車處，為 13.5°C，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 -1.8°C。3 月份最高感受溫度位於東側傳統候車處，為 23.6°C，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 -3.4°C。4 月份最高感受溫度位於東側公車專用道候車處，為 22.7°C，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 7.3°C。5 月份最高感受溫度位於東側傳統候車處，為 22°C，最低感受溫度位於東側傳統候車處，為 10.5°C。

6 月份最高感受溫度位於東側公車專用道候車處，為 31.3°C，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 19.6°C。7 月份最高感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 31.2°C，最低感受溫度位於東側公車專用道候車處，為 19.6°C。8 月份最高感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 31.1°C，最低感受溫度位於東側公車專用道候車處，為 18.9°C。9 月份最高感受溫度位於東側公車專用道候車處，為 28.4°C，最低感受溫度位於東側傳統候車處，為 14.8°C。10 月份最高感受溫度位於西側

公車專用道候車處，為 28.8°C，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 14.4°C。本站出現最高及最低感受溫度之月份，如圖 4-1、4-2。

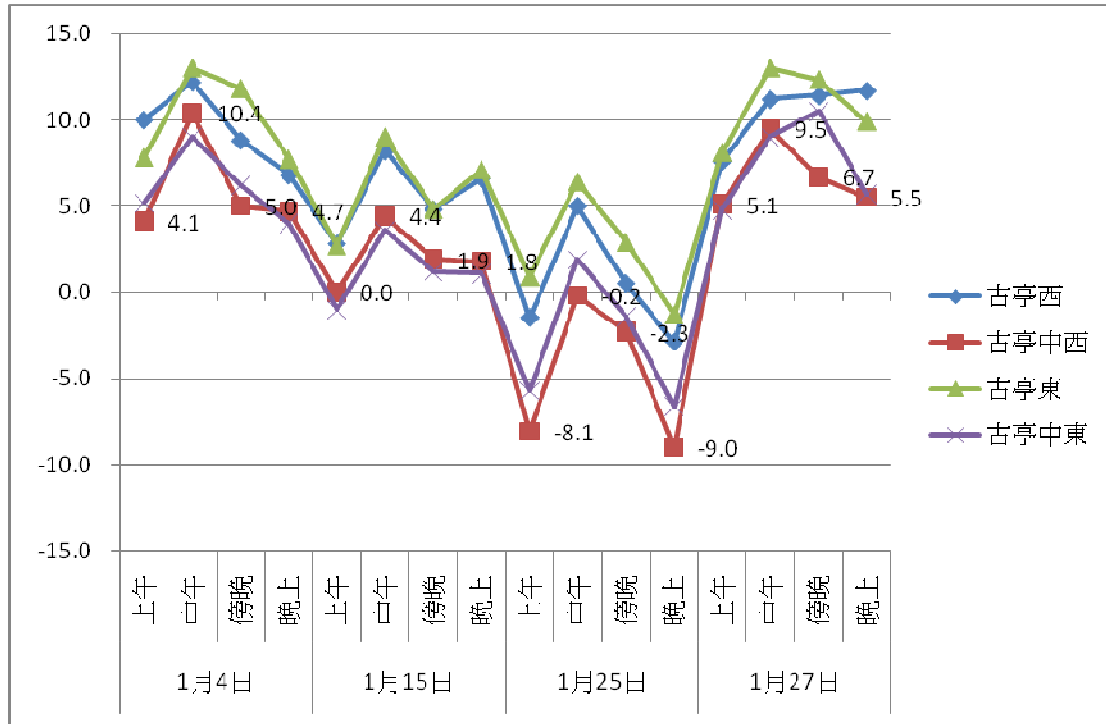


圖 4-1、1 月羅斯福金門街口站 SET\*感受溫度分布圖

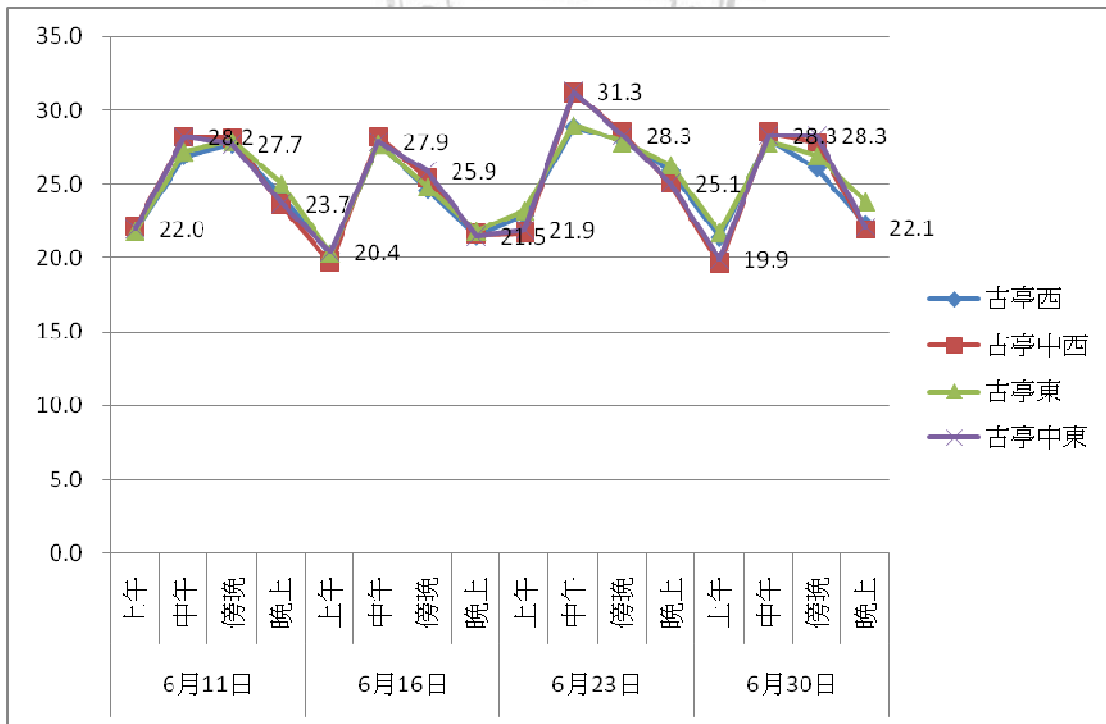


圖 4-2、6 月羅斯福金門街口站 SET\*感受溫度分布圖

(二) PET 舒適度指標之感受溫度

根據 PET 舒適度指標，12 月份最高感受溫度位於東側傳統候車處，為 21.7°C，最低感受溫度位於東側公車專用道候車處，為 12.1°C。1 月份最高感受溫度位於東側傳統候車處，為 18°C，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 4.7°C。2 月份最高感受溫度同時位於東、西側傳統候車處，為 18.4°C，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 9.6°C。3 月份最高感受溫度位於東側傳統候車處，為 27.1°C，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 8.2°C。4 月份最高感受溫度位於東側公車專用道候車處，為 26.6°C，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 13.6°C。5 月份最高感受溫度位於東側傳統候車處，為 25.6°C，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 15.5°C。

6 月份最高感受溫度同時位於西側與東側公車專用道候車處，為 37.7°C，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 23.6°C。7 月份最高感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 37.2°C，最低感受溫度位於東側公車專用道候車處，為 23.6°C。8 月份最高感受溫度位於東側公車專用道候車處，為 37.1°C，最低感受溫度位於西側傳統候車處，為 21.5°C。9 月份最高感受溫度位於東側公車專用道候車處，為 34°C，最低感受溫度位於東側傳統候車處，為 19.4°C。10 月份最高感受溫度位於東側公車專用道候車處，為 33.7°C，最低感受溫度位於東側公車專用道候車處，為 18°C。本站出現最高及最低感受溫度之月份，如圖 4-3、4-4。

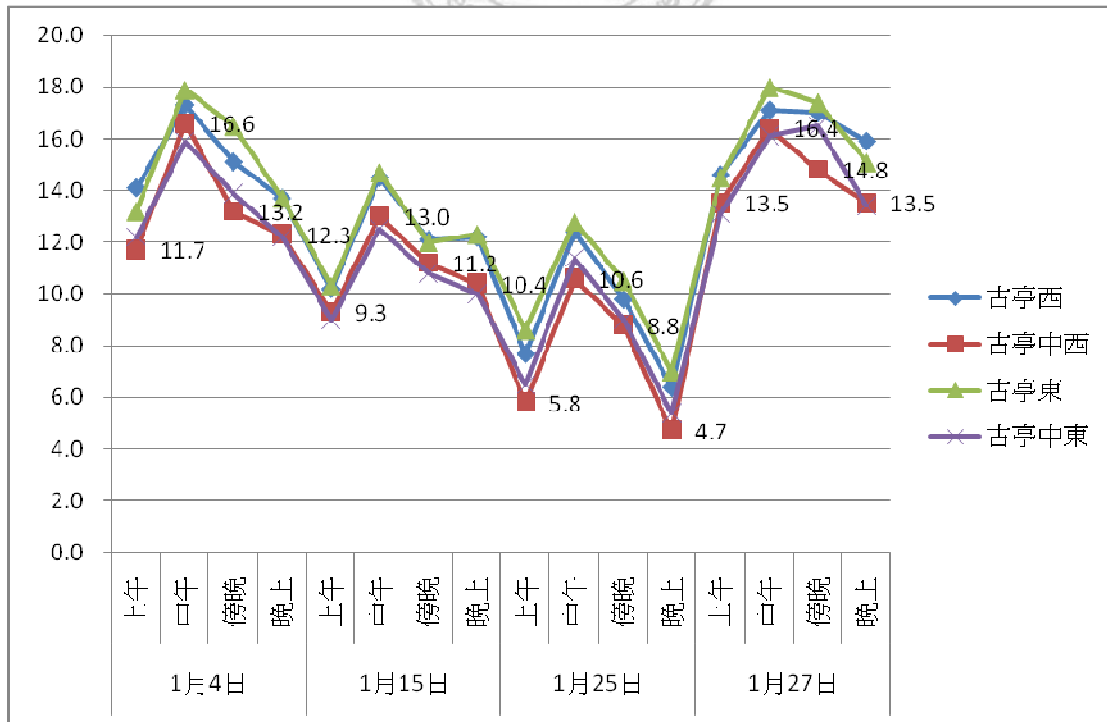


圖 4-3、1 月羅斯福金門街口站 PET 感受溫度分布圖

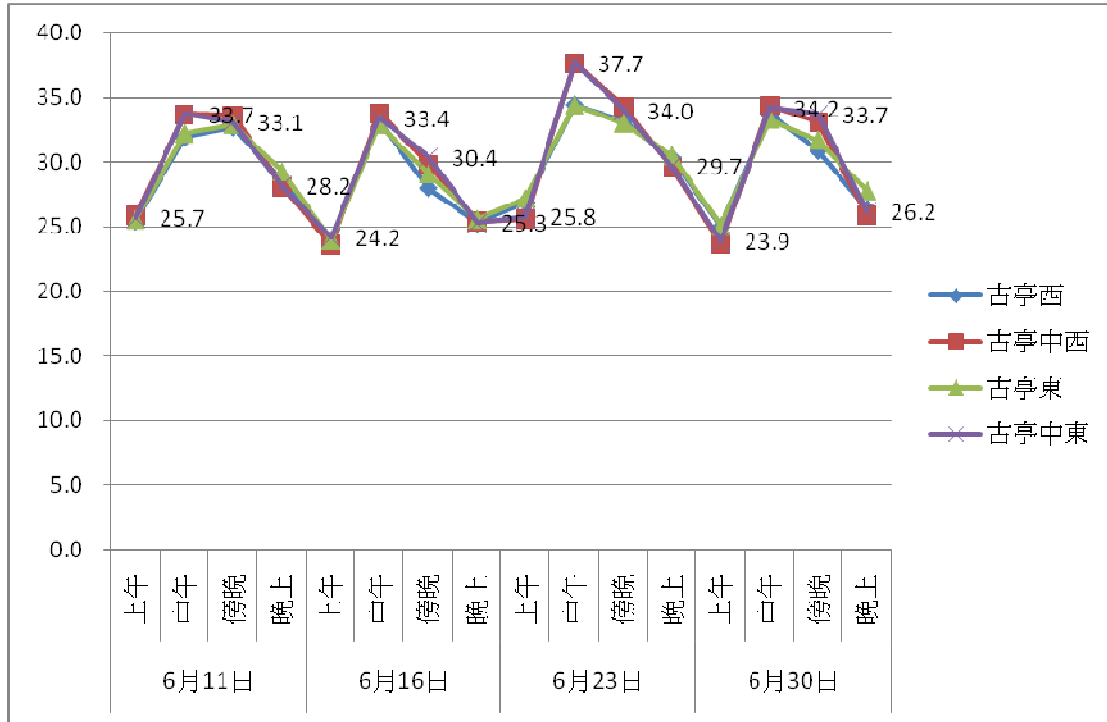


圖 4-4、6 月羅斯福金門街口站 PET 感受溫度分布圖

## 二、台電大樓站

根據 12 月至 10 月感受溫度的測量，發現四個候車環境的感受溫度有明顯的差距。首先是傳統候車環境之感受溫度高於公車專用道候車環境，其次是西側候車環境與西側公車專用道候車環境，分別測出最高及最低感受溫度。造成較低感受溫度的原因同樣為風速，西側公車專用道候車環境受到台電大樓高樓風之影響，導致平均風速偏高。下面分別就 SET\*及 PET 舒適度指標整理出候車環境於不同時間的感受溫度。

### (一) SET\*舒適度指標之感受溫度

根據 SET\*舒適度指標，12 月份最高感受溫度位於西側傳統候車處，為 19.7℃，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 3.6℃。1 月份最高感受溫度位於西側傳統候車處，為 15.4℃，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 -10.1℃。2 月份最高感受溫度位於西側傳統候車處，為 15.6℃，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 -3.5℃。3 月份最高感受溫度位於西側傳統候車處，為 21.6℃，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 -3.1℃。4 月份最高感受溫度位於西側傳統候車處，為 22.8℃，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 6.4℃。5 月份最高感受溫度位於西側傳統候車處，為 22℃，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 10℃。

6 月份最高感受溫度位於東側公車專用道候車處，為 31.5℃，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 17.4℃。7 月份最高感受溫度

位於東側傳統候車處，為 31.7°C，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 18.9°C。8 月份最高感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 32.3°C，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 18.2°C。9 月份最高感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 28.1°C，最低感受溫度位於東側公車專用道候車處，為 14.6°C。10 月份最高感受溫度位於東側公車專用道候車處，為 28.7°C，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 12.6°C。本站出現最高及最低感受溫度之月份，如圖 4-5、4-6。

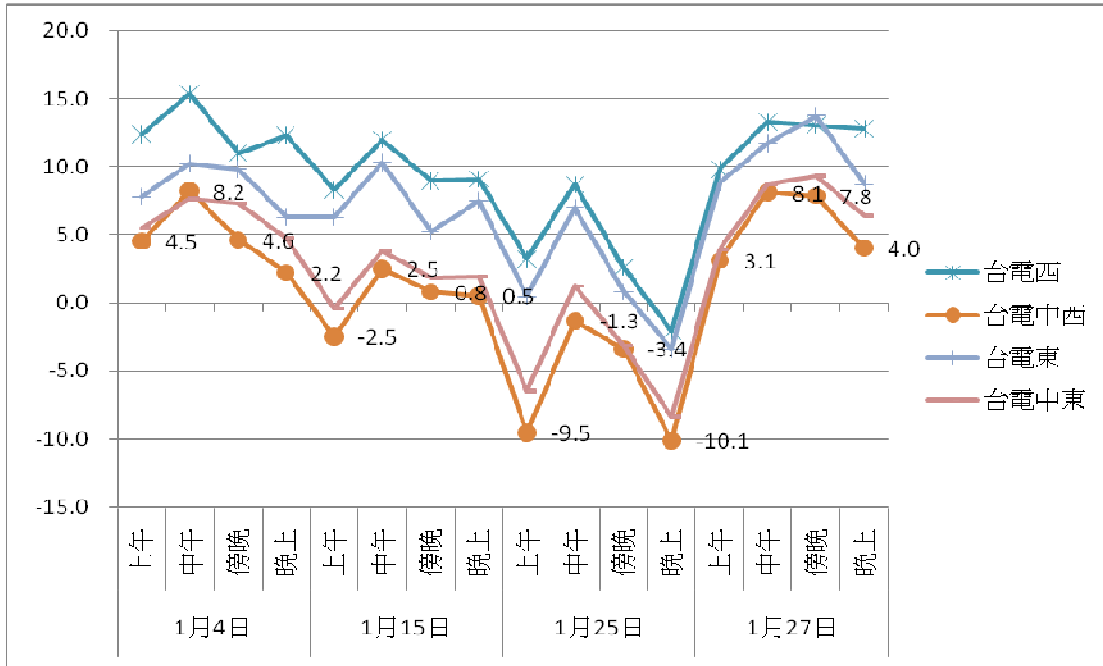


圖 4-5、1 月台電大樓站 SET\*感受溫度分布圖

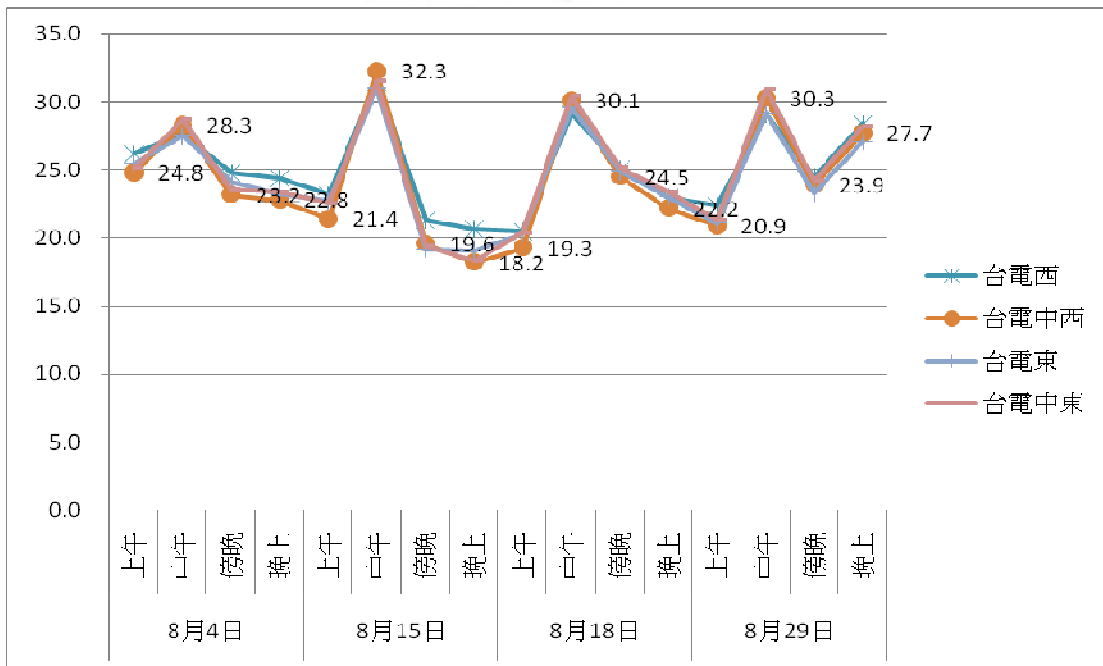


圖 4-6、8 月台電大樓站 SET\*感受溫度分布圖

(二) PET 舒適度指標之感受溫度

根據 PET 舒適度指標，12 月份最高感受溫度位於西側傳統候車處，為 23.6°C，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 12.2°C。1 月份最高感受溫度位於西側傳統候車處，為 19.1°C，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 4.5°C。2 月份最高感受溫度位於西側傳統候車處，為 19.6°C，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 9.1°C。3 月份最高感受溫度位於西側傳統候車處，為 24.8°C，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 8.3°C。4 月份最高感受溫度位於西側傳統候車處，為 26.9°C，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 13.6°C。5 月份最高感受溫度位於西側傳統候車處，為 25.5°C，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 15.2°C。

6 月份最高感受溫度位於東側公車專用道候車處，為 37.9°C，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 22.4°C。7 月份最高感受溫度位於東側公車專用道候車處，為 37.6°C，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 23.1°C。8 月份最高感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 39.3°C，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 20.8°C。9 月份最高感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 33.5°C，最低感受溫度位於東側公車專用道候車處，為 19.7°C。10 月份最高感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 31.9°C，最低感受溫度位於東側公車專用道候車處，為 16.7°C。本站出現最高及最低感受溫度之月份，如圖 4-7、4-8。

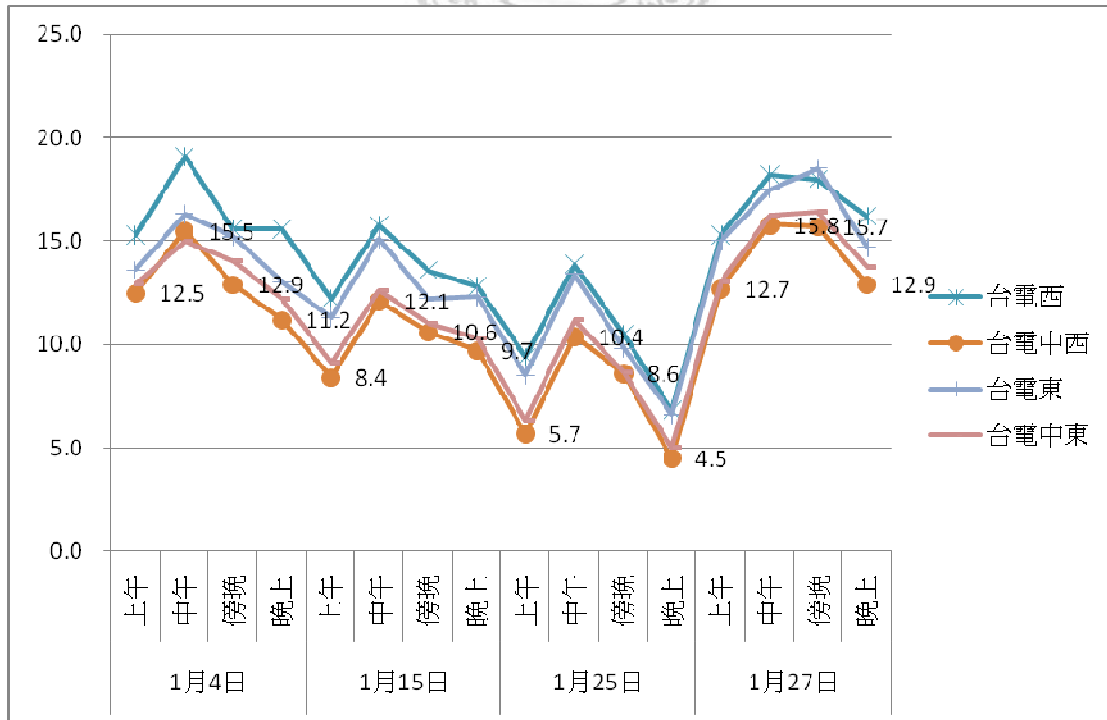


圖 4-7、1 月台電大樓站 PET 感受溫度分布圖

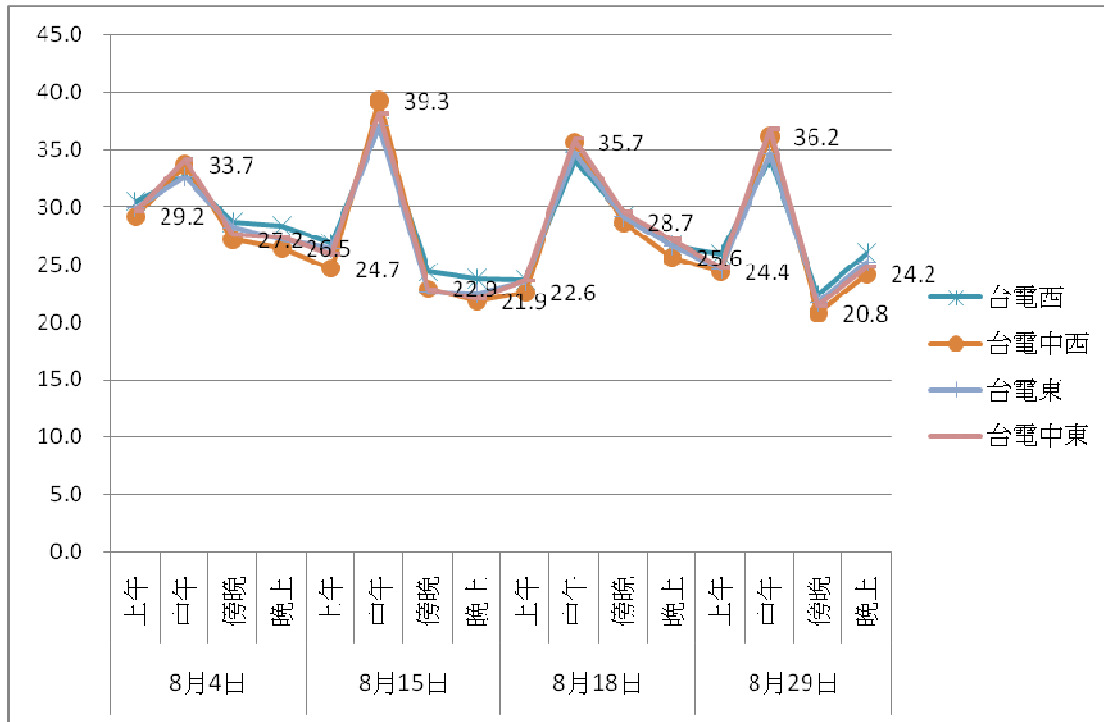


圖 4-8、8 月台電大樓站 PET 感受溫度分布圖

### 三、捷運公館站

捷運公館站之熱環境較特殊，少見地，東側公車專用道候車處在 12 月及 1 月這 2 個月為本站之最高溫發生處，這是前兩站所未見的現象。而本站感受溫度最低處發生在西側公車專用道候車處，其原因也可推估為較高的風速所造成。下面分別就 SET\*及 PET 舒適度指標整理出候車環境於不同時間的感受溫度。

#### (一) SET\*舒適度指標之感受溫度

根據 SET\*舒適度指標，12 月份最高感受溫度位於東側公車專用道候車處，為 19.3°C，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 3.7°C。1 月份最高感受溫度位於東側公車專用道候車處，為 13.3°C，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 -8°C。2 月份最高感受溫度位於西側傳統候車處，為 12.2°C，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 -3°C。3 月份最高感受溫度位於西側傳統候車處，為 20.8°C，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 -2.2°C。4 月份最高感受溫度位於東側傳統候車處，為 22.2°C，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 7.3°C。5 月份最高感受溫度位於東側公車專用道候車處，為 21.2°C，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 10.6°C。

6 月份最高感受溫度位於東側公車專用道候車處，為 31.4°C，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 19.6°C。7 月份最高感受溫度同時位於西側與東側公車專用道候車處，為 31.3°C，最低感受溫度同時位於西側與東側傳統候車處，為 19.8°C。8 月份最高感受溫度位於西側

公車專用道候車處，為 31.4°C，最低感受溫度位於東側傳統候車處，為 17.8°C。9 月份最高感受溫度位於東側公車專用道候車處，為 28.8°C，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 15.5°C。10 月份最高感受溫度位於東側公車專用道候車處，為 28.1°C，最低感受溫度位於西側傳統候車處，為 12.9°C。本站出現最高及最低感受溫度之月份，如圖 4-9、4-10。

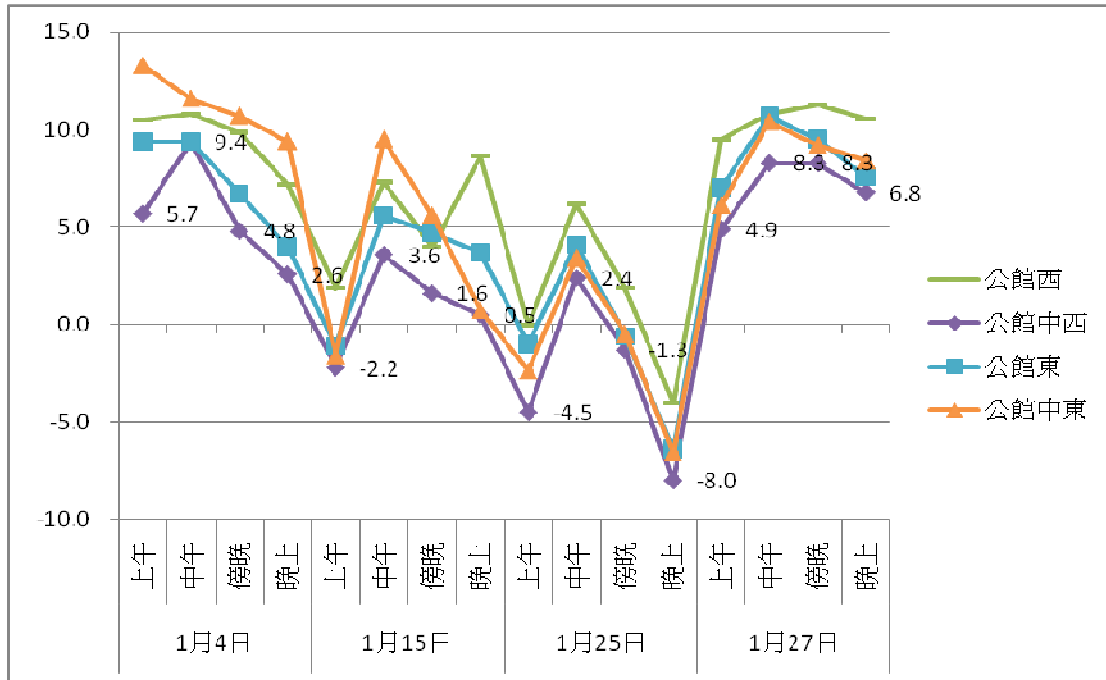


圖 4-9、1 月捷運公館站 SET\*感受溫度分布圖

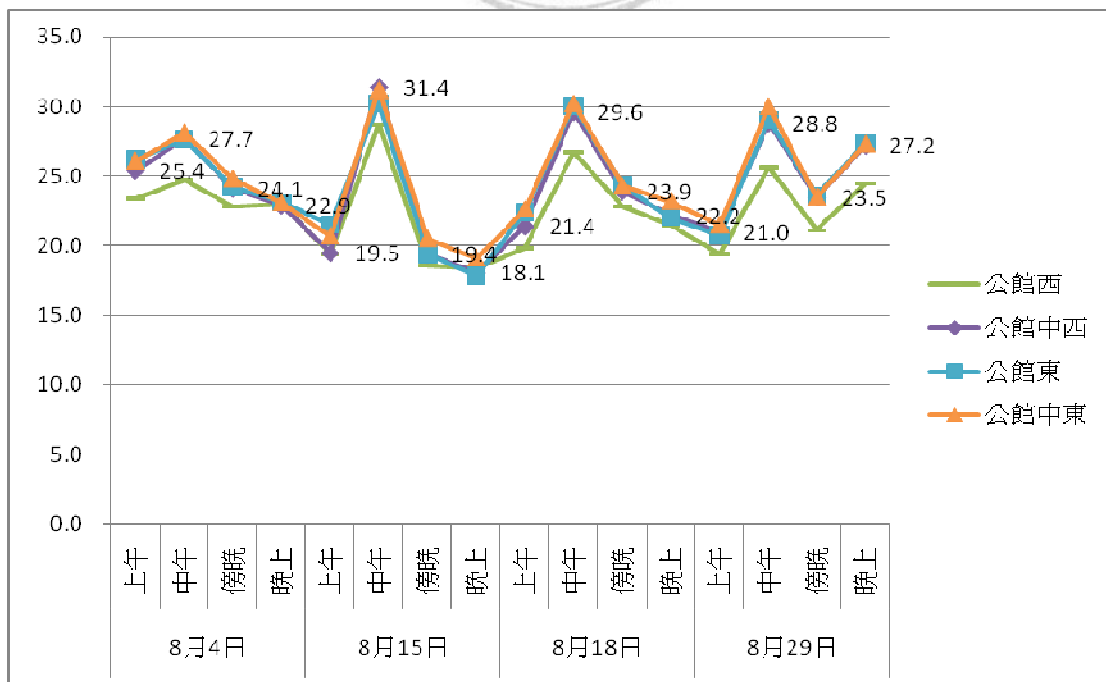


圖 4-10、8 月捷運公館站 SET\*感受溫度分布圖

(二) PET 舒適度指標之感受溫度

根據 PET 舒適度指標，12 月份最高感受溫度位於東側公車專用道候車處，為 21.6°C，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 12.1°C。1 月份最高感受溫度位於西側傳統候車處，為 17.1°C，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 5.2°C。2 月份最高感受溫度位於西側傳統候車處，為 17.8°C，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 8.9°C。3 月份最高感受溫度位於西側傳統候車處，為 24.5°C，最低感受溫度同時位於西側公車專用道候車處與東側傳統候車處，為 8.7°C。4 月份最高感受溫度位於東側傳統候車處，為 26.2°C，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 14.1°C。5 月份最高感受溫度位於東側傳統候車處，為 25°C，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 15.3°C。

6 月份最高感受溫度位於東側公車專用道候車處，為 38°C，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 23.5°C。7 月份最高感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 37.4°C，最低感受溫度位於東側傳統候車處，為 23.7°C。8 月份最高感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 37.5°C，最低感受溫度位於西側傳統候車處，為 19.7°C。9 月份最高感受溫度位於東側公車專用道候車處，為 34.2°C，最低感受溫度位於西側傳統候車處，為 19.5°C。10 月份最高感受溫度位於東側公車專用道候車處，為 32.3°C，最低感受溫度位於西側傳統候車處，為 17.7°C。本站出現最高及最低感受溫度之月份，如圖 4-11、4-12。

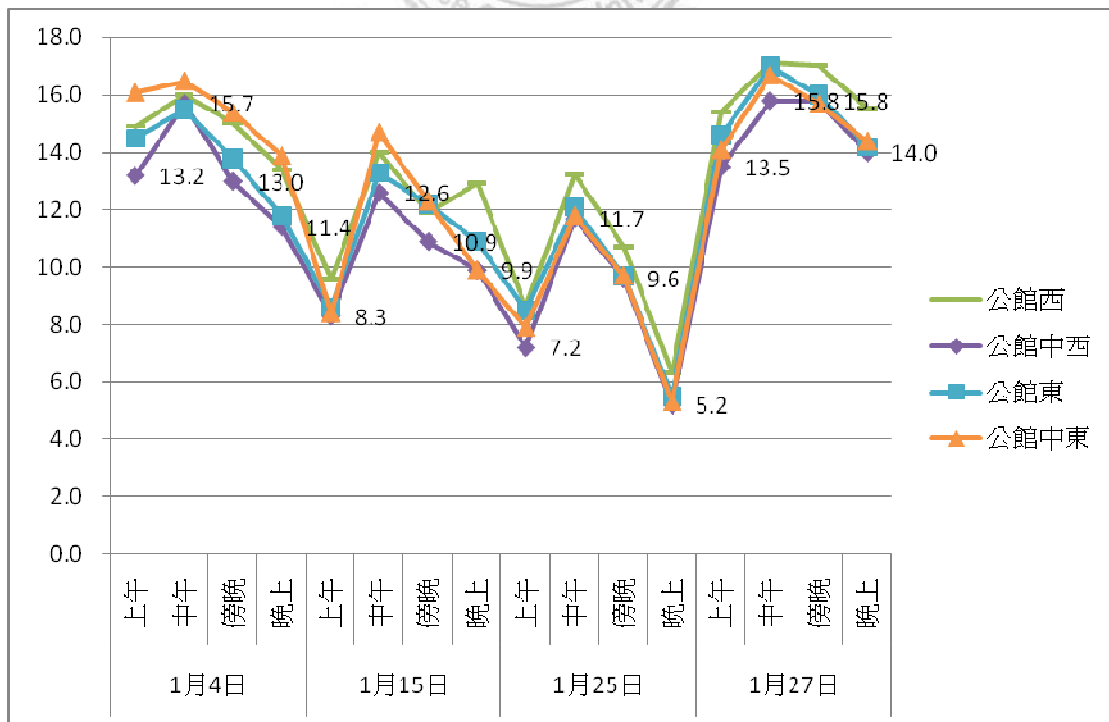


圖 4-11、1 月捷運公館站 PET 感受溫度分布圖

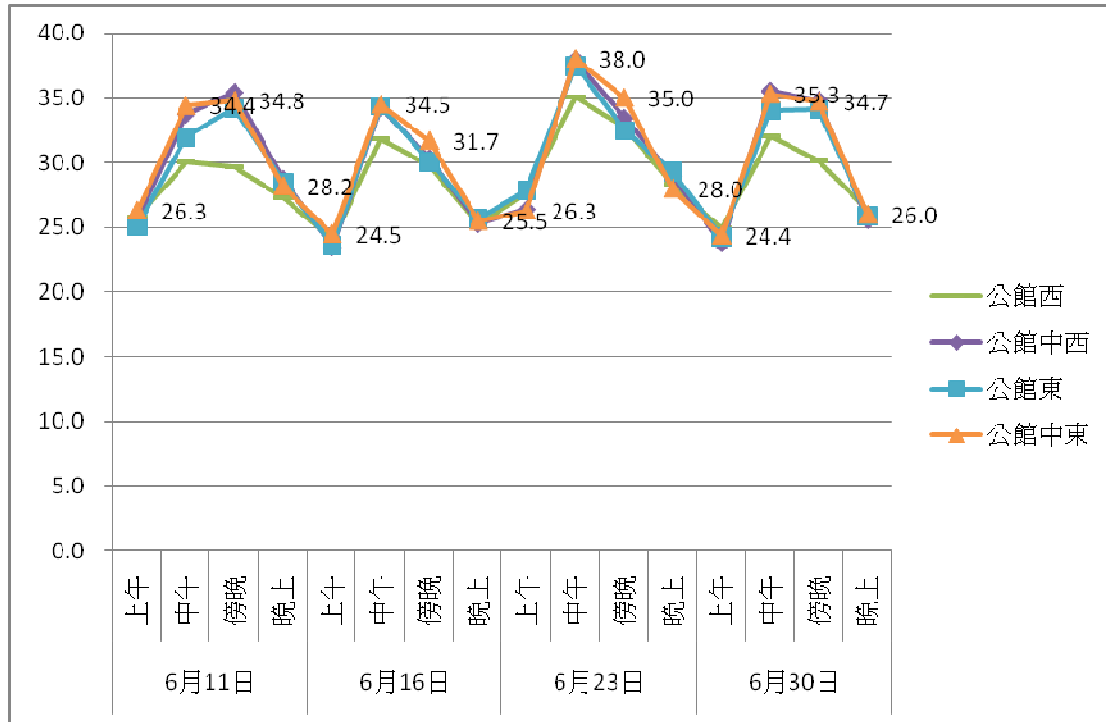


圖 4-12、6 月捷運公館站 PET 感受溫度分布圖

#### 四、師大分部站

依據這 11 個月的實測數據，師大分部站也是屬於傳統候車環境之感受溫度高於公車專用道候車環境。然而較低的感受溫度之位置並沒有特別的趨勢可循，由此可知該站之風場較不固定，但整體而言，都是公車專用道候車環境之感受溫度偏低。下面分別就 SET\*及 PET 舒適度指標整理出候車環境於不同時間的感受溫度。

##### (一) SET\*舒適度指標之感受溫度

根據 SET\*舒適度指標，12 月份最高感受溫度位於西側傳統候車處，為 16.3°C，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 5.4°C。1 月份最高感受溫度位於西側傳統候車處，為 14.9°C，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 -8°C。2 月份最高感受溫度位於西側傳統候車處，為 12.4°C，最低感受溫度位於東側公車專用道候車處，為 -1.6°C。3 月份最高感受溫度位於西側傳統候車處，為 21.4°C，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 -0.1°C。4 月份最高感受溫度同時位於西側傳統候車處與公車專用道候車處，為 22.5°C，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 7.6°C。5 月份最高感受溫度位於西側傳統候車處，為 22.7°C，最低感受溫度位於東側公車專用道候車處，為 10.5°C。

6 月份最高感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 31.7°C，最低感受溫度位於東側與西側公車專用道候車處，為 19.8°C。7 月份最高感受溫度位於東側公車專用道候車處，為 31.3°C，最低感受溫度位於西側

公車專用道候車處，為 20.2°C。8 月份最高感受溫度同時位於東、西側公車專用道候車處，為 30.5°C，最低感受溫度位於東側傳統候車處，為 19.3°C。9 月份最高感受溫度位於東側公車專用道候車處，為 28.6°C，最低感受溫度位於東側公車專用道候車處，為 15.7°C。10 月份最高感受溫度位於西側傳統候車處，為 28.7°C，最低感受溫度同時位於東、西側公車專用道候車處，為 14.7°C。本站出現最高及最低感受溫度之月份，如圖 4-13、4-14。

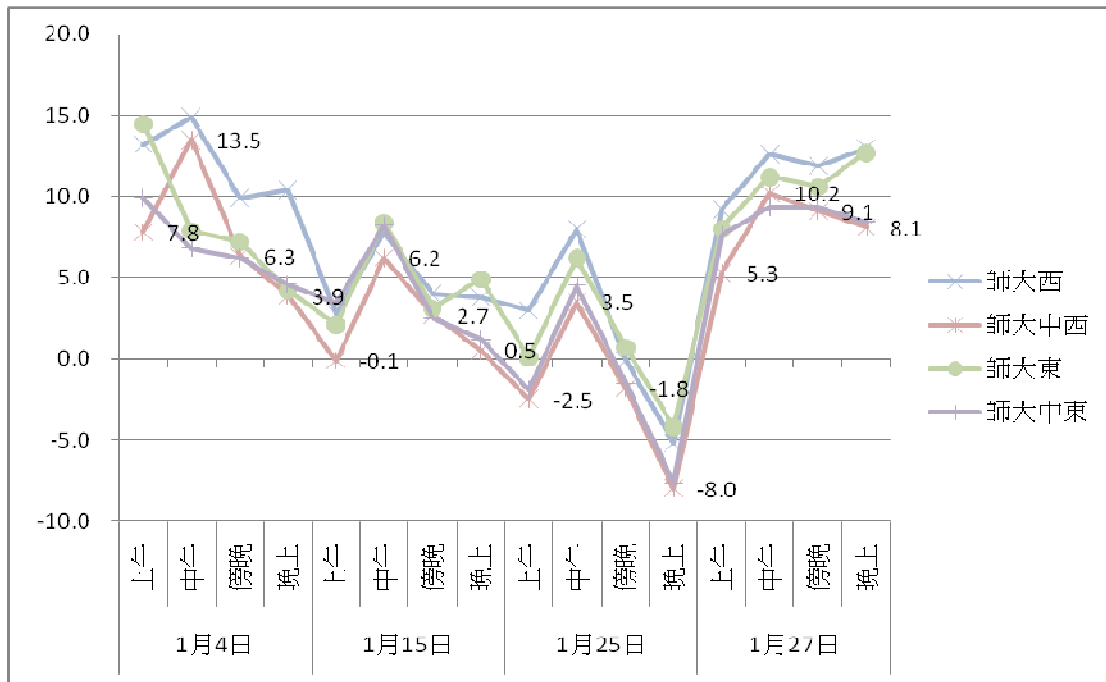


圖 4-13、1 月師大分部站 SET\*感受溫度分布圖

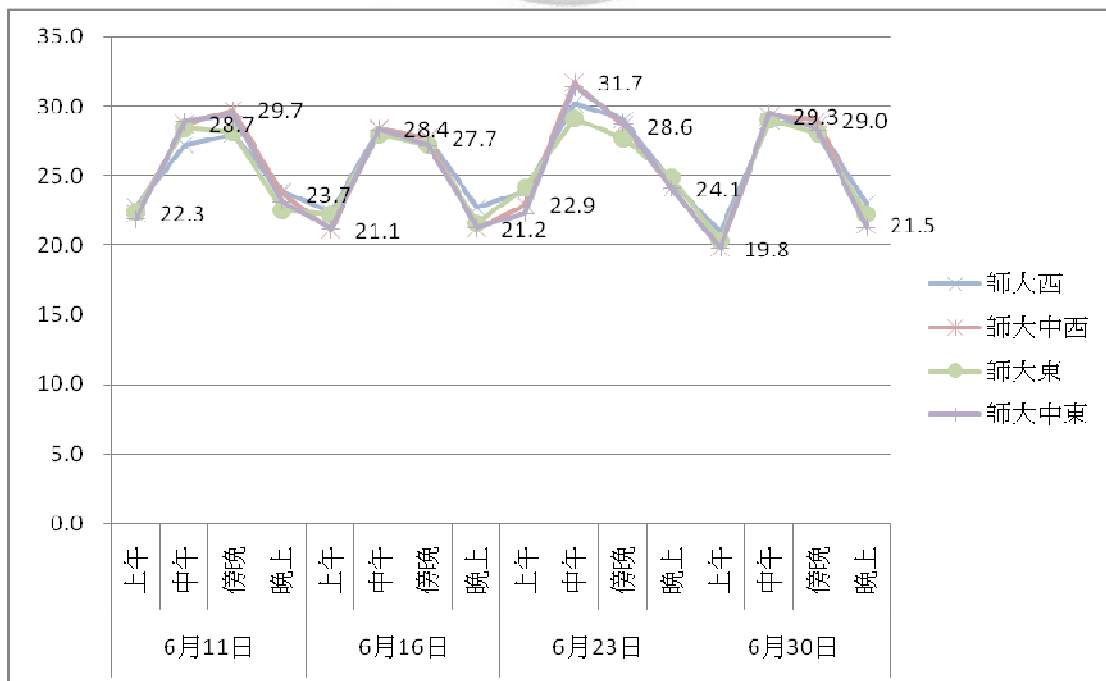


圖 4-14、6 月師大分部站 SET\*感受溫度分布圖

(二) PET 舒適度指標之感受溫度

根據 PET 舒適度指標，12 月份最高感受溫度位於西側傳統候車處，為 19.5°C，最低感受溫度同時位於東、西側公車專用道候車處，為 12.7°C。1 月份最高感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 18.7°C，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 4.5°C。2 月份最高感受溫度位於西側傳統候車處，為 17.6°C，最低感受溫度位於東側公車專用道候車處，為 9.4°C。3 月份最高感受溫度位於西側傳統候車處，為 25°C，最低感受溫度位於東側公車專用道候車處，為 8.8°C。4 月份最高感受溫度位於西側傳統候車處，為 26.3°C，最低感受溫度位於東側公車專用道候車處，為 14.2°C。5 月份最高感受溫度位於西側傳統候車處，為 26.1°C，最低感受溫度同時位於西側與東側公車專用道候車處，為 15.2°C。

6 月份最高感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 38.5°C，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 23.8°C。7 月份最高感受溫度位於東側公車專用道候車處，為 37.2°C，最低感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 24.1°C。8 月份最高感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 36.3°C，最低感受溫度位於東側傳統候車處，為 21.3°C。9 月份最高感受溫度位於西側公車專用道候車處，為 34°C，最低感受溫度位於東側公車專用道候車處，為 20.1°C。10 月份最高感受溫度位於東側公車專用道候車處，為 33.6°C，最低感受溫度位於東側傳統候車處，為 18.3°C。本站出現最高及最低感受溫度之月份，如圖 4-15、4-16。

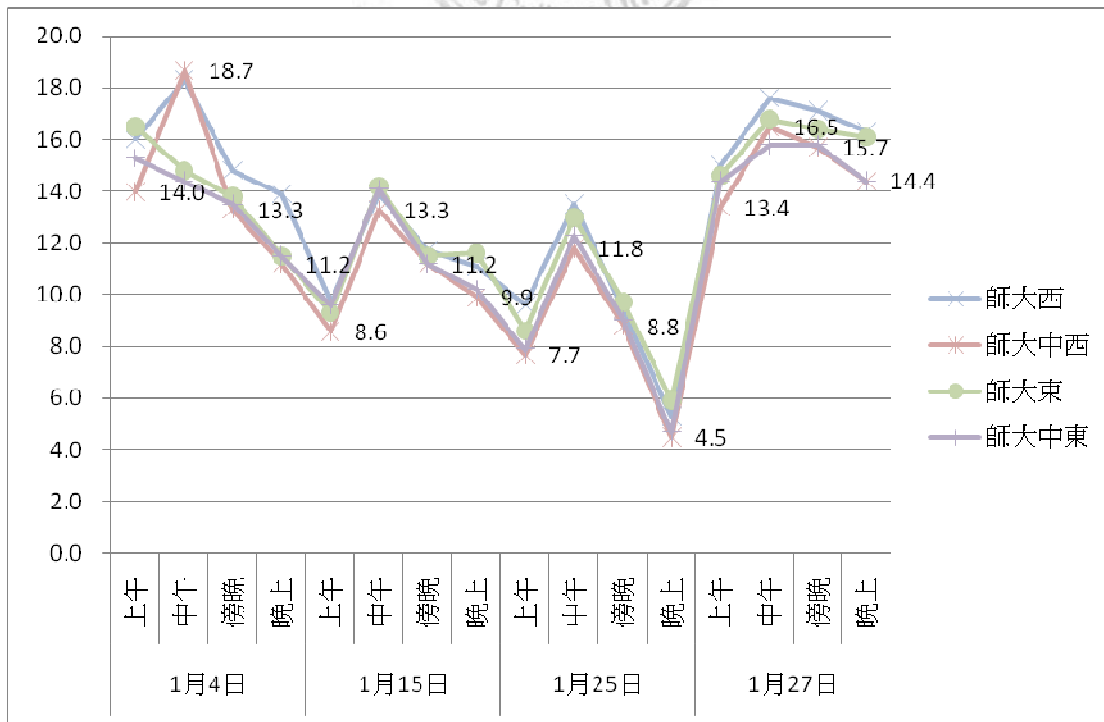


圖 4-15、1 月師大分部站 PET 感受溫度分布圖

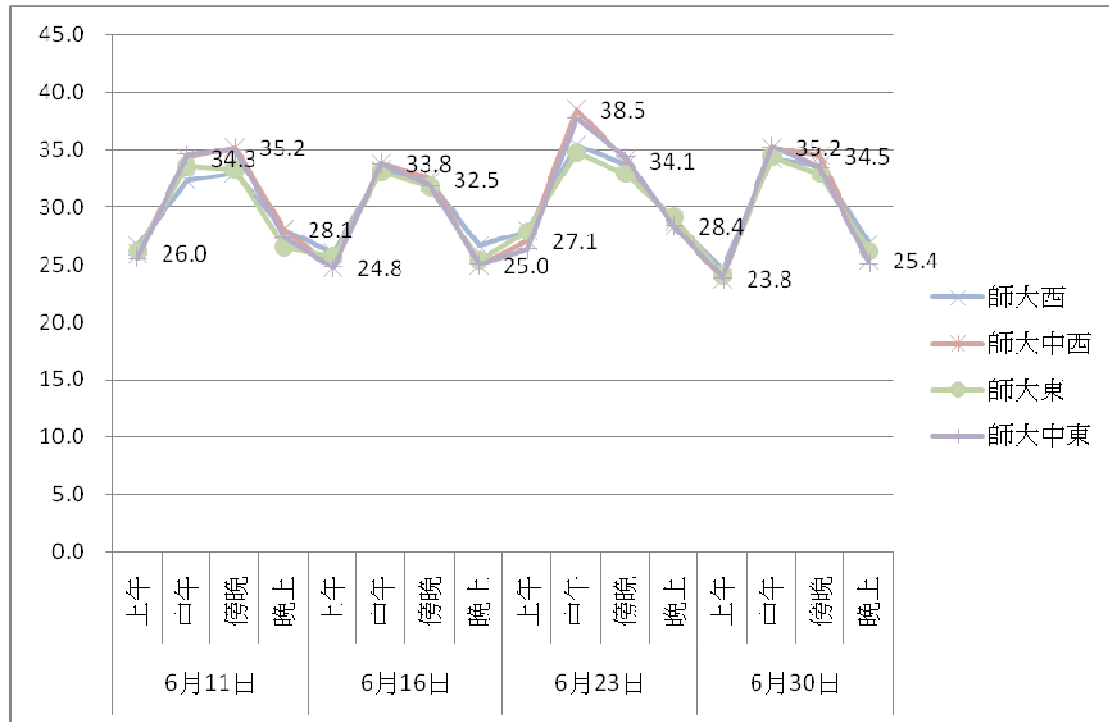


圖 4-16、6 月師大分部站 PET 感受溫度分布圖

## 第二節、一般候車亭與公車專用道候車亭感受溫度之差異

從上個部份的實測結果中可以瞭解，大部分一般候車亭之感受溫度高於公車專用道候車環境。為了進一步解釋兩種候車環境的差異，下面就各站一般候車亭與公車專用道候車亭感受溫度之差異進行說明。下面所述之溫度差異同時根據 SET\* 與 PET 舒適度指標，傳統候車處之感受溫度減去公車專用道候車處之感受溫度，當傳統候車處高於公車專用道候車處時為正數，反之則為負數。

### 一、羅斯福金門街口站

本測站之感受溫度傳統候車處幾乎都高於公車專用道，但東側與西側並沒有特殊的溫度差異，比較兩種舒適度指標之感受溫度可發現，SET\* 指標之感受溫度差異較 PET 指標高，這應該是該指標之特性所致。

12 月 SET\* 指標之最大感受溫度差異高達 10.6°C，PET 指標之最大感受溫度差異則為 4.7°C。1 月 SET\* 指標之最大感受溫度差異高達 6.6°C，PET 指標之最大感受溫度差異則為 2.6°C。2 月 SET\* 指標之最大感受溫度差異高達 9.9°C，PET 指標之最大感受溫度差異則為 3.8°C。3 月 SET\* 指標之最大感受溫度差異高達 5.6°C，PET 指標之最大感受溫度差異則為 4.1°C。4 月 SET\* 指標之最大感受溫度差異高達 4.7°C，PET 指標之最大感受溫度差異則為 2.1°C。5 月 SET\* 指標之最大感受溫度差異高達 5.8°C，PET 指標之最大感受溫度差異則為 2.8°C。

6月 SET\*指標之最大感受溫度差異高達-2.3°C，PET 指標之最大感受溫度差異則為-3.3°C。7月 SET\*指標之最大感受溫度差異高達 1.8°C，PET 指標之最大感受溫度差異則為-2.2°C。8月 SET\*指標之最大感受溫度差異高達-2.3°C，PET 指標之最大感受溫度差異則為-2.7°C。9月 SET\*指標之最大感受溫度差異高達 2.6°C，PET 指標之最大感受溫度差異則為 2.1°C。10月 SET\*指標之最大感受溫度差異高達 4.2°C，PET 指標之最大感受溫度差異則為 2.1°C。本站出現感受溫度正負差異最高之月份，如圖 4-17、4-18。

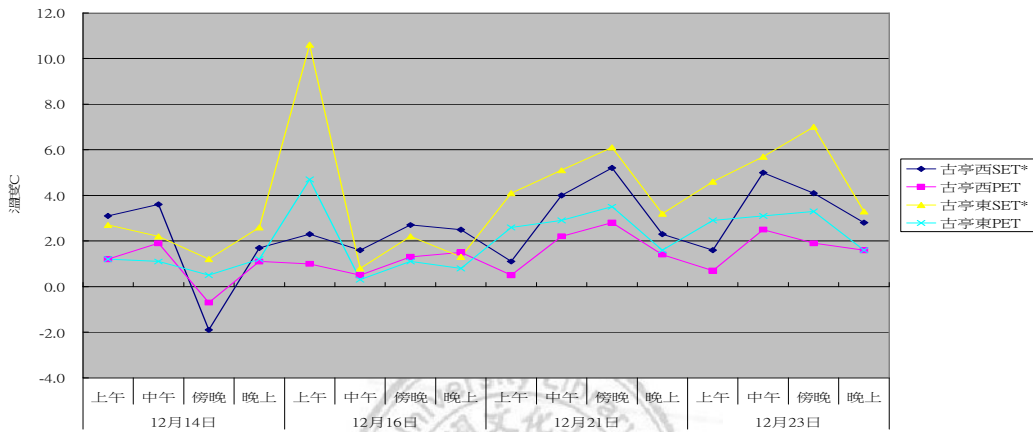


圖 4-17、12月羅斯福金門街口站感受溫度差異分布圖

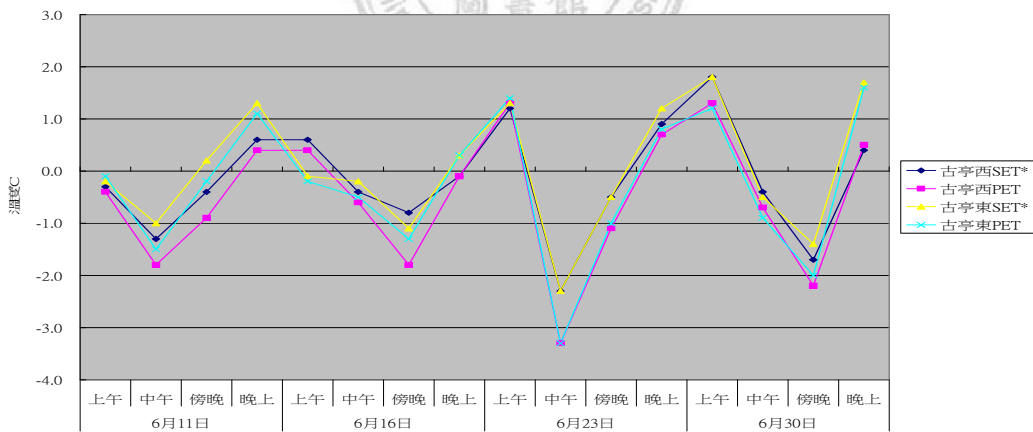


圖 4-18、6月羅斯福金門街口站感受溫度差異分布圖

## 二、台電大樓站

本測站之感受溫度傳統候車處幾乎都高於公車專用道，且西側的溫度差異皆高於東側。同樣地 SET\*指標之感受溫度差異較 PET 指標高，這也是該指標之特性所致。

12月 SET\*指標之最大感受溫度差異高達 9.6°C，PET 指標之最大感受溫度差異則為 4°C。1月 SET\*指標之最大感受溫度差異高達 12.7°C，PET 指標之最大感受溫度差異則為 4.4°C。2月 SET\*指標之最

大感受溫度差異高達 10.3°C，PET 指標之最大感受溫度差異則為 3.5°C。3 月 SET\*指標之最大感受溫度差異高達 9.4°C，PET 指標之最大感受溫度差異則為 4.8°C。4 月 SET\*指標之最大感受溫度差異高達 7.4°C，PET 指標之最大感受溫度差異則為 5.4°C。5 月 SET\*指標之最大感受溫度差異高達 6.2°C，PET 指標之最大感受溫度差異則為 5°C。

6 月 SET\*指標之最大感受溫度差異達 3.4°C，PET 指標之最大感受溫度差異則為 2.5°C。7 月 SET\*指標之最大感受溫度差異達 2.5°C，PET 指標之最大感受溫度差異則為 2.5°C。8 月 SET\*指標之最大感受溫度差異高達 2.5°C，PET 指標之最大感受溫度差異則為 -2.3°C。9 月 SET\*指標之最大感受溫度差異高達 4.2°C，PET 指標之最大感受溫度差異則為 4.1°C。10 月 SET\*指標之最大感受溫度差異高達 4.5°C，PET 指標之最大感受溫度差異則為 3.5°C。本站出現感受溫度正差異最高之月份，如圖 4-19。

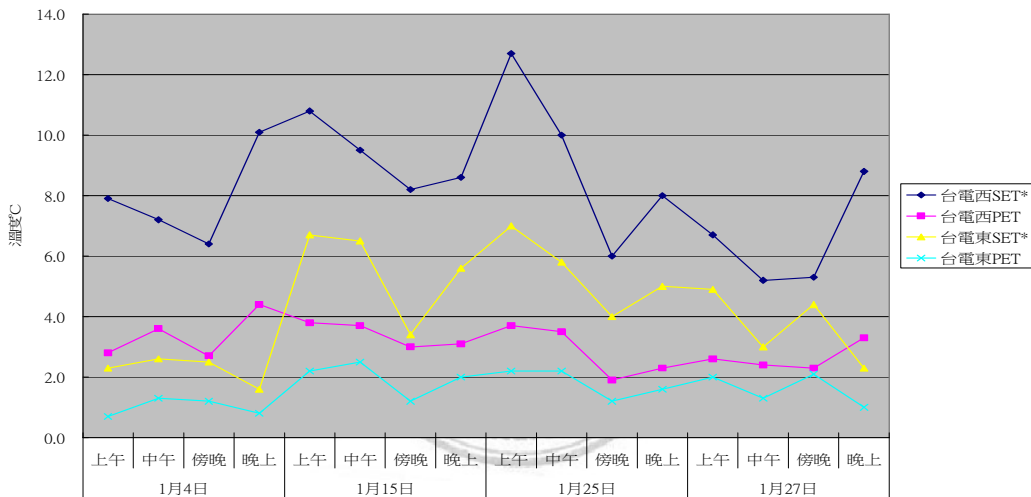


圖 4-19、1 月台電大樓站感受溫度差異分布圖

### 三、捷運公館站

本測站之感受溫度東側之傳統候車處高於公車專用道候車處，相反的，西側公車專用道候車處則高於傳統候車處，其差異甚至達到 4.8°C，同樣 SET\*指標之感受溫度高於 PET 指標之感受溫度。

捷運公館站 12 月 SET\*指標之最大感受溫度差異高達 8.5°C，PET 指標之最大感受溫度差異則為 3.5°C。1 月 SET\*指標之最大感受溫度差異高達 8.2°C，PET 指標之最大感受溫度差異則為 3°C。2 月 SET\*指標之最大感受溫度差異高達 7.7°C，PET 指標之最大感受溫度差異則為 2.4°C。3 月 SET\*指標之最大感受溫度差異達 4.7°C，PET 指標之最大感受溫度差異則為 2°C。4 月 SET\*指標之最大感受溫度差異達 4.2°C，PET 指標之最大感受溫度差異則為 2.2°C。5 月 SET\*指標之最大感受溫度差異高達 5.1°C，PET 指標之最大感受溫度差異則為 3.2°C。

6月 SET\*指標之最大感受溫度差異達-4.6°C，PET 指標之最大感受溫度差異則為-5.7°C。7月 SET\*指標之最大感受溫度差異高達-2.8°C，PET 指標之最大感受溫度差異則為-3.8°C。8月 SET\*指標之最大感受溫度差異高達-3.2°C，PET 指標之最大感受溫度差異則為-4°C。9月 SET\*指標之最大感受溫度差異高達 3.1°C，PET 指標之最大感受溫度差異則為-3.2°C。10月 SET\*指標之最大感受溫度差異高達-3.4°C，PET 指標之最大感受溫度差異則為-3.4°C。本站出現感受溫度正負差異最高之月份，如圖 4-20、4-21。

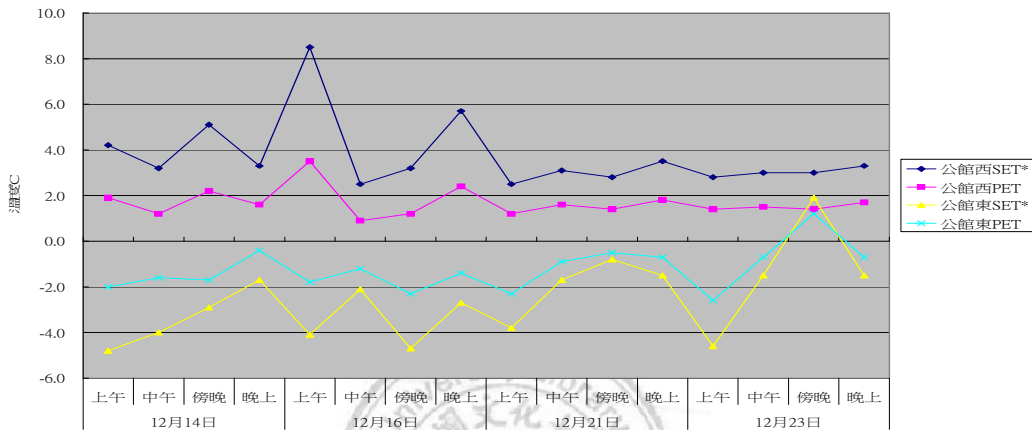


圖 4-20、12月捷運公館站感受溫度差異分布圖

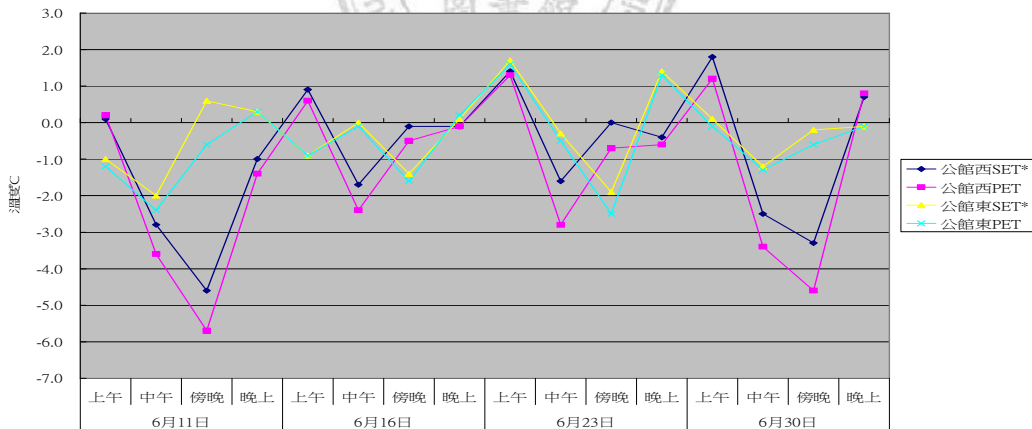


圖 4-21、6月捷運公館站感受溫度差異分布圖

#### 四、師大分部站

本測站之感受溫度傳統候車處與公車專用道候車處之差異，正負數皆曾出現，於其他站相比之下，本站的溫度差異較低，尤其是東側的候車環境。同樣 SET\*指標之感受溫度高於 PET 指標之感受溫度。

師大分部站 12 月 SET\*指標之最大感受溫度差異達到 4.8°C，PET 指標之最大感受溫度差異則為 1.9°C。1 月 SET\*指標之最大感受溫度差異高達 6.5°C，PET 指標之最大感受溫度差異為 2.7°C。2 月 SET\*指標

之最大感受溫度差異為 5°C，PET 指標之最大感受溫度差異則為 1.9°C。3 月 SET\* 指標之最大感受溫度差異為 5.6°C，PET 指標之最大感受溫度差異則為 2.4°C。4 月 SET\* 指標之最大感受溫度差異為 4.5°C，PET 指標之最大感受溫度差異則為 2.8°C。5 月 SET\* 指標之最大感受溫度差異為 5.4°C，PET 指標之最大感受溫度差異則為 4.9°C。

6 月 SET\* 指標之最大感受溫度差異為 -2.3°C，PET 指標之最大感受溫度差異則為 -3.1°C。7 月 SET\* 指標之最大感受溫度差異為 2.7°C，PET 指標之最大感受溫度差異則為 2.3°C。8 月 SET\* 指標之最大感受溫度差異高達 2.1°C，PET 指標之最大感受溫度差異則為 1.6°C。9 月 SET\* 指標之最大感受溫度差異高達 3.5°C，PET 指標之最大感受溫度差異則為 3.4°C。10 月 SET\* 指標之最大感受溫度差異高達 2.2°C，PET 指標之最大感受溫度差異則為 -2.5°C。本站出現感受溫度正負差異最高之月份，如圖 4-22、4-23。

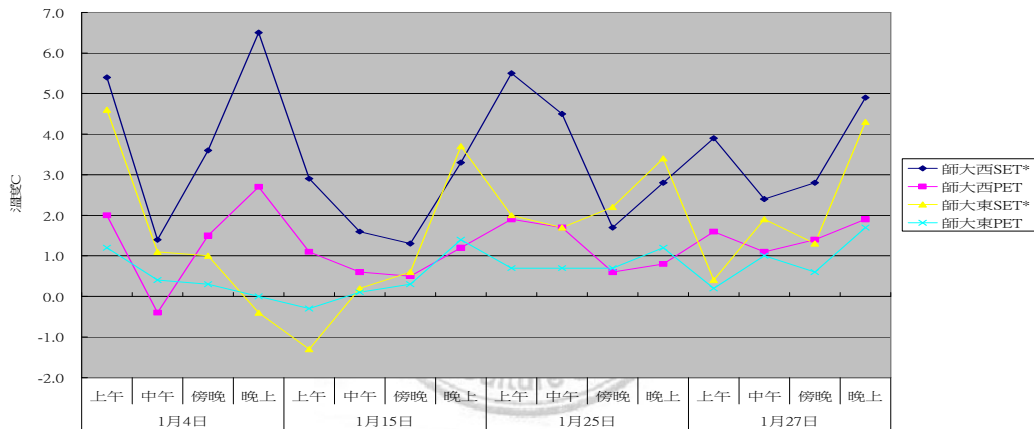


圖 4-22、1 月師大分部站感受溫度差異分布圖

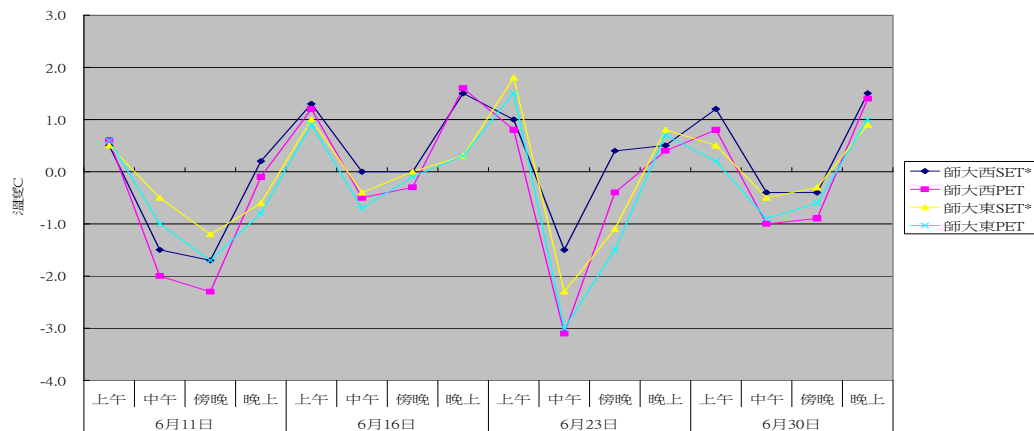


圖 4-23、6 月師大分部站感受溫度差異分布圖

### 第三節、小結

經過的測量結果後得到，冬、春季時（12~5月）羅斯福金門街口站、台電大樓站、捷運公館站及師大分部站四站中，三站（除師大分部站較不明顯）的感受溫度，公車專用道候車環境皆低於傳統的候車環境。各站感受溫度之差異如下：羅斯福金門站之感受溫度傳統候車處幾乎都高於公車專用道，但東側與西側並沒有特殊的溫度差異。台電大樓站之感受溫度傳統候車處幾乎都高於公車專用道，且西側的溫度差異皆高於東側。捷運公館站之感受溫度東側之傳統候車處高於公車專用道候車處，相反的，西側公車專用道候車處則高於傳統候車處，其差異甚至達到 4.8°C。師大分部站之感受溫度傳統候車處與公車專用道候車處之差異，正負數皆曾出現，於其他站相比之下，本站的溫度差異較低，尤其是東側的候車環境。此外，舒適度指標之特性，為 PET 舒適度指標所計算之感受溫度差異較低，SET\*舒適度指標計算出的感受溫度差異較大。夏季時（6、7月）公車專用道候車環境受到溫度及平均輻射溫度的影響感受溫度常高於傳統的候車環境，但上午時段受平均輻射溫度之影響較不明顯，晚間則排除輻射溫度之影響。

總結冬、春季的公車候車環境可整理出下列幾個特色：

- 風速高的環境造成較低的感受溫度
- 公車專用道之候車環境易發生較高之風速
- 台北市冬季日照時數少，感受溫度受輻射溫度的影響較小
- 公車專用道候車環境之感受溫度低於傳統候車環境
- 東側傳統候車亭之感受溫度略高於西側

總結夏季的公車候車環境可整理出下列幾個特色：

- 公車專用道之候車環境易發生較高之風速
- 台北市夏季感受溫度受溫度及輻射溫度的影響較大。
- 日照時間公車專用道候車環境之感受溫度普遍高於傳統候車環境。

## 第五章 結果與討論

本章節對研究中的實測數據進行統整，提出傳統與公車專用道候車亭熱舒適度差異之結果，並討論空間及時間對公車候車環境熱舒適度的影響。下面共分三節，分別為：傳統與公車專用道候車亭之熱舒適度差異性、空間對候車環境熱舒適度的影響與小結。

### 第一節、傳統與公車專用道候車亭之熱舒適度差異性

本小節將 2007 年 12 月至 2008 年 10 月羅斯福路段上，各研究地點傳統與公車專用道候車亭的熱舒適度差異性，進行統整及探討：

#### 一、各測站之熱舒適度差異

為表示各測站不同候車環境之熱舒適差異。下面將各測站公車專用道候車環境量測出的感受溫度，減去傳統候車環境量測出的感受溫度，並分別統整出冬季（12，1，2 月），春季（3，4，5 月），夏季（6，7，8 月），秋季（9，10 月），四個時段（上午，中午，下午，晚上）中平均感受溫度的差異。

造成差異的原因主要為公車專用道候車環境，在冬季時有較低的氣溫及較高的風速。春季與冬季類似，造成差異的原因主要為公車專用道候車環境具有較低的氣溫及較高的風速，唯獨影響程度較冬季緩和。夏季時受到平均輻射溫度及氣溫的影響，公車專用道候車環境的感受溫度高於傳統候車環境。

(一) 羅斯福金門街口站

根據測得的平均值中可以發現，羅斯福金門街口站於冬季與春季時，四個時段所測得的感受溫度皆為公車專用道候車位置低於傳統候車位置。夏季時中午及下午之感受溫度為公車專用道候車位置高於傳統候車位置，而上午及晚上時段之差異則小於1°C之內，本站熱舒適度差異比較如圖 5-1。

1. SET\*舒適度指標之熱舒適度差異

根據 SET\*舒適度指標的計算，本站於冬季時晚上的感受溫度差異最大，平均達到 3.93°C，中午時差異最小，平均達到 3.64°C。春季時晚上的感受溫度差異最大，平均達到 2.79°C，中午時差異最小，平均達到 1.77°C。夏季時中午的感受溫度差異最大，平均達到-0.99°C，下午時差異最小，平均達到-0.34°C。

2. PET 舒適度指標之熱舒適度差異

根據 PET 舒適度指標的計算，本站於冬季時下午的感受溫度差異最大，平均達到 1.69°C，上午時差異最小，平均達到 1.56°C。春季時晚上的感受溫度差異最大，平均達到 1.22°C，下午時差異最小，平均達到 0.99°C。夏季時中午的感受溫度差異最大，平均達到-1.53°C，下午時差異最小，平均達到-0.69°C。

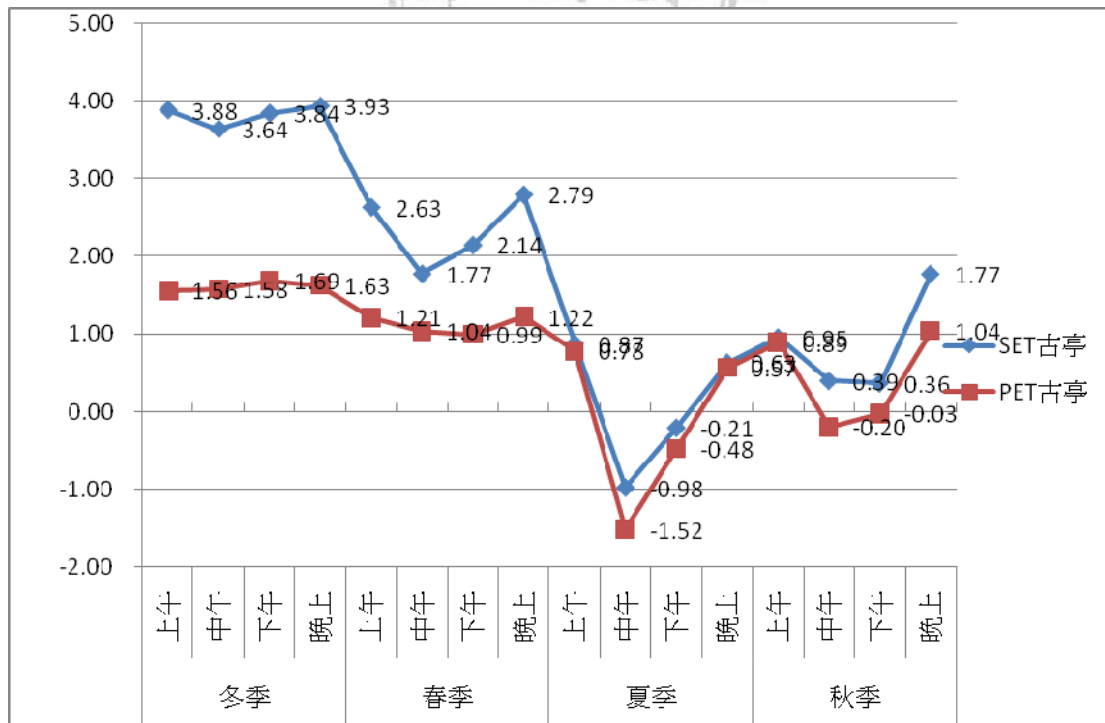


圖 5-1、羅斯福金門街口站熱舒適度差異比較圖

(二) 台電大樓站

根據測得的平均值中可以發現，台電大樓站的感受溫度於冬季與春季時，四個時段所測得的感受溫度皆為公車專用道候車位置低於傳統候車位置。夏季時中午及下午（PET 指標）之感受溫度為公車專用道候車位置高於傳統候車位置。由於本站的公車專用道候車環境之平均風速為四站中之最，造成冬季時的感受溫度差異相當大，夏季時公車專用道候車環境之感受溫度也因而降低，本站熱舒適度差異比較如圖 5-2。

1. SET\*舒適度指標之熱舒適度差異

根據 SET\*舒適度指標的計算，本站於冬季時上午的感受溫度差異最大，平均達到 6.18°C，下午時差異最小，平均達到 5.45°C。春季時晚上的感受溫度差異最大，平均達到 3.91°C，中午時差異最小，平均達到 3.18°C。夏季時上午的感受溫度差異最大，平均達到 1.26°C，下午時差異最小，平均達到 0.15°C。

2. PET 舒適度指標之熱舒適度差異

根據 PET 舒適度指標的計算，本站於冬季時各時段的感受溫度差異不大，平均介於 2.32°C~2.18°C之間。春季時各時段的感受溫度也差異不大，平均介於 1.59°C~1.89°C之間。夏季時中午的感受溫度差異最大，平均達到-1.42°C，下午時差異最小，平均達到-0.17°C。

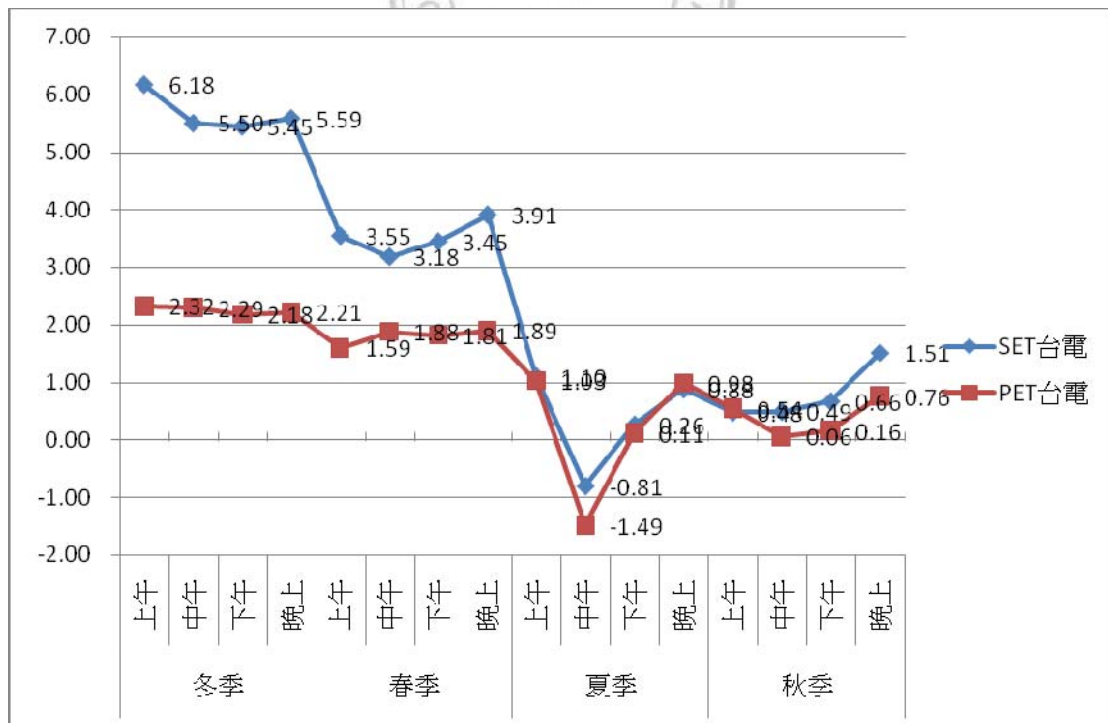


圖 5-2、台電大樓站熱舒適度差異比較圖

(三) 捷運公館站

根據測得的平均值中可以發現，捷運公館站的感受溫度於冬季與春季時，四個時段所測得的感受溫度皆為公車專用道候車位置低於傳統候車位置。夏季時中午、下午及晚上之感受溫度為公車專用道候車位置高於傳統候車位置。由於本站的東側傳統候車環境為路緣式候車站，該位置缺乏建築物遮蔽，造成傳統候車環境與公車專用道候車環境之感受溫度差異不大，冬、春兩季時的感受溫度差異皆少於 2°C。夏季時候車環境之感受溫度差異反而增加，甚至超過 2°C，本站熱舒適度差異比較如圖 5-3。

1. SET\*舒適度指標之熱舒適度差異

根據 SET\*舒適度指標的計算，本站於冬季時晚上的感受溫度差異最大，平均達到 1.61°C，中午時差異最小，平均達到 0.95°C。春季時晚上的感受溫度差異最大，平均達到 1.92°C，中午時差異最小，平均達到 0.94°C。夏季時中午的感受溫度差異最大，平均達到-1.66°C，上午時差異最小，平均達到 0.14°C。

2. PET 舒適度指標之熱舒適度差異

根據 PET 舒適度指標的計算，本站於冬季時各時段的感受溫度差異不大，平均介於 0.38°C~0.66°C之間。春季時各時段的感受溫度也差異不大，平均介於 0.45°C~0.85°C之間。夏季時中午的感受溫度差異最大，平均達到-2.21°C，上午時差異最小，平均達到 0.14°C。

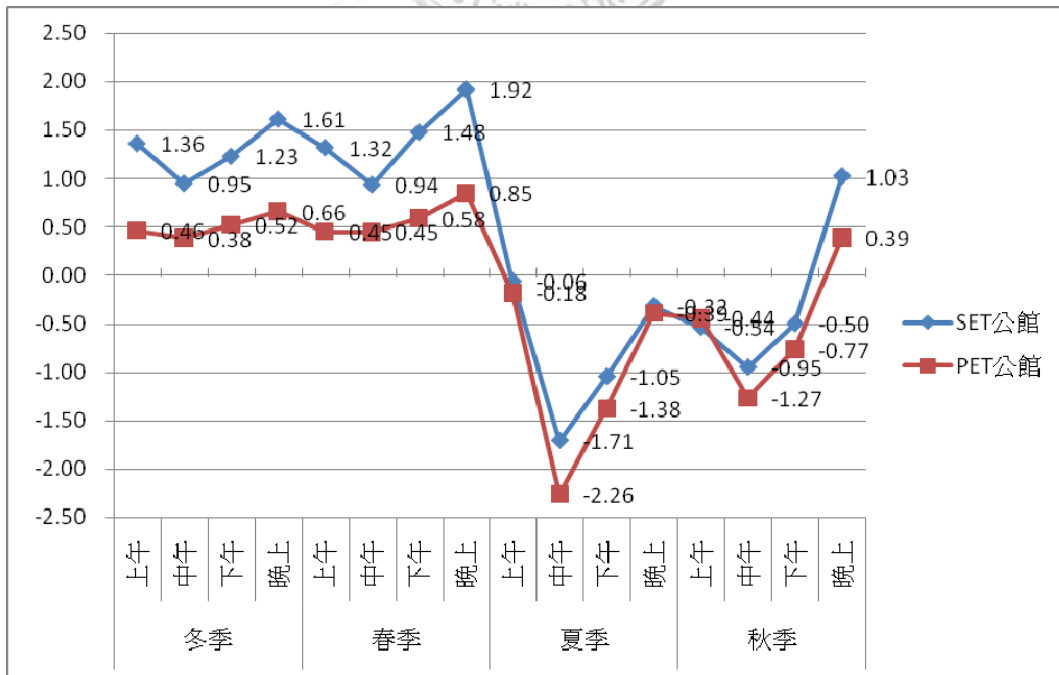


圖 5-3、捷運公館站熱舒適度差異比較圖

(四) 師大分部站

根據測得的平均值中可以發現，捷運公館站的感受溫度於冬季與春季時，四個時段所測得的感受溫度皆為公車專用道候車位置低於傳統候車位置。夏季時中午及下午之感受溫度為公車專用道候車位置高於傳統候車位置，本站熱舒適度差異比較如圖 5-4。

1. SET\*舒適度指標之熱舒適度差異

根據 SET\*舒適度指標的計算，本站於冬季時晚上的感受溫度差異最大，平均達到 3.20°C，中午時差異最小，平均達到 1.50°C。春季時晚上的感受溫度差異最大，平均達到 3.37°C，中午時差異最小，平均達到 1.77°C。夏季時上午的感受溫度差異最大，平均達到 1.26°C，下午時差異最小，平均達到 -0.15°C。

2. PET 舒適度指標之熱舒適度差異

根據 PET 舒適度指標的計算，本站於冬季時晚上的感受溫度差異最大，平均達到 1.30°C，上午時差異最小，平均達到 0.58°C。春季時晚上的感受溫度差異最大，平均達到 1.50°C，下午時差異最小，平均達到 0.95°C。夏季時中午的感受溫度差異最大，平均達到 -1.56°C，下午時差異最小，平均達到 -0.40°C。

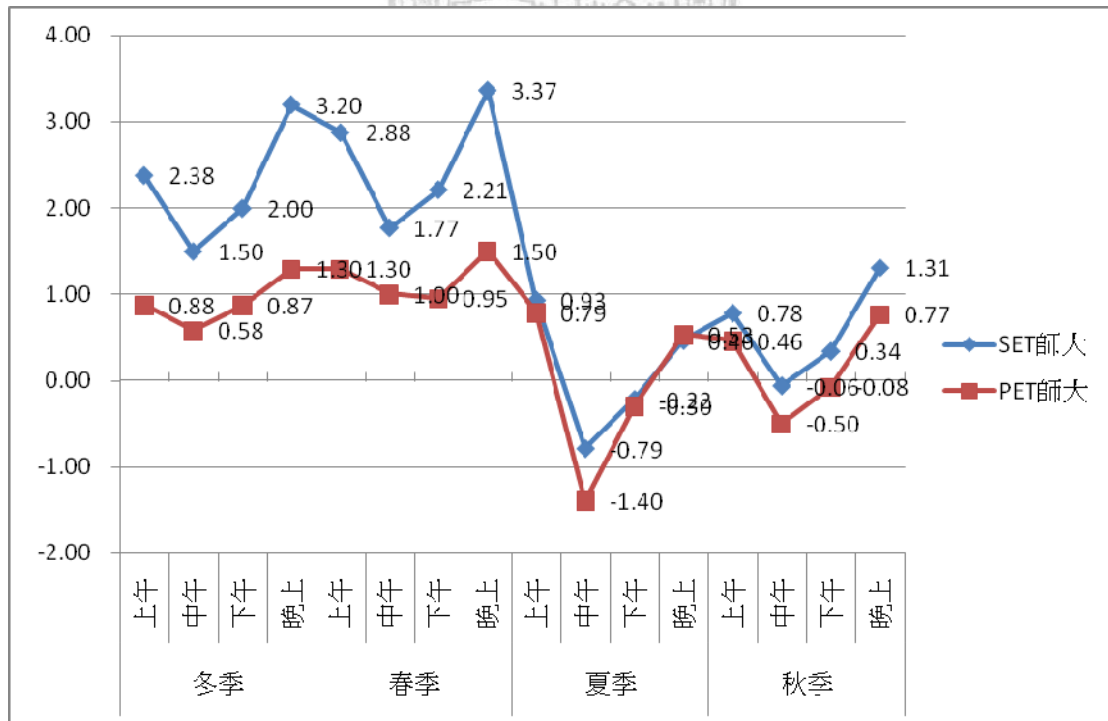


圖 5-4、師大分部站熱舒適度差異比較圖

## 第二節、空間對候車環境熱舒適度的影響

由於台北市之長年風向為東側，又羅斯福路為西北-東南走向。西側、中西側及中東側之候車位置受到西側之建築立面造成之迎風面渦漩影響較直接，反之東側候車位置受到影響較小。加上位於道路中央的中西側及中東側候車位置還會受到街道渠道風及車輛通過造成的陣風的影響，相較之下平均風速普遍高於傳統候車位置。而平均輻射溫度對熱舒適之影響取決於候車位置是否位於遮蔭處，當氣溫及濕度相近且無風狀態下，較高的平均輻射溫度將造成較高的感受溫度。

候車環境的熱舒適度受到溫度、溼度、輻射溫度及風速的影響，其中輻射溫度及風速更直接受到候車環境周遭的建築群的影響。因此，為了進一步分析候車環境旁的建築群的影響，下面針對研究範圍旁的行人風場與日照對候車環境熱舒適度之關聯進行討論。

### 一、空間對羅斯福金門街口站之影響：

#### (一) 行人風場之影響

圖 5-5 與 5-6 為羅斯福金門街口站之東西向建築立面現狀，本站西向建築群之建築高度普遍高於 10 層，尤其在中東側、中西側與西側候車站都有鄰近 12 層以上的建築物。東向建築群之建築高度較複雜，東側候車站鄰近 3 層樓的建築物。

從 2007 年 12 月到 2008 年 3 月加總的平均風速來看，風速最高的位置依序分別為，中西側 3.1m/s，中東側 2.9 m/s，西側 1.5 m/s，東側 1.3 m/s。該現象若從建築物高度來推斷，可發現中西側與中東側候車站受到鄰近 12 層高的建築物造成的迎風面渦漩影響。同樣鄰近 12 層高的西側候車站因為測量位置接近騎樓處，受到較佳的風遮蔽效果，相較之下風速較低。東側候車站則因為受建築迎風面渦漩的影響最小，因此風速最低。



圖 5-5、羅斯福金門街口站西向立面圖

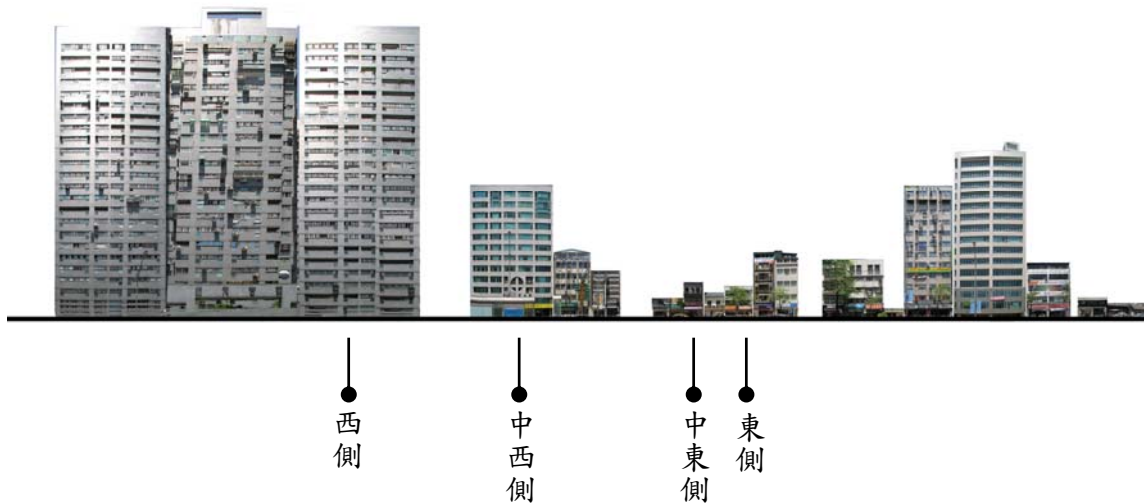


圖 5-6、羅斯福金門街口站東向立面圖

(二) 日照遮蔭之影響

圖 5-7 與 5-8 為羅斯福金門街口站之夏至日照模擬圖，模擬圖顯示本站於夏至日上午八點時，中西側及中東側之候車位置皆受到日照影響。而夏至日下午五點時只有中西側候車位置受到日照之影響。從圖面可以預測，當候車環境氣溫、濕度相同且風速微弱時，公車專用道候車位置之感受溫度將高於傳統候車位置。

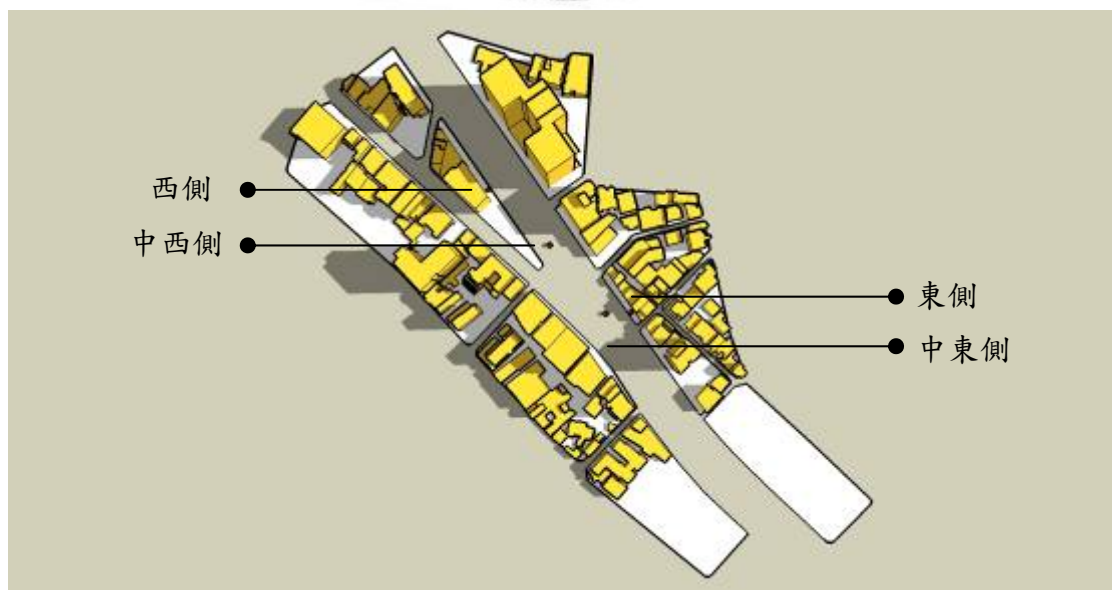


圖 5-7、羅斯福金門街口站夏至上午八點日照模擬圖



圖 5-8、羅斯福金門街口站夏至下午五點日照模擬圖

## 二、台電大樓站感受溫度之差異：

### (一) 行人風場之影響

圖 5-9 與 5-10 為台電大樓站之東西向建築立面現狀，本站西向建築群之建築高度除了台電大樓外皆為 4 到 5 層的建築物，東向建築群之建築物高度則普遍為 12 層建築物。中西側候車站面臨 27 層高的台電大樓受相當大影響，中東側候車站介於 12 層與 4 層樓中間，東側候車站鄰近 10 層樓建築，西側候車站則鄰近 3 層樓的建築物。

從 2007 年 12 月到 2008 年 3 月加總的平均風速來看，風速最高的位置依序分別為，中西側 4.3m/s，中東側 3.3m/s，東側 1.5m/s，西側 0.9m/s。台電大樓站是風速差異最大的一站，中西側與西側候車站的風速相差近 4.5 倍，從建築物高度來推斷，中西側候車亭位於 28 層高的台電大樓前，受到迎風面渦漩影響相當大。西側候車站位於四層樓建築物前，相對之下具有相當宜人的風場。中東側也受到 28 層及 12 層台電大樓的影響，也具有較高的平均風速。東側雖然在道路的另一端，但多少還是受到台電大樓的影響。

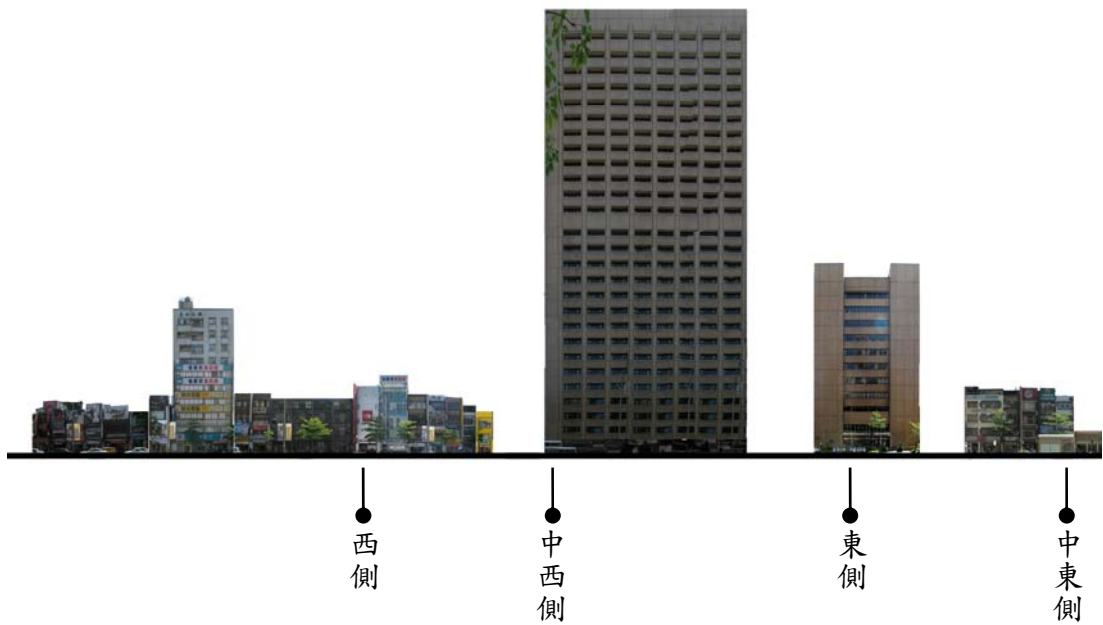


圖 5-9、台電大樓站西向立面圖

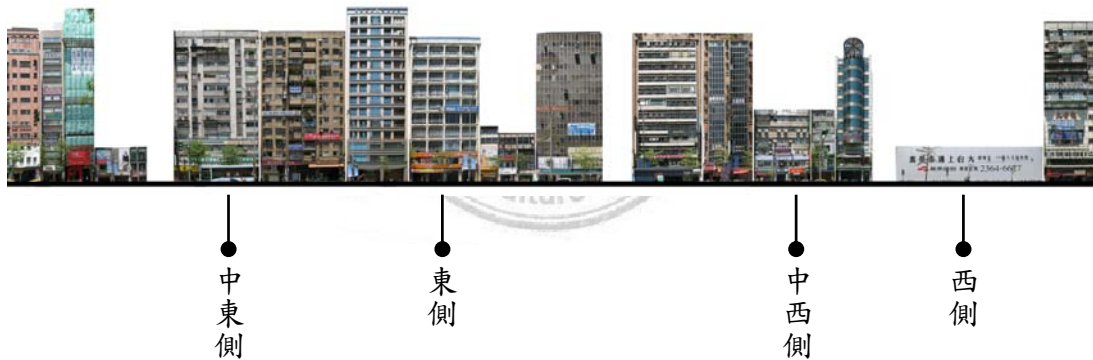


圖 5-10、台電大樓站東向立面圖

### (二) 日照遮蔭之影響

圖 5-11 與 5-12 為台電大樓站之夏至日照模擬圖，模擬圖顯示本站於夏至日上午八點時，西側及中西側之候車位置皆受到日照影響。而夏至日下午五點時東側及中東側之候車位置受到日照之影響。從圖面可以預測，當候車環境氣溫、濕度相同且風速微弱時，本站上午西側之公車專用道及傳統候車環境之感受溫度將高於東側，而下午時則剛好相反。



圖 5-11、台電大樓站夏至上午八點日照模擬圖

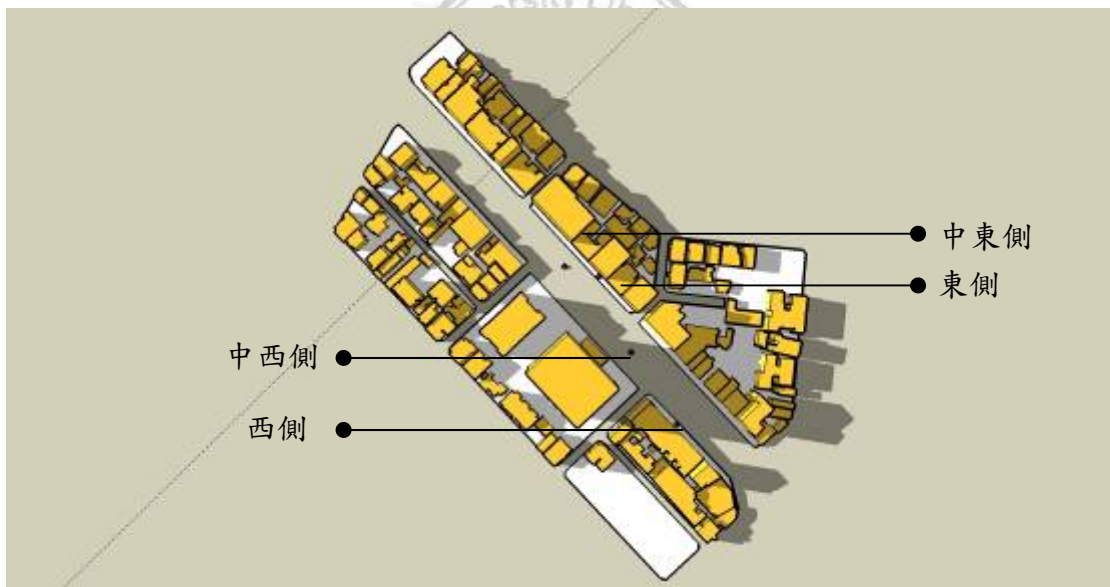


圖 5-12、台電大樓站夏至下午五點日照模擬圖

圖 5-13 模擬七月份中午時段 SET\*熱舒適指標感受溫度最高的時刻，從模擬圖中可以看到，同一時間中西側與西側候車環境受到遮蔭，而中東側與東側候車環境則未受到遮蔭。從實測的平均輻射溫度中可發現，測得之平均輻射溫度西側為 34.1°C、東側為 38.5°C、中西側為 35.9°C、中東側為 39°C，同樣為公車專用道候車環境，受到遮蔭與未受遮蔭之平均輻射溫度的差異高達 3.1°C，而傳統公車候車環境更高達 4.4°C。而本時段測得最高之 SET\*熱舒適指標感受溫度就是東側與中東側候車環境，由此可知遮蔭的影響程度。



圖 5-13、台電大樓站 7 月 7 日下午一點日照模擬圖

### 三、捷運公館站感受溫度之差異：

#### (一) 行人風場之影響

圖 5-14 與 5-15 為捷運公館站之東西向建築立面現狀，本站西向建築群之建築高度普遍為 10 層樓以上的建築物，東向建築群之建築物高度則普遍為 4 到 5 層建築物。西側及中西側候車站面臨 14 層高的大樓，中東側候車站介於 10 層與 4 層樓中間，東側候車站旁則為喬木沒有建築物。

從 2007 年 12 月到 2008 年 3 月合計的平均風速來看，捷運公館站風速最高的位置依序分別為，中西側 3.3m/s，東側 2.2 m/s，中東側 1.9 m/s，西側 1.6 m/s。該現象若從建築物高度來推斷，可發現中西側受到鄰近 12 層高的建築物造成的迎風面渦旋影響，而有較高的風速。同樣鄰近 10 層高的中東側候車站因為東側鄰近 6 層樓高的建築物，受到較佳的風遮蔽效果，與中西側候車站相較之下風速較低。東側候車站因為四周較空曠，缺乏遮蔽的物體，因此風速也罕見的高於中東側候車站。西側候車站則位於騎樓旁，遮蔽效果佳，與 10 公尺前的中西側候車站相比有較緩和的風場。

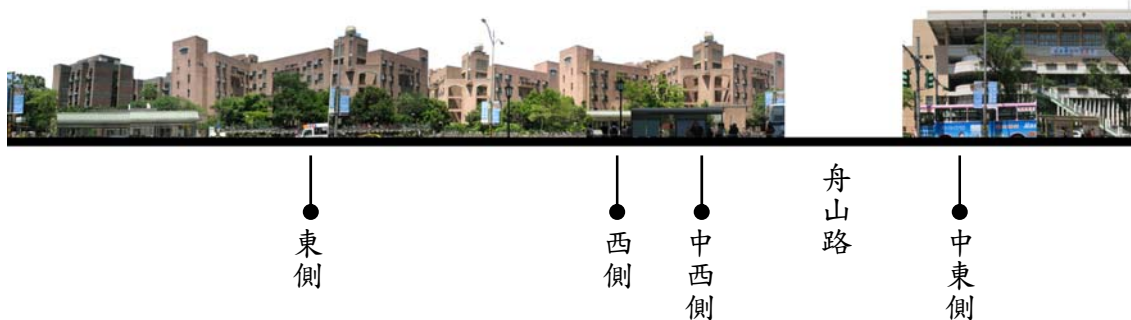


圖 5-14、捷運公館站東向立面圖

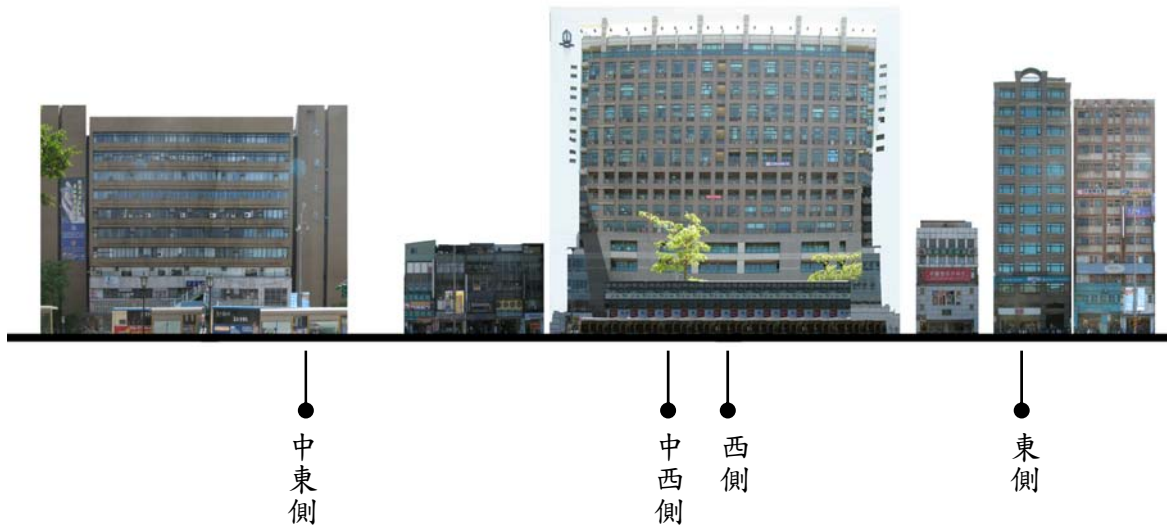


圖 5-15、捷運公館站西向立面圖

(二) 日照遮蔭之影響

圖 5-16 與 5-17 為捷運公館站之夏至日照模擬圖，模擬圖顯示本站於夏至日上午八點時，全部候車位置皆受到日照影響。而夏至日下午五點時東側及中東側之候車位置皆受到日照之影響。從圖面可以預測，當候車環境氣溫、濕度相同且風速微弱時，本站於上午之候車環境之感受溫度將相似，而下午時東側候車環境之感受溫度將高於西側。

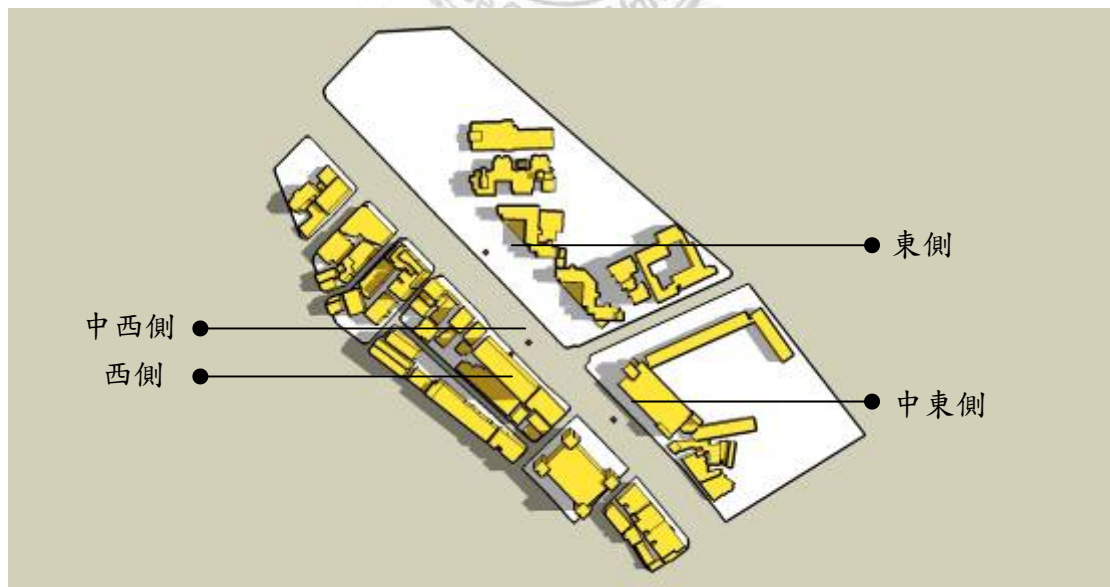


圖 5-16、捷運公館站夏至上午八點日照模擬圖

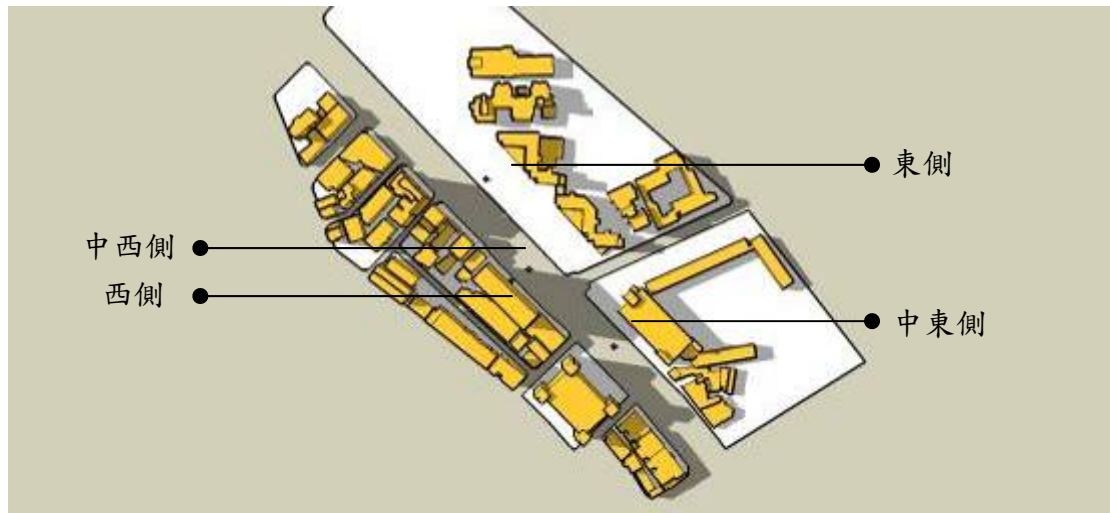


圖 5-17、捷運公館站夏至下午五點日照模擬圖

#### 四、師大分部站感受溫度之差異：

##### (一) 行人風場之影響

圖 5-18 與 5-19 為師大分部站之東西向建築立面現狀，本站西向建築群之建築高度除了中東側鄰近 10 層樓建築物，其餘多為 1 至 5 層低矮建築物，東向立面有蟾蜍山及 4 到 9 層樓建築物。西側及中西側候車站鄰近 1 層樓平房，中東側候車站介於 10 層與 5 層樓中央，東側候車站旁則為 7 層樓建築物。

由於本站高樓不多，又有蟾蜍山的遮蔽，師大分部站是四站中平均風速較低的測站。從 2007 年 12 月到 2008 年 3 月合計的平均風速來看，師大分部站風速最高的位置依序分別為，中西側 2.2m/s，中東側 2.2m/s，東側 1.6 m/s，西側 1.1 m/s。該現象若從建築物高度來推斷，可發現中東側候車站雖然鄰近 10 層高的建築物，但是受到建築物迎風面渦漩的影響較不明顯，與中西側候車站的平均風速相當接近。東、西側候車處的建築物面臨較低矮的建築物，受到較佳的風遮蔽效果，相較之下風速較低。東側候車處位於道路轉折處同時受到街道風的影響，因此平均風速略高於西側候車站。

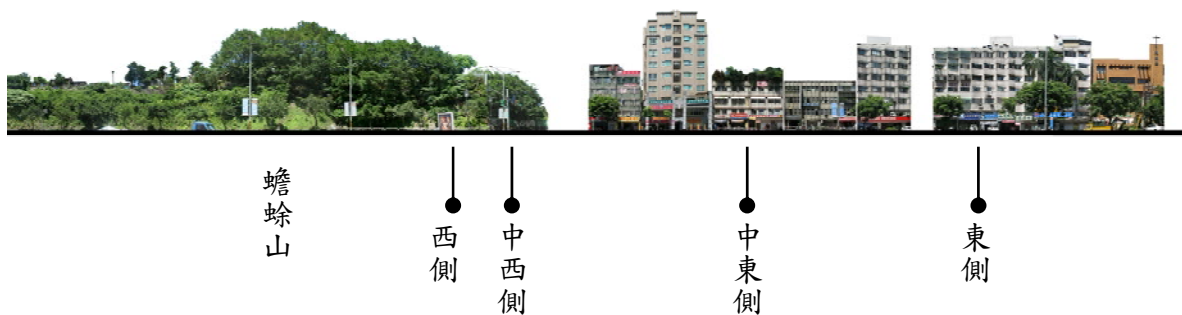


圖 5-18、師大分部站東向立面圖

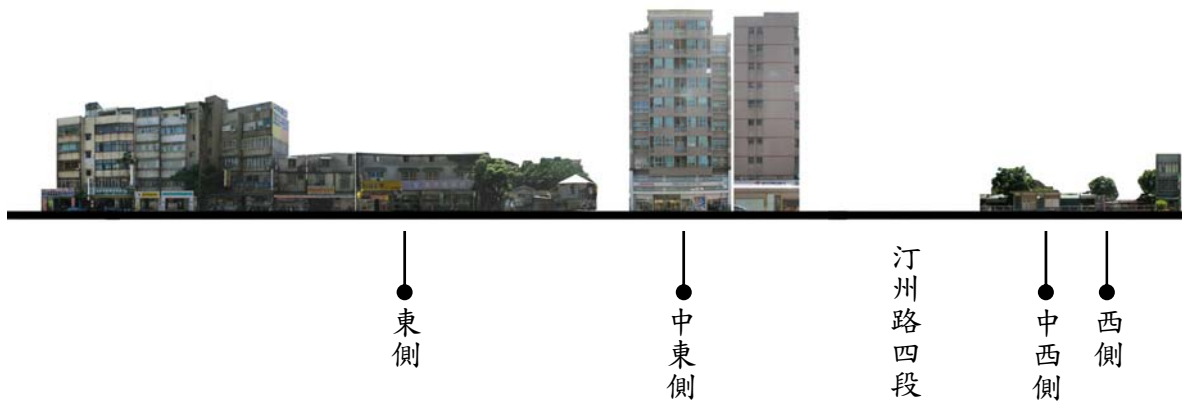
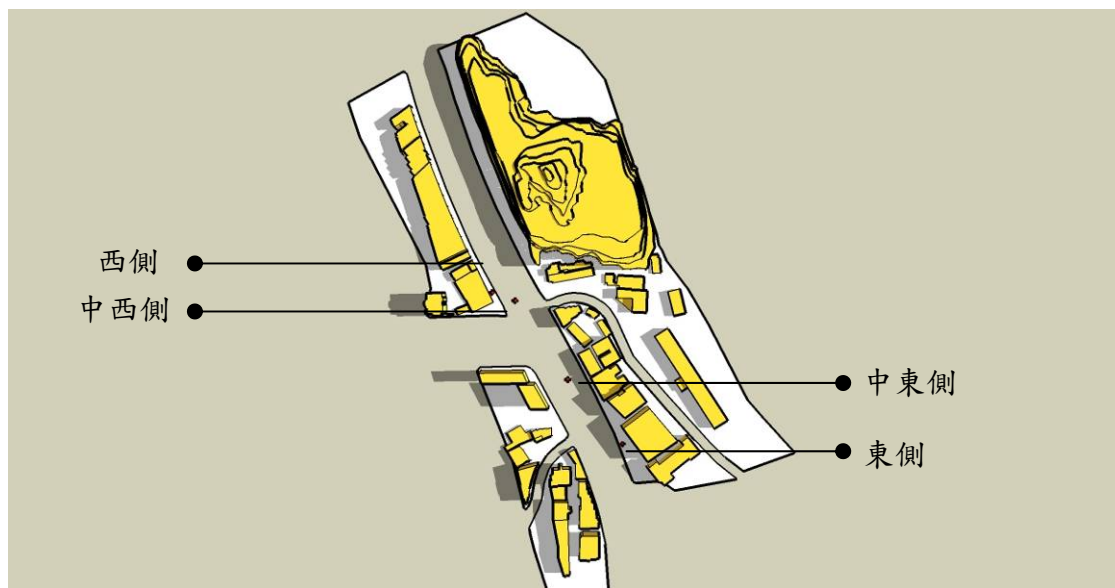


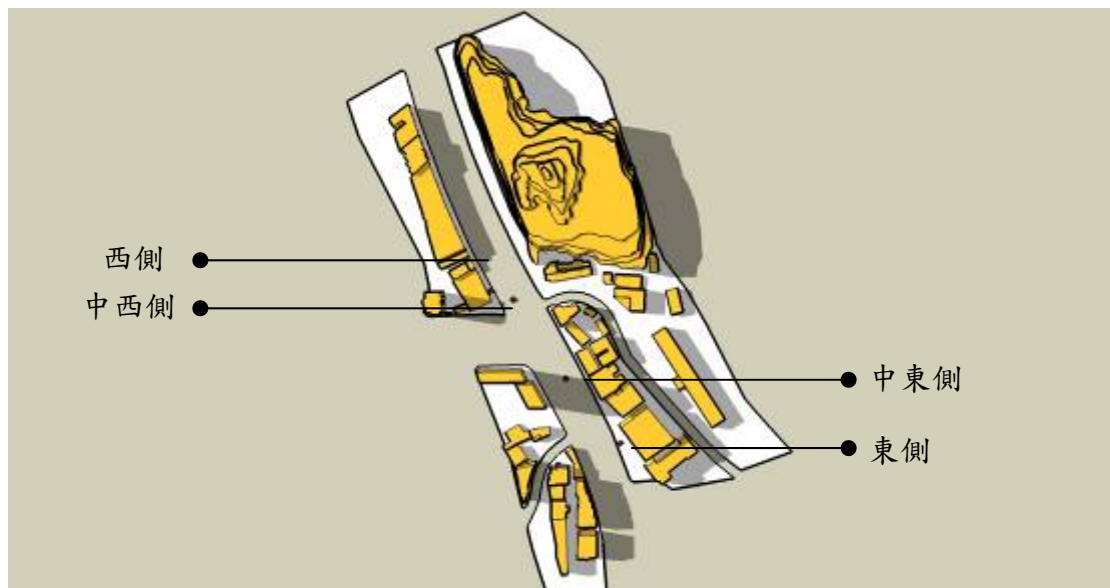
圖 5-19、師大分部站西向立面圖

(二) 日照遮蔭之影響

圖 5-20 與 5-21 為師大分部站之夏至日照模擬圖，模擬圖顯示本站於夏至日上午八點時，西側、中西側及中東側之候車位置皆受到日照影響。而夏至日下午五點時東側及中西側之候車位置受到日照之影響。從圖面可以預測，當候車環境氣溫、濕度相同且風速微弱時，本站上午東側之傳統候車環境之感受溫度將低於其他三站，而下午時則西側公車專用道及東側傳統候車環境之感受溫度將高於其他兩處。



5-20、師大分部站夏至上午八點日照模擬圖



5-21、師大分部站夏至下午五點日照模擬圖

### 第三節、小結

經過冬季、春季及夏季的實測後，發現公車專用道候車環境於冬季與春季時，各個時段的感受溫度皆低於傳統候車環境，該現象的主因為公車專用道上缺乏遮蔽物，造成較高的風速，並且測得的氣溫普遍低於傳統候車環境。春季時也具有相同的特性，但差異程度比冬季時要緩和。夏季時受到平均輻射溫度及氣溫的影響，幾乎所有公車專用道候車環境於中午及下午的感受溫度高於傳統候車環境，但是差異程度多在 $2^{\circ}\text{C}$ 之內。而夏季上午及晚上時受平均輻射溫度的影響仍尚未顯著，因此平均差異的感受溫度多在 $1.3^{\circ}\text{C}$ 之內。

空間對熱舒適影響的程度可從上述的感受溫度差異中分析出，面臨樓高較高的建築物時，平均風速常高於低矮建築物，從台電大樓站中西側及捷運公館站中西側兩站的候車環境中最為明顯。夏季時感受溫度常受到平均輻射溫度的影響，以台電大樓站為例根據7月7日中午的紀錄，中西側受到遮蔭與中東側未受遮蔭時，平均輻射溫度的差異高達 $3.1^{\circ}\text{C}$ 。由此可知高樓同時帶來正負兩面的影響，高樓產生的高樓風造成冬季時公車專用道候車環境之感受溫度降低，夏季時造成的遮蔭可以減少平均輻射溫度的影響，但是影響的程度仍要取決於街道的方位及時段。

## 第六章 結論與建議

### 第一節、結論

台北市公車專用道的設置改變候車者的環境，從路緣式候車形式轉換至分隔島式，乘客得穿越馬路，增加紅綠燈數量，減緩車流速，同時易激起乘客為搶搭公車而強行穿越馬路。因為，分隔島式位於馬路中央，設置的寬度狹窄，候車時易造成推擠效應，且空氣品質不佳對乘客健康產生長期的不良影響。此外，氣候因素更直接提高候車者暴露在不良環境的機率，不良環境意指太陽直接照射、風速過強及溫度隨季節過低或過高等，以上種種現象對於年幼長老的乘客更是一種負擔。

本研究從候車者角度出發，主要探討人對周圍熱環境的接受程度，分別由溫度、濕度、風速及輻射溫度四種影響熱舒適度之因子進行解析。為瞭解候車區的實際現象，採用實測調查方式，從測量過程中顯示出結果。除了可以了解不同的候車環境對候車者的影響，也可從另一種角度來檢視公車專用道設置後之影響。

由於受限於時間、人力與財力的影響與限制，本研究僅就台北市羅斯福路段公車專用道中的羅斯福金門街口站、台電大樓站、捷運古亭站及師大分部站作為研究對象，測量為期十一個月，地點及時間未能完全進行採樣，實為本研究之一大遺憾。此外，影響候車者舒適度的因子尚包含空氣污染、環境噪音及候車者心理層面的感受等，本研究無法針對候車者的舒適度因子進行全面性的討論，於後續研究可進一步探討。

本研究之結論如下：

- 一、冬季與春季時，受到較高的風速及略低的氣溫，公車專用道候車環境之感受溫度明顯低於傳統之候車環境。
- 二、夏季與秋季時，受到較高的氣溫與太陽照射的影響，公車專用道候車環境於中午及下午時段，其感受溫度高於傳統之候車環境。
- 三、若夏季風速偏低時，候車環境之感受溫度差異將大幅提昇。
  - 甲、此外，本研究整理出公車候車環境中微氣候的差異如下：
- 四、冬季時，公車專用道候車環境之氣溫低於傳統候車環境。
- 五、夏季時，公車專用道候車環境之氣溫高於傳統候車環境。
- 六、公車專用道候車環境之平均風速高於傳統之候車環境，且當位於高樓旁時情況更劇烈。
- 七、環境濕度低時，候車環境之感受溫度差異較明顯。
- 八、夏季時受太陽照射的候車位置其感受溫度往往比未受照射的候車位置高出3、4度。
- 九、候車位置受遮蔭與否對候車者在夏季時的熱舒適性有著相當大的影響。
- 十、受到台北市長年風向及高樓風的影響，南北走向的街道中，西側的候車環境感受溫度會低於東側。

本研究的結論中可得到，往後台北市公車專用道公車亭設計的考量，可考慮以下設計原則，包含建築設計改善手法，景觀植栽改善手法及避開不舒適環境等，詳細內容如下：

#### 建築設計改善手法—變更候車亭設計：

一、為保持冬季良好的熱舒適性，候車亭應採用包覆性較佳的外型；同時為確保夏季熱舒適性，牆面應採用可調整式牆面，便於夏季時作為通風之用，詳細設計概念如圖 6-1。

二、候車亭應增加遮蔭面積，以降低太陽輻射的影響。受限於公車專用道候車亭空間上的不足，可拉長公車候車亭的水平遮陽面，針對中午時段太陽輻射較強的時段進行改善。或是增加候車環境旁的植栽數量，利用自然植栽一方面可以增加陰影面積，另一方面可作為調整候車環境微氣候的手法，詳細設計概念如圖 6-2。

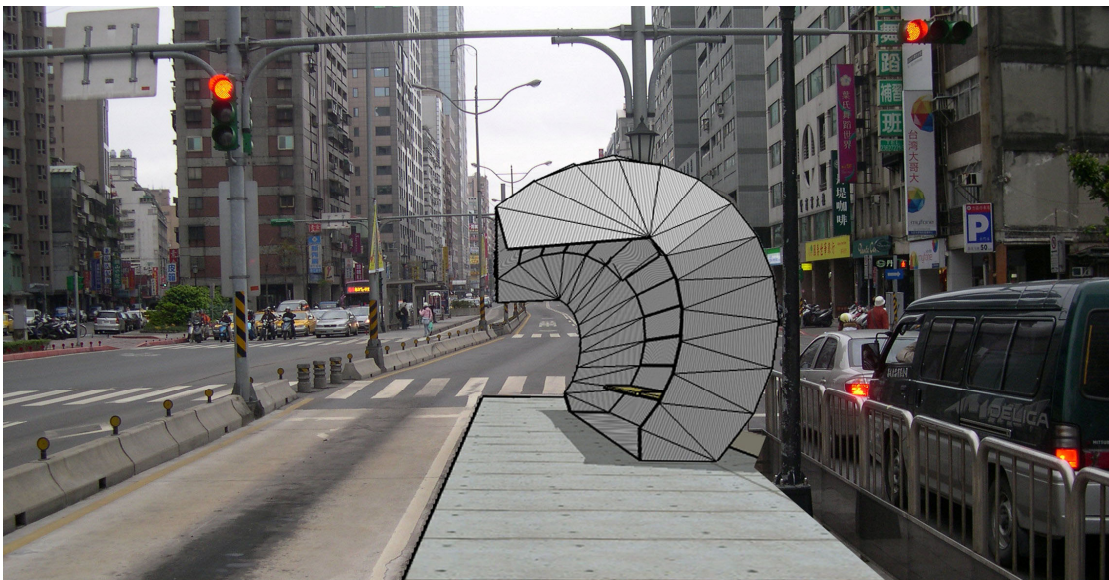


圖 6-1、公車候車亭模擬示意圖

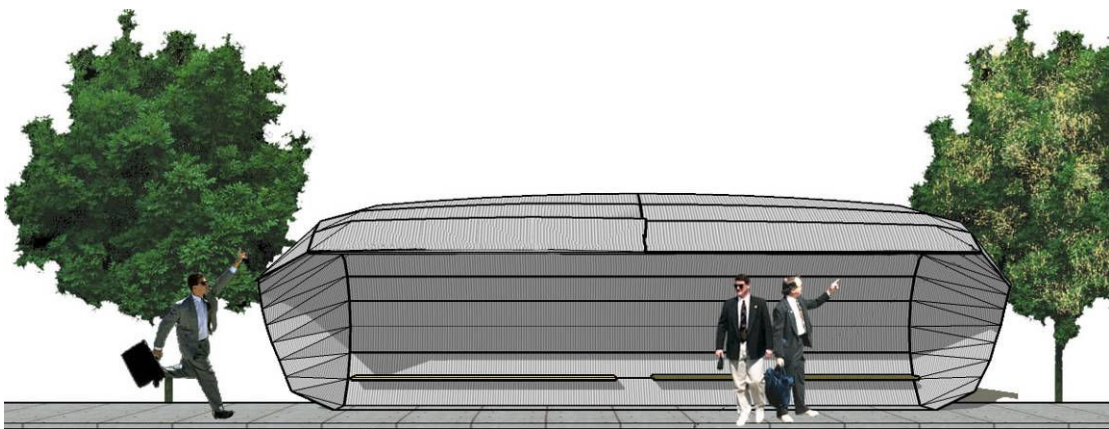


圖 6-2、公車候車亭立面示意圖

#### 景觀植栽改善手法—增加行道樹：

三、由於公車專用道候車環境具有高風速的特性，冬季時容易使候車者感到不舒適，因此，如透過增加行道樹來改變候車環境的微氣候，一方面可減低風速，另外也可以增加增蔭面積及調節溫濕度，唯獨在進行植栽工程時必須考量避免遮蔽駕駛及候車者的視線範圍。

#### 避開不舒適環境—變換候車位置：

四、從本研究結論中可瞭解公車專用道候車環境之熱舒適度，明顯差於傳統的公車候車環境。另外，位於道路中央的候車亭迫使候車者必須行走行人穿越道才能到達，而少數候車者會選擇直接穿越道路而不走行人穿越道，無形中都可能間接危害候車者的安全。因此，若道路容量容許，應盡量避免將公車專用道設置於道路中央，藉此營造一個更舒適且便利的候車環境。

綜合本研究之調查結果與分析後，發現不同季節中公車專用道之候車環境有不同的影響。而公車專用道候車環境冬冷夏熱的特性，對候車者在熱舒適性的觀點中的確不如傳統的候車環境。上述分析結果皆為本研究經過十一個月的實測所得出的心得，不但顯示出不同候車環境的特性外，也期望本文可提供未來規劃公車候車位置時的另一種考慮面向，未來設置之公車專用道不但可以快速便捷，更是一個對候車者友善且舒適的候車環境。



## 第二節、建議

本研究屬於實測性的研究，缺點在於人物力成本高，欠缺重複性與充足的實驗次數，同時也可能受到特殊氣候與不同日期交通顛峰時段的影響，而改變部分實驗數據的代表性。此外，本研究只探討在人體舒適度中的熱舒適的影響，對於其他生理影響因素，如：噪音的影響、眩光的影響、街道家具的安排及汽車廢氣的影響等；另有心理層面的舒適度的影響，如：街道景觀的美化、候車時對於兩旁車輛過快的車速造成的不安全感、傳統及公車專用道並存站牌時容易混淆候車者的判斷等，都是本研究有待進一步探討候車者舒適度不足的地方。再後續研究中應就質與量同時加強。

從本研究的結果可知冬、春季時較高的風速將造成候車者的不舒適性，夏、秋季時太陽照射及偏低的風速將造成候車者的不舒適性。鑑於此，提供一個良好舒適的候車環境必須在冬、春季時躲避強風，夏、秋季時增加遮蔭與通風。現行台北市公車專用道候車處通常設置於靠近道路中央處，該位置之特性為較高的風速與較長的日照時間。冬、春季時若要改善該處之舒適性，可以提供遮蔽性較佳的空間來躲避冷風；夏、秋季時則必須同時考慮遮陽與通風以增加舒適性。因此，一個可同時通風又遮風的牆面是公車專用道候車亭的設計重點，若藉由百葉窗作為牆面，在夏季時可調整至通風狀態，冬季時則關閉來遮蔽強風，如此一來，便可提高目前公車候車環境的舒適度。

營造一個舒適的空間應為都市規劃者共同努力之目標，然而過份重視交通效率的規劃思維，是否也同時造成規劃時的盲點。本研究呈現的羅斯福路公車專用道之候車環境之現象雖無法代表全台北市公車專用道候車環境，但是往後規劃者仍可針對公車候車站周遭建築物的特性進行選址。公車候車亭的設計者也可針對冬季時的防風設置與夏季時提供良好的遮蔭來進行設計，如此便可提高候車環境的熱舒適性，同時為交通效率與候車者的舒適性創造一個雙贏的空間。

## 參考文獻

## 一、中文部分

1. 丁育群, 朱佳仁, 2000, 『高層建築物風場環境評估準則研議』, 內政部建築研究所, 台北市。
2. 于英心, 2004, 『人體生理學』, 九州圖書, 台北, p.359-383。
3. 田中俊六、武田仁、足立哲夫、土屋喬雄共著, 簡裕榮、薛寧心譯, 2004, 『最新建築環境工學』, 六合出版社。
4. 朱佳仁, 2006, 『風工程概論』, 科技圖書, 台北市。
5. 交通部科技顧問室委託, 2004, 『公車捷運化設計手冊之研究(1/2)』, 鼎漢國際工程顧問公司辦理。
6. 任維廉、胡凱傑, 2001, 『大眾運輸服務品質量表之發展與評估—以台北市公車系統為例』, 運輸計劃季刊, 第三十卷, 第二期, p.371-408。
7. 李守璋、黃政達、邱英浩、郭中人、蔡耀賢、周伯丞, 2007, 『都市環境風場對行人舒適度影響之初步探討』, 中華民國建築學會第十九屆第一次建築研究成果發表會。
8. 李克聰, 2001, 『大眾運輸學』, 俊傑書局, 台北市。
9. 林正常, 王順正等, 2005, 『日常生活身體活動的能量消耗研究』, 運動生理暨體能學報第二輯, p.55-65。
10. 林正常, 1997, 『運動生理學』, 師大書苑, 台北, p.267-297。
11. 郭中人, 2007, 『空間 視覺 感知』, 曉園出版社, 台北市。
12. 張學孔, 2005, 『北京公車捷運系統發酵效應』, 營建評論, 265期。
13. 張學孔, 2001, 『永續發展與綠色交通』, 經濟前瞻, 第七十六期, p.116-121。
14. 張有恆, 2002, 『都市公共運輸』, 華泰文化事業, 台北市。
15. 張有恆, 1993, 『都市大眾運輸: 系統與技術』, 華泰書局, 台北市。
16. 陳啟中, 2000, 『建築物理概論』, 詹式書局, 台北, p.39-48。
17. 陳武正, 1976, 『台北地區大眾運輸系統規劃』, 都市與計劃, 第二卷, p.131-132。
18. 彭英毅、彭清次, 1982, 『運動生理學』, 合記書局, 台北。
19. 鄭元良, 賴榮平等, 2004, 『歷史建築再利用溫熱環境調查及測定技術之探討』, 中華民國建築學會第十六屆建築研究成果發表會。
20. 劉瑞麟、張自立, 2006 『羅斯福路公車專用道實施檢討』, 都市交通季刊, 第二十卷, 第四期, p.42-68。
21. 劉明揚, 2001, 『大氣測計學』, 國立編譯館, 台北市。
22. 賴榮平、林憲德等, 1991, 『建築物理環境』, 六合出版社, 台北, p.1-11。
23. 濮大威等, 2004, 『公車捷運系統(BRT)簡介』, 都市交通季刊, 第十九卷, 第二期, p.57-67。
24. 濮大威等, 2004, 『公車捷運系統本土化課題探討』, 都市交通季刊, 第十九卷, 第二期, p.68-85。

## 二、英文部分

1. Agnes Gulyas, Janos Unger, Andreas Matzarakis, 2006. "Assessment of the microclimatic and human comfort conditions in a complex urban environment: Modelling and measurements." *Building and Environment* 41 pp.1713–1722.
2. ASHRAE ( American Society of Heating and Refrigerating Engineers ), *Handbook of Fundamentals: Physiological Principles, Comfort, Health*, New York, 1997.
3. Baruch Givoni et al. 2003. "Outdoor comfort research issues." *Energy and Buildings* 35 pp. 77–86.
4. Chungyoon Chun, Akihiro Tamura, 2005. Thermal comfort in urban transitional spaces, *Building and Environment* 40 pp.633–639.
5. De Dear RJ, Spagnolo JC. 2002. "Thermal Comfort Outdoors." The 10th International Conference on Environmental Ergonomics (ICEE2002), Fukuoka, Japan.
6. De Dear, R., Pickup, J. 2000. "An Outdoor Thermal Environment Index (OUT\_SET\*) - Part II - Applications." In, de Dear, R., Kalma, J., Oke, T., Auliciems, A. (eds.), *Biometeorology and Urban Climatology at the Turn of the Millenium. Selected Papers from the Conference ICB-ICUC'99 (Sydney, 8-12 Nov. 1999)*. WMO, Geneva, WCASP-50, pp. 258-290.
7. E.M. Sterling, A. Arundel and T.D. Sterling, 1985. "Criteria for human exposure to humidity in occupational buildings, *ASHRAE Trans* 91, pp. 611–620.
8. Fazia Ali-Toudert, Helmut Mayer. 2006. Numerical study on the effects of aspect ratio and orientation of an urban street canyon on outdoor thermal comfort in hot and dry climate. *Building and Environment Volume 41, Issue 2*, pp. 94-108.
9. Gulyás, Á., Matzarakis, A., 2007. Selected examples of bioclimatic analysis applying the physiologically equivalent temperature in Hungary. *ACTA CLIMATOLOGICA ET CHOROLOGICA* 40-41, pp. 37-46.
10. Gerd Jendritzky, A. Maarouf, D. Fiala, H. Staiger, 2002. "An update on the development of a universal thermal climate index." *UTCI - ICB 02*.
11. H. Holger Koss, 2006. "On differences and similarities of applied wind comfort criteria." *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics* 94 pp.781-797.
12. Höppe, P. R. 1999. "The physiological equivalent temperature – a universal index for the bio-meteorological assessment of the thermal environment." *Int. J. Biometeorol.* 43. pp. 71-75.
13. H. Rohles. 1980. "Temperature or temperament: a psychologist looks at thermal comfort." *ASHRAE Transactions* 86 (1) pp.5-13.
14. J. Bouyer, J. Vinet et al. 2007. "Thermal comfort assessment in semi-outdoor environments: Application to comfort study in stadia." *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics* 95 pp. 963–976.

15. J. Nakano, K. Sakamoto, T. Iino and S. Tanabe, 2006. "Thermal comfort conditions in train stations for transit and short-term occupancy." Proceedings on Comfort and Energy Use in Buildings—Getting Them Right Windsor, UK, April.
16. Junta Nakano, Kiyoshi Sakamoto, Tadashi Iino, Shin-ichi Tanabe, 2004. "Thermal comfort in transitional spaces—basic concepts: literature review and trial measurement." *Building and Environment* 39 pp.1187 – 1192.
17. Jennifer Spagnolo, Richard de Dear. 2003. "A field study of thermal comfort in outdoor and semi-outdoor environments in subtropical Sydney Australia." *Building and Environment* 38 pp.721-738.
18. J.Potter, R. de Dear, 2000. "Field study to calibrate outdoor thermal comfort index. In: *Biometeorology and urban climatology at the turn of the millennium.*" De Dear, Kalma, Oke and Auliciems (Eds.), World Meteorological Organization, WCASP-50, WMO/TD-No.1026, Geneva, pp. 315-320.
19. J.F. Busch, 1990. "Thermal responses to the Thai office environment." *ASHRAE Transactions* 96 (1) pp. 859–872.
20. K wang Sik Kim, John Dichey. 2006. "Role of urban governance in the process of bus system reform in Seoul." *Habitat International* 30 pp.1035-1046.
21. L. Doulos, M. Santamouris, I. Livada. 2004. "Passive cooling of outdoor urban spaces. The role of materials." *Solar Energy* 77 pp.231–249.
22. Matzarakis, A., Rutz, F., Mayer, H., 2007. "Modelling Radiation fluxes in simple and complex environments Application of the RayMan model." *International Journal of Biometeorology* 51, pp. 323-334.
23. Matzarakis, A., Gulyás, Á, 2006. "A contribution to the thermal bioclimate of Hungary – Mapping of the physiologically equivalent temperature." In: Kiss, A., Mezösi. G, Sümeghy. Z. (Eds.) *Landscape, Environment and Society. Studies in Honour of Professor Ilona Bárányi-Kevei on the Occasion of Her Birthday.* SZTE Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék, Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, Szeged, pp. 479-488.
24. Matzarakis, A., Rutz, F., 2005. "Application of RayMan for tourism and climate investigations." *Annalen der Meteorologie* 41, Vol. 2, pp. 631-636.
25. Matzarakis, A.; Rutz, F.; Mayer, H., 2000. "Estimation and calculation of the mean radiant temperature within urban structures." In: *Biometeorology and Urban Climatology at the Turn of the Millenium* (ed. by R.J. de Dear, J.D. Kalma, T.R. Oke and A. Auliciems): Selected Papers from the Conference ICB-ICUC'99, Sydney, WCASP-50, WMO/TD No. 1026, pp.273-278.
26. Mayer, H. – Matzarakis, A. 1997. "The urban heat island seen from the angle of human-biometeorology. " *Proceed. Int. Symposium on Monitoring and Management of Urban Heat Island*, Fujisawa, Japan. pp. 84-95.

27. Melbourne, W.H. 1978. "Criteria for environmental wind conditions, *J. of Industrial Aerodyn.*, 3, pp.241-249.
28. Nielsen B, 1990. "Solar heat load: heat balance during exercise in clothed subjects." *Eur J Appl Physiol* 60(6) pp. 452–456.
29. Ogawa T, Sugenoja J, Ohnishi N, Natsume K, Ochiai M, Nishida M, Shinoda N, Katoh K, Imamura R., 1991. "Dynamic sweating response of man to infrared irradiation in various spectral regions." *Int J Biometeorol* 35(18) pp. 18–23.
30. Peter Hoppe. 2002. "Different aspects of assessing indoor and outdoor thermal comfort." *Energy and Buildings* 34 pp.661-665
31. Pickup, J., de Dear, R. 2000. "An Outdoor Thermal Comfort Index (OUT\_SET\*) - Part I - The Model and its Assumptions." In, de Dear, R., Kalma, J., Oke, T., Auliciems, A. (eds.), *Biometeorology and Urban Climatology at the Turn of the Millenium. Selected Papers from the Conference ICB-ICUC'99 (Sydney, 8-12 Nov. 1999)*. WMO, Geneva, WCASP-50, pp. 279-283.
32. Pickup, J., Dear, R.D., 1999. "An outdoor thermal comfort index (OUT-SET\*)." In: *15th ICB& ICUC, Macquarie University Sydney*, 6p.
33. Penwarden, A.D. 1973. "Acceptable wind speeds in towns", *Build. Sci.*, 8, pp.259-267.
34. P.O. Fanger, 1972. "Thermal Comfort." McGraw-Hill Company, New York.
35. Rohles, F. H., and Nevins, R. G., 1971. "The Nature of Thermal Comfort for Sedentary Man." *ASHRAE Transactions*. Vol. 77. Part 1. pp. 239-246.
36. Roller WL, Goldman RF. 1968. "Prediction of solar heat load on man." *J Appl Physiol* 24(5):717–721.
37. Simon G. Hodder, Ken Parsons., 2007. "The effects of solar radiation on thermal comfort." *Int J Biometeorol* 51 pp. 233–250.
38. Steadman, R.G. 1994. "Norms of apparent temperature in Australia." *Aust. Met. Mag.*, 43, pp.1- 16.
39. Steadman, R.G. 1984. "A Universal Scale of Apparent Temperature." *J. Climate and Appl. Meteor.*, 23, pp. 1674-1687.

三、網站部分

1. Environment Canada's Wind Chill Program.  
[http://www.msc-smc.ec.gc.ca/education/windchill/index\\_e.cfm](http://www.msc-smc.ec.gc.ca/education/windchill/index_e.cfm)
2. Peopleandplanet.net, 2006. "Beijing bus rapid transit line exceeding expectations."  
Civil Engineering May 2006.
3. Rayman model. <http://www.mif.uni-freiburg.de/rayman/description.htm>
4. UTCI, Universal Thermal Climate Index. <http://www.utci.org/index.php>
5. 台北市政府警察局交通警察大隊 <http://td.tcpd.gov.tw/>
6. 台北市交通管制工程處 <http://www.bote.taipei.gov.tw/>
7. Google Map

四、報紙部分

1. 自由時報，2006/05/11。
2. 自由時報，2006/07/29。



### 評題評審意見回應表

- 一、評審時間：中華民國 96 年 12 月 5 號 星期三
- 二、評審老師：廖慶隆、丁育群、郭中人
- 三、論文題目：以人體舒適度檢視台北市公車專用道之設置-以羅斯福路段為例
- 四、評審意見回應如下：

評審老師	項目	評審意見	回應
廖慶隆	1	從以人為本的角度來探討交通是很好的出發點。	在第一章緒論中強調人本交通對的本研究的啟發。
	2	可探討層面較廣的舒適度,包含視覺、上下車的舒適度、空氣品質等。	由於研究時間的限制,將探討因子注重在人體熱舒適的影響,其他因子將於後續研究中再討論。
	3	將最初政府設置公車專用道的原因與目前實施的現狀來比較,是否有違當初的設置目的。	已在文獻回顧中整理出六點當初設置羅斯福路公車專用道的原因。(p.2-9)
丁育群	1	從過馬路到候車亭道上車及下車,每個節點都要搜索內、外、動態與靜態舒適度。	將在研究範圍中再將研究動線定義清楚。
	2	要有特定的指標來檢視舒適度	本研究以 PET、SET*作為檢視熱舒適之指標。
	3	題目可進行一些修正,『以使用者舒適度檢視台北市公車專用道相關設施之探討』。	為了將舒適度定義在人體熱舒適性範圍,因而將題目設定為人體熱舒適度。研究對象係針對公車使用者,將在擬定研究範圍時說明。
	4	擴充探討的因子,將探討的層面擴展,例如地下有無捷運等。	由於研究時間的限制,將探討因子注重在人體熱舒適的影響,其他因子將於後續研究中再討論。
郭中人	1	羅斯福路是台北市爭議較嚴重的一條公車專用道,因此有研究的意義。	台北市目前有 13 條公車專用道,其中以羅斯福路最具爭議,因此探討羅斯福路段。
	2	係以老百姓的角度來看公共工程設施的論文。	在第一章緒論中強調人本交通對的本研究的啟發。並於文獻回顧中強調本研究之概念。
	3	如何呈現一個大眾能夠理解的結果,而不是一些數據。	將人體著衣量與活動量以固定值帶入,單純分析環境因子的差異。

### 期初評審意見回應表

- 一、評審時間：中華民國 97 年 1 月 14 號 星期一
- 二、評審老師：廖慶隆、丁育群、郭中人
- 三、論文題目：以人體舒適度檢視台北市公車專用道之設置-以羅斯福路段為例
- 四、評審意見回應如下：

評審老師	項目	評審意見	回應
廖慶隆	1	參考公車專用道，BRT，LRT 之發展構想，做比較完整的敘述。	將 BRT 與 LRT 之比較加進第二章文獻回顧中 p.2-9。
丁育群	1	車站型式之比較可設計一個較簡明辨別的表格作分析。	車站型式比較表放置於 p.3-3。
	2	可增加部分說明為何捷運已完成而汽機車仍多？	已於研究動機中加以說明 p.1-1。
	3	適度說明舒適度之定義，及是否部分說明心理因素之影響。	候車環境之舒適性之定義，已於研究範圍 p.1-2 中，進一步解釋。心理因素之影響於 p.1-5 有進一步之探討。
郭中人	1	參考兩位老師的意見進行修改。	將根據兩位老師意見修改。

### 期中評審意見回應表

- 一、評審時間：中華民國 97 年 4 月 30 號 星期三
- 二、評審老師：廖慶隆、丁育群、郭中人
- 三、論文題目：以人體舒適度檢視台北市公車專用道之設置-以羅斯福路段為例
- 四、評審意見回應如下：

評審老師	項目	評審意見	回應
廖慶隆	1	實驗計畫已有初步架構，但有關量測時間建議有一部份作更細分的量測，可以瞭解微觀之變化。	將針對部分時段密集進行實測，以便瞭解該環境微觀之變化。
丁育群	1	探討道路分級時可以圖示(剖面圖)表示。	謝謝該意見，將針對道路分級以圖示加強說明。
	2	實驗時間應多樣化並增加星期一，增強取樣時間之代表性。	將在未來實測日期中加入星期一，加強取樣的代表性。
	3	可針對蟾蜍山與公館區域間微氣候的差異性進行討論。	將於結果與討論章節中針對該區域進行探討。
郭中人	1	台北之一年氣候變化為何？取樣時間是否具代表性	在 3-6 頁中針對台北市氣候型態進行分析，並解釋取樣月份的代表性。
	2	微氣候之影響與數據關聯之說明需加強。	謝謝該意見，將在結果與討論中，加強論述微氣候的變化與候車環境間的關係。

### 期末評審意見回應表

- 一、評審時間：中華民國 97 年 11 月 25 號 星期二
- 二、評審老師：廖慶隆、吳光庭、郭中人
- 三、論文題目：以人體舒適度檢視台北市公車專用道之設置-以羅斯福路段為例
- 四、評審意見回應如下：

評審老師	項目	評審意見	回應
廖慶隆	1	分析台北市各公車專用道的特色，並說明為何挑選羅斯福路公車專用道為研究對象。	已在第一章緒論中分析台北市各公車專用道的特質，並說明羅斯福路公車專用設置方位的特性。
	2	提出不良候車環境的解決方式	已在結論中針對不良候車環境，提出不同的解決方式。
吳光庭	1	論文架構完整，主題論述尚稱清晰完整	謝謝該意見。
	2	是否考慮都市常年物理環境之資料做為參考，尤其從都市永續發展的角度來看，本研究案的研究事實上反映了一部份都市發展的問題。因此，考慮若干基本資料為研究背景之參考，提供參考。	已將台北市大範圍都市物理環境之特性列入實驗計畫章節中進行探討。
	3	建議最後結論部分應附上設計示意圖會較為完整且有意義。	將在結論中針對本研究提出的改善意見，繪製候車亭可改進部分之示意圖。
郭中人	1	加強結論與建議並落實研究目的。	於結論與建議章節中，說明本研究對候車環境提出可解決之手法。

## 附錄二：個人簡歷

姓名：胡文菡 (Hu, Wen-Chang)

出生地：台中市

出生日期：1983年7月15日

電子信箱：linkcorb@hotmail.com



### 學歷：

2005.09-2009.01，中國文化大學 建築及都市計畫研究所 碩士

2001.09-2005.06，中國文化大學 建築及都市設計學系 學士

1998.09-2001.06，台中縣明道中學 建築製圖科

### 經歷及證照：

2008，黃秀莊建築師事務所實習

2008，張榮發基金會 長榮海事博物館 導覽志工

2008，TOEIC 多益英文檢定 750 分

2005-2007，榮獲中國文化大學環境設計學院獎學金共兩次

2004，森環總和計畫集團實習

2004，2004年國際抗震盃地震工程模型製作競賽 大專組第二名

2001，建築製圖乙級技術士

2000，建築製圖丙級技術士

### 著作：

胡文菡、郭中人，2006，〈都市熱島效應因子量化模擬之初探-以熱力學為例〉，《建築學會第十八屆》，台北。

胡文菡、郭中人，2006，〈環境污染數位模擬平台之建置〉，《第四屆數位地球研討會》，台北。

胡文菡、郭中人，2006，〈都市環境模擬平台之建置〉，《2006設計與文化學術研討會》，台北。

胡文菡、郭中人，2006，〈智慧調整型基因演算法於環境模擬之應用〉，《2006科技與社會學術研討會》，新竹。

郭中人、胡文菡，2007，〈都市熱島效應數位模擬平台之建置〉，《第五屆數位地球研討會》，台北。

郭中人、胡文菡，2008，〈以行人風場檢視中國文化大學華岡校區之配置〉，《第六屆數位地球研討會》，台北。

郭中人、胡文菡，2008，〈以行人風場檢視台北市公車專用道之設置-以羅斯福路台電大樓站為例〉，《創新設計思維國際學術研討會》，桃園。

郭中人、胡文菡，2008，〈以人體舒適度檢視台北市公車專用道之設置-以羅斯福路台電大樓站為例〉，《2008景觀論壇》，台北。