

臺中市政府 104 年度市政發展研究論文獎助計畫
論文節錄重點

聽覺與嗅覺對熱舒適與熱適應之影響

A Study on the Influences of Auditory and Olfactory Sense
on Thermal Comfort and Thermal Adaptation

研 究 生：謝燕芬

指 導 教 授：歐聖榮、吳振發

學 校：國立中興大學

系 所：園藝學系

中華民國 104 年 7 月

摘要

本研究嘗試將聽覺與嗅覺和人類的熱舒適感受與熱適應方式作連結，研究目的包含：1. 找尋能改善戶外熱舒適的聽覺及嗅覺刺激源，2. 建構戶外熱環境的熱適應構面，並提出適合用於戶外環境使用者熱適應調查的題項，3. 探討聽覺與嗅覺刺激源可以影響熱感覺的適用熱環境類型，4. 驗證聽覺與嗅覺刺激源對熱舒適與熱適應之提升效果之研究結果。以台中市民廣場為基地，期望研究結果能提供熱舒適相關研究者，在熱適應方式的調查及戶外熱舒適的研究有更多元的思考，並幫助台中市景觀規劃設計者多採用感官刺激方式營造更舒適的公園綠地熱環境，以增加民眾到戶外活動的意願，提升民眾健康及節約室內能源使用，以落實低碳與永續發展。

本研究依循研究主題擬定一系列四項研究，研究一以開放式問卷搭配次數分析方法，尋找多數受測者認為可以改善熱舒適的聽覺與嗅覺刺激源；研究二以文獻回顧找尋熱適應策略，並以民族誌研究法進行戶外訪談及觀察補充熱適應策略，接續進行問卷調查，並以項目分析、探索性因素分析及驗證性因素分析等方式進行分析驗證，以擬定適合戶外熱適應調查的完整測驗題項；研究三以實驗研究中的控制組設計，在高溫與低溫環境進行實驗，比較加入薄荷味或水流聲及未加入刺激源，受測者熱感覺之差異，分析方式為 t 檢定；研究四以實驗研究中的控制組設計及比較設計，討論 6 種涼感刺激源於高溫環境，及 6 種暖感刺激源於低溫環境，對受測者熱舒適與熱適應的影響，分析方式為 t 檢定及 ANOVA。

研究結果發現，聽覺與嗅覺刺激源僅於相對應的環境對熱感覺有影響，而受測者提供的刺激源中，水流聲、風鈴聲、薄荷味與青草味等四項涼感刺激源對高溫環境的熱舒適提升確實有顯著的效果，並且水流聲與薄荷味的提升效果最好。而蟬鳴聲、燒柴聲、搖滾樂聲、烤肉味、火鍋味與飯香味則皆能使人有變暖的感覺。而人們平常會使用的熱適應方式可以歸納為內化控制、心理轉移、消極因應、移置取向行為、材料輔助行為與代謝相關行為等六個構面共 19 項熱適應內容，其中不論於低溫或高溫環境，移置取向行為和材料輔助行為兩大構面皆為人們最常使用的熱適應方式。而聽覺與嗅覺刺激源中，可以發現青草味、森林味、蟬鳴聲、搖滾樂聲、火鍋味及飯香味皆會使得熱適應方式改變，包含降低消極因應、移置取向行為與材料輔助行為，及提升心理轉移與代謝相關行為等。

目錄

壹、前言或研究緣起.....	2
貳、研究目的與重點.....	4
參、文獻探討.....	5
肆、改善戶外熱舒適的聽覺與嗅覺刺激源探討.....	9
伍、戶外熱適應測驗題項建立.....	10
陸、水流聲與薄荷味於高低溫環境對熱感覺之影響.....	18
柒、聽覺與嗅覺對熱舒適與熱適應之提升效果.....	20
捌、結論及政策建議.....	25
玖、參考文獻.....	30

壹、前言(詳見論文第壹章)

全球暖化現象使得台灣氣溫逐年提升，自 1897 至 2008 年台灣平均氣溫上升 0.8°C ，台中市等都會區更上升了 1.4°C (中央氣象局，2009)，此現象增加了台灣民眾在戶外環境活動的不舒適感受，尤其在都市中的戶外環境更為明顯，嚴綾(2012)研究中即指出都市地區的溫度比鄉村地區平均高了 6 度，不舒適感相對更高，民眾不愛出門並間接提升了室內能源的使用，因此如何提升人們在台中都市戶外空間的熱舒適，是在都市景觀規劃設計領域中重要的研究議題。台中戶外熱環境的變化加劇會時常影響人們的生活，可能讓人產生熱、冷、濕黏或乾燥等生理上的不舒適，並且會影響人們的心情 (Keller et al., 2005)。我們欲以台中戶外公園熱環境的改善及熱舒適的提升作為探討重點，因此我們收集了熱舒適及熱適應的相關文獻，來了解我們可以深入探討的方向。

台灣氣候濕熱，夏季氣溫往往超過 30°C 以上，在戶外環境欲達到熱舒適，似乎有一定的困難度，因此若欲達到熱舒適，可能需要藉由一些媒介或熱適應方法進行調整。Djongyang、Tchinda 與 Njomo (2010) 提及熱舒適感受可藉由心理等不同因素進行控制，因此為了找出能幫助人們適應天氣高低溫變動的方法，使人們到戶外活動的意願不要受到熱不適因素影響，本研究參考過去文獻描述人體的共感覺可能會使得不同感官知覺對熱舒適產生影響 (Candas & Dufour, 2005; Centnerová & Boerstra, 2010; Dong, Chudler, Sugiyama, Roberts, & Hayashi, 1994)，擬由感官知覺方面進行研究，探討不同感官知覺刺激對熱舒適度及熱適應反應的影響程度。

過去相關研究對視覺已有些許著墨，而「腦內革命」一書作者春山茂雄醫學博士強調人的五感不運用會漸漸退化，所以不應該只重視視覺，多多使用其他感覺也很重要。因此本研究想要瞭解，除了最常被大眾討論的視覺感官外，另外兩項重要的人類知覺：聽覺及嗅覺，是否也能被利用以改善熱舒適感受呢？過去研究提及聽覺、嗅覺及熱感覺可能會在人體產生共感覺進行相互影響 (Candas & Dufour, 2005; Centnerová & Boerstra, 2010)，但是探討聽覺、嗅覺與熱舒適關係之文獻稀少，對於這方面議題尚有許多探討空間。因此本研究擬探討有哪些聽覺與嗅覺刺激源可以用來改善熱舒適，希望此研究成果可以發現可用於減輕熱不適的聽覺或嗅覺刺激源，為熱舒適的提升，開啟另一種思考方向。

而針對這些可能用以改善熱舒適的聽覺與嗅覺刺激源，我們還不能確定這些刺激源對人類熱舒適的改善效果如何，因此本研究希望進一步探討可能用來改善熱舒適的聽覺與嗅覺刺激源，它們對熱舒適及熱適應的影響程度有多高呢？針對熱適應，是否能降低行為適應使用、減少因熱不適而離開的念頭呢？這是本研究欲進一步深入了解的問題。因此本研究擬訂一系列研究來檢驗聽覺與嗅覺刺激源對熱舒適與熱適應的影響。首先我們發現，過去研究中，針對熱舒適的調查已有了可依循的問卷調查方法，可以有效的得到受測者的熱舒適感受 (林子平、林彥廷, 2007; 吳芊菁, 2011; 高珮詩, 2007; Djongyang et al., 2010; Hwang, Lin, Cheng, & Lo, 2010; Lin, 2009)，但針對熱適應，在過去研究使用的問卷調查方法中，問卷項目沒有被完整的收集分類，使得研究者難以以問卷調查方式窺得受測者較全面的熱適應方式 (李建鋒, 2008; 林子平、林彥廷, 2007; 吳芊菁, 2011; 高珮詩, 2007; 鄭明仁、羅仁豪、李建鋒, 2009; Baker & Standeven, 1994, 1996; Benton & Brager, 1994; Brager & de Dear, 1998; Hwang & Chen, 2010; Indraganti, 2010; Lin, 2009; Lin, Hwang, Huang, Sun, & Huang, 2010; Lin, Tsai, Liao, & Huang, 2013)。因此本研究首先進行戶外熱適應測驗題項的建立工作，先建立一套可以有效了解受測者熱適應方式的題項，使得聽覺與嗅覺刺激源對人們熱舒適與熱適應影響程度的檢驗可以順利進行。

由於改善熱舒適的刺激源有分成變溫暖及變涼爽兩種類型，因此我們擬先由先驅研究：「水流聲與薄荷味於高低溫環境對熱感覺之影響探討」來探討刺激源對溫度感受的影響是否在高溫和低溫環境都有效果，亦或是溫

度感受改變的效果僅於相對應的環境中呈現，再接續利用實驗：「聽覺與嗅覺對熱舒適與熱適應之提升效果」來探討不同刺激源影響程度的高低。希望研究成果可以幫助台中戶外熱環境提升舒適感受，增加民眾到戶外活動的意願，以幫助身體健康，並節約室內能源使用，以落實低碳與永續發展。

貳、研究目的與重點(詳見論文第壹章)

本研究之研究目的乃在探討聽覺與嗅覺的刺激對戶外環境熱舒適的影響，能否用以改善熱不適感受，進而影響人們的熱適應。本研究欲探討聽覺元素及嗅覺元素對人的冷熱感受、熱舒適感受及熱適應之影響，並了解這些影響適用的環境，及何種聽覺元素及嗅覺元素易讓人感覺溫暖或涼爽，希望能提出適用於台中戶外公園綠地熱不適狀況的改善方法。以下為本研究四項研究目的。根據研究目的訂定研究重點架構，如圖 2-1 所示。

- 一、 找尋能改善戶外熱舒適的聽覺及嗅覺刺激源。
- 二、 建構戶外熱環境的熱適應構面，並提出適合用於戶外環境使用者熱適應調查的題項。
- 三、 探討聽覺與嗅覺刺激源可以影響熱感覺的適用熱環境類型。
- 四、 驗證聽覺與嗅覺刺激源對熱舒適與熱適應之提升效果。

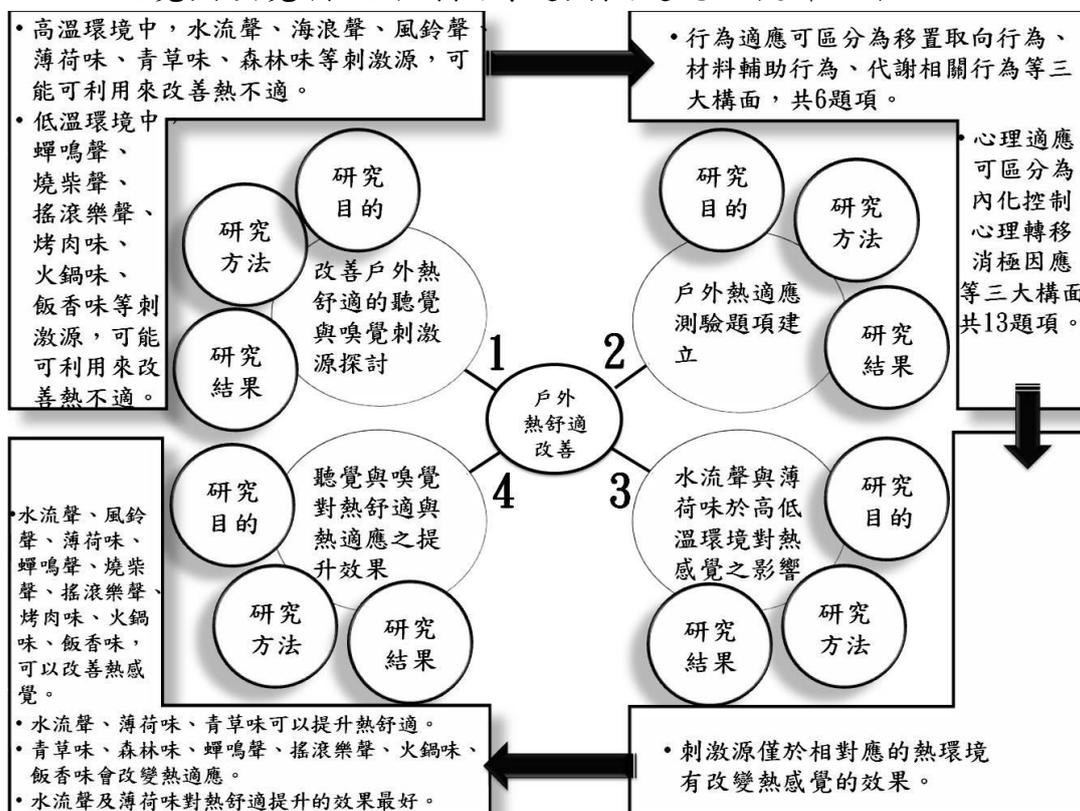


圖 2-1 研究重點架構圖

參、文獻探討(詳見論文第貳章)

一、熱舒適

「熱舒適」被表示為人對所處的熱環境表示滿意時的狀況，為 80% 以上的使用者表示當下氣候條件為可接受，受許多身體、生理、心理和其他因素的影響，是一動態的認知調適過程。本研究應用文獻回顧法搜尋熱舒適相關文獻，彙整 1994 年至 2011 年熱適應相關研究共 57 篇。將這些相關研究進行理論定義、人體熱平衡、影響熱舒適的因素、熱舒適模型、熱舒適指標、熱舒適研究調查方法及熱舒適研究重要結果等主題彙整，以瞭解熱舒適概念。

由過去熱舒適研究的研究區域，可發現氣候較為濕熱的東南亞及亞洲地區，由於有較炎熱且不舒適的天氣，使得熱舒適相關研究更為重要。熱舒適過去主要的研究主題圍繞於實地調查、熱環境調節設施、熱環境控制策略、模型修正與建立熱舒適指標、模式評估與應用、熱舒適影響因子探討、熱適應探討與回顧性研究等。過去研究早期多為室內研究，以空調及通風大樓的熱舒適度調查改善為主，而近期開始大量出現戶外環境的實測研究，多數研究為都市戶外空間之熱舒適實測（方澄喬，2009；李建鋒，2008；林子平、林彥廷，2007；林益崧，2009；吳芋菁，2011；邱英浩，2009；胡文菖，2009；倪詩琪，2011；嚴仕杰，2009；鄭明仁等人，2009；Chang et al., 2007; Deb & Ramachandraiah, 2011; Hwang et al., 2010; Hwang et al., 2011; Lin, 2009; Lin, Matzarakis, & Hwang, 2010; Oliveira & Andrade, 2007; Lin et al., 2013; Thorsson et al., 2007; Tung et al., 2014; Xu et al., 2010)。於熱舒適改善方法的研究相對有較多待釐清的項目，過去研究提及影響熱舒適度的因子除了生理條件及物理條件外，尚有其他許多因素會對熱舒適產生影響，目前較常被提及的影響因素包括著衣量、活動量、時段與季節、座位時間、心理因素、空調、陰影、水體等（李建鋒，2008；邱英浩，2009；林益崧，2009；黃教誠，2005；鄭明仁等人，2009；Chang et al., 2007; Indraganti, 2010; Lin et al., 2013; Tung et al., 2014; Xu et al., 2010），因此本研究擬針對台中等亞洲濕熱地區戶外熱環境的熱舒適進行探討，以從人類感官的角度提出其他感官因素對熱舒適的影響，擴大找尋使用於熱舒適改善的方法，期望對熱舒適度的提升有所助益。

二、熱適應

熱適應之定義為人調整認知、情感至行為的心理過程或採取實際行動，以反應對熱環境的需求，創造自身的熱偏好的所有過程。本研究應用文獻回顧法搜尋熱舒適及熱適應相關文獻，彙整 1972 年至 2011 年熱適應相關研究共 43 篇。將這些相關研究進行理論定義、熱適應與熱舒適間的關係、熱適應研究重要結果、熱適應研究調查方法、熱適應分類及熱適應影響因子等主題彙整，以瞭解熱適應概念，並蒐集 97 篇面對各種壓力的調適策略，以瞭解熱適應與調適行為領域的相關性，並搭配熱適應相關研究找尋戶外熱環境可使用之熱適應策略。文獻回顧結果，綜合討論如下：

(一) 戶外熱環境為重要探討領域

回顧過去熱適應相關研究可發現，熱適應過去研究於室內熱適應及實驗型研究探討較多，主要的研究主題圍繞於建築物與服裝之間，室外熱適應及理論型研究則發展得較晚，討論也相對較少，目前多圍繞於都市空間和遮蔭效果為主，討論的熱適應方式則集中於少數行為適應方式 (李建鋒, 2008; 林子平、林彥廷, 2007; 鄭明仁等人, 2009; Lin, 2009; Lin et al., 2013)，並多為搭配熱舒適進行，鮮少針對熱適應有深入、全面的調查。但戶外熱環境越來越不舒適，使得人們更不願意到戶外活動，因此提高這些戶外環境的熱舒適度極為重要。本研究欲針對戶外熱環境的熱舒適與熱適應進行探討，因此於論文第肆章全面的了解戶外熱環境不舒適時，民眾會採取的熱適應策略，找出適合用於戶外熱環境之熱適應方式，並提出適合戶外熱環境研究的量表，做為未來瞭解戶外環境熱適應之測量依據。

(二) 心理適應為重要探討領域

過去研究已發現心理適應的重要性，Nikolopoulou與Stemmers (2003) 及 Lin、de Dear與Hwang (2010) 皆提及心理適應為一重要的研究領域，而心理適應的探討過去研究相對較分散 (高珮詩, 2007; Brager & de Dear, 1998; Lin, 2009; Lin, de Dear, & Hwang, 2010; Nikolopoulou & Stemmers, 2003)，顯示心理適應尚有較多探討空間，因此未來在景觀環境領域的研究可針對心理適應領域進行深入探討，探討民眾於不同環境會採取哪些心理適應，有哪些使用方式，及其和其他適應方式的關係。並可透過景觀環境設計，使民眾更容易達成心理適應的轉換。本研究欲針對過去使用於熱環境及其他壓力的心理適應進行搜集，並於論文第肆章探討其於戶外熱環境的適用性。

(三) 各種影響因子對熱舒適與熱適應的影響為重要探討領域

目前之熱適應研究主要針對人類因應熱環境的不舒適狀況，所產生的熱舒適與熱適應進行探討，針對其他影響因子對熱舒適與熱適應的影響探討較少，但由過去研究可看出除了溫度、濕度、平均輻射溫度、風速、太陽輻射等環境物理因子，尚有其他影響熱舒適與熱適應的因素存在，因此未來在景觀環境領域的研究，可針對其他景觀、園藝的影響因子或各種人體感官知覺對熱舒適與熱適應的影響進行探討，以釐清各種影響因子對熱舒適與熱適應的影響因素。本研究將針對性別、年齡等影響因子進行初步控制，使各實驗組的個人背景不至於有太大差異以影響實驗結果。

(四) 嚴寒與濕熱地區為重要探討區域

針對過去熱適應研究的全球發展區域，可發現氣候較為嚴寒的北歐區域與氣候較為濕熱的東南亞及亞洲地區，由於有較不舒適的天氣，使得熱適應相關研究更為重要，因此本研究欲針對氣候較為濕熱的台中進行探討，全面的了解熱環境不舒適時，使用者會採取的熱適應策略，以提高環境的熱舒適度，為促進亞洲濕熱地區的熱舒適做努力。

三、聽覺與嗅覺對熱感覺的影響

(一) 聽覺對熱感覺的影響

大多數研究發現熱感覺和聽覺之間有確實的關係存在，Witterseh, Wyon, & Clausen (2004) 及 Centnerová & Boerstra (2010) 的研究結果皆發現聽覺與熱舒適間有顯著的相互作用存在，或者具有一定的影響規則 (Candas & Dufour, 2005)。而 Hancock & Pierce (1985) 的研究結果雖沒有發現相互作用，但也發現了熱舒適的判斷似乎被噪音和溫度兩個參數同時影響。Santos & Gunnarsen (1997, 1999) 的研究則發現了實質的影響方向，噪音會降低人們減少溫暖環境溫度的意願。Tiller, Musser, Wang, & Radik (2010) 的研究也支持這樣的結果，他們說熱舒適的主觀評分會被噪音影響，噪音由 RC-30 提高到 RC-50 會讓受測者的熱不適稍微提高，覺得稍微變冷。而在音樂部分的研究則提出音樂療法有效時會使受測者體溫上升 (陳柏齡, 2004)，似乎可以歸納出噪音會降低熱感覺，而音樂會提高熱感覺，這樣的規律存在。

但這樣的影響似乎是很些微的，Centnerová & Boerstra (2010) 便提到很舒適的聽覺項目可以降低不舒適的熱感受，但過去研究並沒有發現積極提高熱舒適的方式，大多數發現的研究是消極的最小化熱不適。而 Pellerin &

Candas (2003) 的研究結果也發現噪音可能會改變在溫暖環境下的熱愉快，但卻無法影響生理數據，Fanger, Breum, & Jerking (1977) 的研究甚至推翻其他研究的結果，他們認為噪音和色彩對人體熱舒適均無顯著作用。因此本研究參照過去結果可以發現，聽覺對熱感覺的影響可能是有的，但或許很些微或只能在心理方面產生改變，本研究擬以實際音源的方式採用悅音來探討，以了解是否能夠使用聽覺來幫助人體熱舒適獲得一些改善。

(二) 嗅覺對熱感覺的影響

於 2000 年以後的研究開始針對氣味對熱感覺的影響有一些討論，Candas & Dufour (2005) 針對多感官對熱感覺和熱舒適的影響探討中，便加入了氣味的討論，而他們的研究中提到雖然聽覺（噪音）和氣味（空氣品質）刺激本身似乎與熱感覺或熱舒適沒有互動，其對舒適度的聯合影響似乎遵循特定的規則。此研究結果雖然沒有得到氣味與熱感覺關係的任何證據，但似乎開啟了氣味對熱感覺影響之探討。而 Centnerová & Boerstra (2010) 以文獻回顧討論有關室內環境的多感官互動及未來方向，研究熱舒適、空氣品質、照明和聲音之於室內舒適是共同影響還是獨立影響？是否有拮抗作用？他們於研究中提到熱舒適、空氣品質、照明和聲音為 21 世紀室內舒適的重點因子，亦呼應了空氣品質等感官因子於熱舒適相關研究的重要性。

過去的研究結果對嗅覺的闡述依然圍繞在空氣品質的相關研究，尚無相關研究跳脫空氣品質，針對各種氣味與熱舒適的關係進行探討，但過去研究已說明空氣品質和聽覺舒適皆和熱感覺有相互作用，更進一步拉近了嗅覺與熱感覺的關係。而過去的研究結果亦闡述了熱舒適、空氣品質、照明和聲音之於室內舒適是共同影響還是獨立影響，目前的研究還未能得知。顯示各種知覺與熱舒適間關係的相關研究尚在起步階段，還有許多未知部分等待探討。而他們收集文獻的結果發現熱舒適、空氣品質、照明和聲音等項目中，很舒適的項目可以降低不舒適的感受，但過去研究並沒有發現積極提高熱舒適的方式，大多數發現的研究是消極的最小化熱不適。這些研究結果亦為嗅覺對熱感覺影響的相關探討留下相當大的探討空間。嗅覺對熱感覺能有多大的影響呢？因此本研究擬將嗅覺刺激源對熱感覺與熱舒適的影響加入本研究的探討中，希望研究結果能提供嗅覺對熱感覺的影響，有更深入的探討數據以釐清它們之間的關係。

(三) 小結

本研究希望跳脫過去對於不好的聲音與氣味的討論，將研究焦點放在音景和各種氣味，針對聽覺與嗅覺對熱感覺、熱舒適與熱適應的影響進行實驗探討，以期能更清楚聽覺和嗅覺對熱舒適與熱適應的影響關係，並為戶外熱不適的改善，找出可利用的聽覺與嗅覺改善方案。

肆、改善戶外熱舒適的聽覺與嗅覺刺激源探討(詳見論文第參章)

一、研究目的

找尋能改善戶外熱舒適感受的聽覺及嗅覺刺激源，作為後續研究的實驗媒材之用。

二、研究方法

本研究於國立中興大學便利取樣學生 45 人進行問卷測試，以開放式問卷方式，請受測者填寫環境熱舒適知覺元素問卷，以廣納收集可能應用於改善熱不適的刺激源。問卷內容包含受訪者資料及環境熱舒適知覺元素兩大部分。以問卷詢問受測者聽到何種聲音或聞到何種味道會有清涼、寒冷或溫暖、炎熱的感覺，並請受測者依照個人生活經驗進行填寫，填寫過程不可交談，各題選項的填寫項目個數不限。

填答結果以 Excel 軟體將收集的受測者資料進行分析，以了解填答者的性別與年齡比例。並將受測者填答之環境熱舒適知覺元素資料以歸納法將開放式問卷收集的資料綜合歸納、歸納各項目填答人數，以了解受測者主觀感覺會使人變得清涼、寒冷或溫暖、炎熱的聽覺及嗅覺刺激源。

三、研究結果

研究結果發現受測者主觀認為會有讓人聽到後有溫暖、炎熱感覺及清涼、寒冷感覺的聲音，也會有讓人聞到後有溫暖、炎熱感覺及清涼、寒冷感覺的氣味。其中聽到後會有清涼、寒冷感覺的聲音，水聲被提及的最多，包含流水聲、海浪聲、下雨聲等，其次是金屬碰撞聲、風聲及冷氣機運作的聲音等；而聽到後會有溫暖、炎熱感覺的聲音，則以夏天的代表性聲音蟬鳴聲，和聽起來會讓人聯想到火的柴火燃燒聲被提及的最多，其次則以樂器發出的聲音為主，特別以鼓類樂器效果最佳，尤其是易讓人熱血沸騰的搖滾樂聲。在聞到後會有清涼、寒冷感覺的氣味填答中，可以發現大多數人第一個聯想到的就是薄荷味，其次則為一些較自然的味道，包括草味、森林味、雨水味、海水味、風的味道等；而聞到後會有溫暖、炎熱感覺的

氣味，則多數的填答項目都是食物的味道，包括烤肉味、火鍋味、飯菜香、辣椒味、進補料理的味道等。

本研究擬於各種聲音及氣味中，被最多受測者提及的前三項音源及氣味源中，選定 12 種較為明確的代表性聲音與氣味，包含：水流聲、海浪聲、風鈴聲、蟬鳴聲、燒柴聲、搖滾樂聲、薄荷味、青草味、森林味、烤肉味、火鍋味及飯香味等，作為本研究後續論文第陸章實驗的測驗刺激源，以探討受測者心中主觀認定會讓人感覺清涼、寒冷及溫暖、炎熱的聲音和氣味，在實際低溫及高溫的環境中，是否真能改善冷熱感受，使受測者的熱舒適感受提升，又是否會改變受測者的熱適應策略。

伍、戶外熱適應測驗題項建立(詳見論文第肆章)

一、研究目的

- (一) 瞭解戶外環境使用者感到熱不適時，所欲採取的熱適應策略。
- (二) 建構戶外熱環境的熱適應構面，使戶外熱環境的熱適應可以更全面的被瞭解。
- (三) 提出適合用於戶外環境使用者熱適應調查的題項，提供後續研究更完善的調查項目。
- (四) 將題項以台中市民廣場為實證案例，進行戶外熱環境使用者之熱適應策略驗證。

二、研究方法

本研究選擇研究地點位於台中市 (120-40' E, 24-08' N, 海拔26 m)。於台中市選擇「市民廣場」作為戶外熱適應策略調查地點 (圖5-1)。

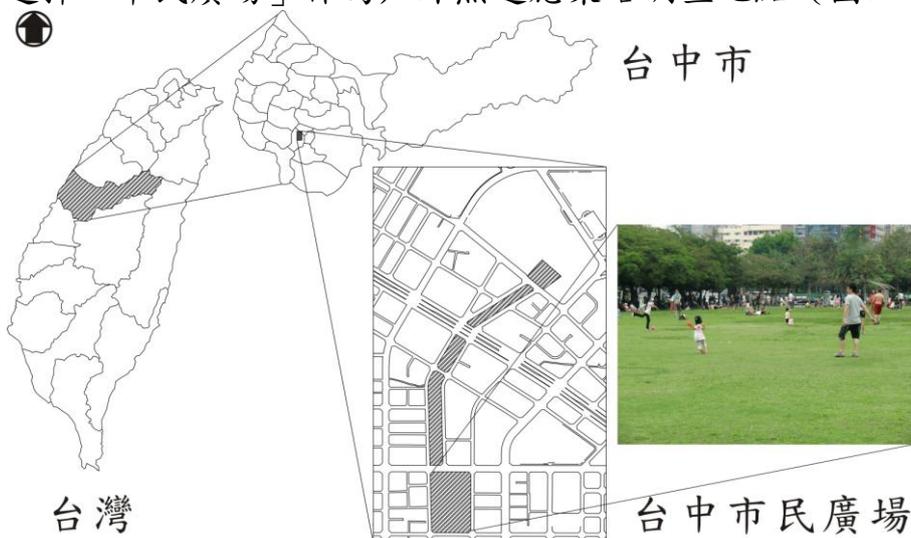


圖5-1 戶外環境使用者熱適應策略調查地點

研究流程設定如下：



圖 5-2 戶外環境使用者熱適應架構建立流程圖

(一) 戶外環境使用者熱適應策略收集

首先透過文獻回顧熱舒適領域適應策略及遊憩壓力、工作及心理壓力、精神和身體健康問題所造成的壓力等的適應策略，彙整出心理及行為方面之熱適應策略。其次以民族誌研究法，於市民廣場中實地收集民眾的熱適應資料。訪談部份以半結構式訪談，於2010年10月16、17日及12月18、19日進行初步訪談，透過立意取樣選取67位受訪者進行訪談，共有二個訪談題目：(一)「今天這樣的天氣會讓你覺得有什麼不舒服嗎？」用以瞭解受訪者需要調節的因子。(二)「不舒服你通常都怎麼做？為什麼？」用以瞭解受訪者的心理及個人行為適應方式，並請受訪者多提供不同活動及季節狀態時可能使用的熱適應策略。並於2011年5月21日及6月18日再度針對台灣較常發生熱不適的高溫天氣(氣溫在31°C以上)進行深入訪談，共訪談8人。將深入訪談結果登錄為文本，並以歸納分析和持續比較分析方法，將所得概念以個人、家庭及朋友三大主題敘事方式呈現。將訪談及實地觀察結果針對文獻回顧所得之熱適應項目進行驗證及補充。

(二) 戶外環境使用者熱適應構面建構

將收集完成之熱適應策略編寫成題項，藉由便利取樣選取 6 位具五年以上景觀研究工作經驗之專家學者，協助修改題項的不清楚陳述。將評估完成之問卷利用現地量化問卷調查的方法進行調查，調查時間為 2011 年 3 月 26 日及 4 月 30 日，透過便利抽樣抽取 410 人填寫。

將調查結果以 SPSS 為分析工具，對樣本群進行描述統計，分析受訪者的社經背景，用以瞭解受測樣本之組成。透過項目分析，分析項目難度及項目鑑別度，並刪除全體受測者答案均類似，及無法精確、有效的偵測出心理特質的題項。再依行為適應及心理適應二大構面進行探索性因素分析找尋構面，將性質相同的類別進行歸類，以簡化調適策略間的複雜關係，採用因素分析中之主成分因素分析法進行因素萃取，因素轉軸則採用斜交轉軸法中的 Promax 法，因素萃取後以抽樣妥適度檢定 (KMO) 與 Cronbach's α 信度分析來確認因素萃取程序的合理性與因素的信度。

接著將因素萃取之構面以驗證性因素分析檢測題項的結構，利用結構方程模式 (SEM) 之最大概似法 (ML) 進行評估。使用 LISREL 統計軟體進行驗證性因素分析，用以檢驗潛在變項與觀察變項間的關係是否正確 (徐聖訓, 2009)。檢測過程考量修正指標 MI 值再次確認量表題項。在 SEM 模式的評鑑上，考量不違反違犯估計，包含無負的誤差變異數存在、標準化係數不 ≥ 0.95 、沒有太大的標準誤 (Hair et al., 2006)。利用 χ^2 、 χ^2/df 、GFI、SRMR、RMSEA 等絕對適配指標、NNFI、CFI 等增值適配指標、PNFI、PGFI、CN 等簡效適配指標，進行整體模式適配驗證。並進行內在結構適配驗證，瞭解結構的信效度。個別指標的效度，使用檢定每一個潛在變項與其指標間係數大小以及顯著性來處理 (Bollen, 1989)。區別效度的檢測，則使用潛在變項配對的相關信賴區間檢定法 (Jöreskog & Sörbom, 1993)。結構的信度，則利用組合信度進行檢驗 (Raines-Eudy, 2000)。

三、分析結果

(一) 綜合歸納戶外熱環境使用者熱適應策略收集結果

運用文獻回顧法共收集 30 項使用者戶外熱適應策略，觀察及訪談共得 24 項戶外熱適應策略。比較後共歸納出 35 項戶外環境使用者的熱適應策略。

表 5-1 戶外環境使用者熱適應策略

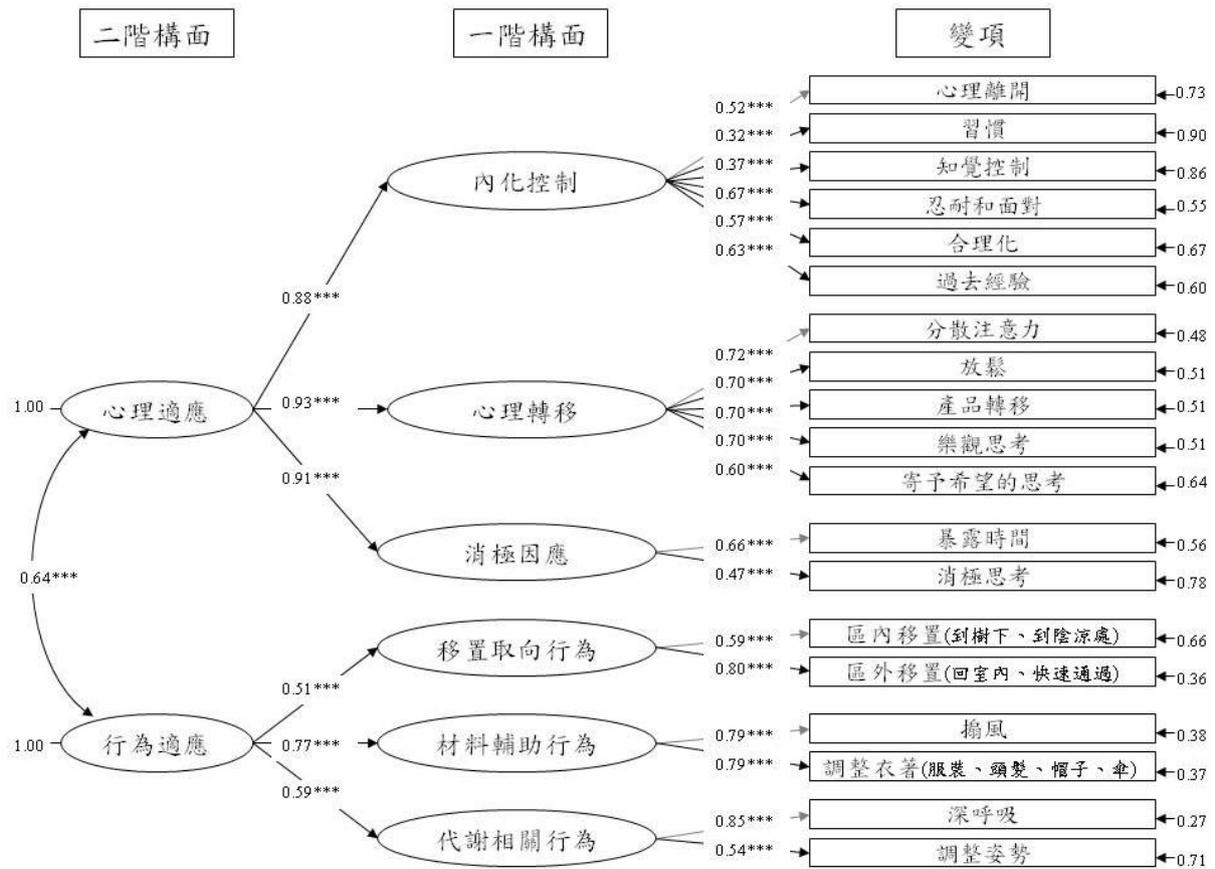
項次	熱適應策略	說明	策略來源
1	個人的選擇 (Personal choice)	自己選擇暴露在這樣的環境下，便會對環境感受更加寬容。	Nikolopoulou, 2004; Nikolopoulou & Steemers, 2003
2	預期 (Expectations)	預期溫度會變化，所以可以接受。	Nikolopoulou, 2004; Nikolopoulou & Steemers, 2003
3	習慣 (Habituation)	反覆或長期暴露於壓力環境導致減少誘發感覺的強度。	Brager & de Dear, 1998; Givoni, 1992
4	知覺控制 (Perceived control)	知覺控制不那麼討厭它，減少負面情緒反應。	Folkman & Lazarus, 1988; Nikolopoulou & Steemers, 2003; 實地觀察訪談
5	過去經驗 (Past Experience)	最近經驗的溫度會提升對熱環境的可接受度。 這裡就是如此，溫度變化大一點還是能接受。	Humphreys, 1975; Nikolopoulou & Steemers, 2003; 實地觀察訪談
6	抱怨 (Complaining)	抱怨完心情舒坦，較可以忍受。	Carver et al., 1989; Djongyang et al., 2010; 實地觀察訪談
7	自然 (Naturalness)	人們可以忍耐物理環境大範圍的變化，因為這些是自然生成的情形。	Nikolopoulou & Steemers, 2003
8	暴露時間 (Time of exposure)	因為暴露時間短，所以可以接受。	Nikolopoulou & Steemers, 2003; 實地觀察訪談
9	環境刺激 (Environmental stimulation)	人們享受當下的環境刺激，如：享受陽光、風、清新的空氣。	Nikolopoulou & Steemers, 2003; 實地觀察訪談
10	產品轉移 (Product transfer)	將體驗重新定義或改變體驗層級，如：這樣的天氣從事遊憩活動別有一番滋味。	高珮詩，2007
11	合理化 (Rationalization)	說服自己並無太多壓力存在，如：這裡天氣本來就是這樣。	高珮詩，2007；實地觀察訪談
12	心理離開 (Mental disengagement)	不要想不舒適的地方，就可以忍受。	Amirkhan, 1990; Billings & Moos, 1984; Carver et al., 1989; Feifel & Strack, 1989; Folkman & Lazarus, 1988; Nowack, 1989; 實地觀察訪談
13	分散注意力 (Distraction)	把注意力放在進行的活動上，就可以忍受。	Billings & Moos, 1984; Carver et al., 1989; Dise-Lewis, 1988; Endler & Parker, 1990a, 1990b; Folkman & Lazarus, 1980, 1985; Nowack, 1989; Patterson & McCubbin, 1987
14	忍耐* (Endurance)	忍耐一點就好。	Dise-Lewis, 1988; 實地觀察訪談
15	樂觀思考 (Naive optimism)	正面、樂觀的思考，就可以接受。	Epstein & Meier, 1989; Folkman & Lazarus, 1985; Nowack, 1989; 實地觀察訪談
16	消極思考 (Negative thinking)	天氣不好是沒辦法的事，不舒服也沒辦法。	Epstein & Meier, 1989; Nowack, 1989
17	寄予希望的思考 (Wishful thinking)	想著也許等一下天氣就會變得更舒適。	Folkman & Lazarus, 1985
18	面對* (Confrontive)	面對它，撐過去就好。	Folkman & Lazarus, 1988; 實地觀察訪談
19	尋求精神的支持	將熱不適感受跟朋友說，讓他/	Amirkhan, 1990; Folkman & Lazarus,

項次	熱適應策略	說明	策略來源
	(Seeking spiritual support) 尋求專業支持	她鼓勵我。	1985, 1988; Patterson & McCubbin, 1987
20	(Seeking professional support) 幽默一點	詢問專業者有甚麼方式可以舒適一點。	Patterson & McCubbin, 1987
21	(Being humorou) 放鬆	以輕鬆幽默的心情面對天氣。	Patterson & McCubbin, 1987
22	(Relaxing) 調整衣著	放輕鬆，把心靜下來。	Patterson & McCubbin, 1987; 實地觀察訪談
23	(Adjusting clothing) (服裝、頭髮、帽子、傘)	利用服裝的調整，以適應廣泛的溫度變化。	李建鋒, 2008; 林子平、林彥廷, 2007; Brager & de Dear, 1998; Djongyang et al., 2010; Nikolopoulou, 2004; Nikolopoulou & Steemers, 2003; 實地觀察訪談
24	調整活動 (Adjustment of activities)	透過改變自身活動以適應熱環境。	Brager & de Dear, 1998; Djongyang et al., 2010; Nikolopoulou, 2004; Nikolopoulou & Steemers, 2003
25	調整姿勢 (Adjust the posture)	透過改變自身姿勢以適應熱環境。	Brager & de Dear, 1998; Djongyang et al., 2010; Nikolopoulou, 2004; Nikolopoulou & Steemers, 2003
26	調整飲食 (Adjust your diet) (吃/喝、熱/冷的食物或飲料)	透過吃/喝、熱/冷的食物或飲料，以適應熱環境。	李建鋒, 2008; 林子平、林彥廷, 2007; Brager & de Dear, 1998; Djongyang et al., 2010; Nikolopoulou, 2004; Nikolopoulou & Steemers, 2003; 實地觀察訪談
27	區內移置 (Inside displace) (到樹下、到陰涼處)	當感覺到溫度不舒適，移到區域內較舒適的地方，進行同樣的活動。	高珮詩, 2007; 實地觀察訪談
28	區外移置 (Outside displace) (回室內、快速通過)	尋找另一個溫度較舒適的地方，進行同樣的活動。	高珮詩, 2007; 實地觀察訪談
29	時間移置 (Time displace)	當感覺到溫度不舒適時，選擇較舒適的時間進行同樣的活動。	高珮詩, 2007
30	離開 (Leaving a space)	離開到其他更舒適的地方。	Carver et al., 1989; 實地觀察訪談
31	搧風 (Fan)	天氣熱就搧風。	林子平、林彥廷, 2007; 實地觀察訪談
32	戴太陽眼鏡 (Sunglasses)	感覺陽光強烈就戴墨鏡。	實地觀察訪談
33	縮減待的時間 (Reduce the time to stay)	當感覺到溫度不舒適時，縮減待在此地的時間。	實地觀察訪談
34	深呼吸 (Take a deep breath)	深吸一口氣，就會比較舒適。	實地觀察訪談
35	曬太陽 (Sunbathe)	當天氣讓人感覺冷時，就去曬太陽。	實地觀察訪談

*透過相關領域學者評估，考慮具有高度的相似性，將「忍耐」與「面對」合併為「忍耐面對」。

(二) 戶外環境使用者熱適應構面建構結果

將問卷調查得到的 392 份有效問卷進行「項目分析」刪除 7 項全體受測者答案均類似，及無法精確、有效的偵測出心理特質的題項，並利用「探索性因素分析」於行為適應及心理適應兩類別各萃取三個構面，而後以「驗證性因素分析」，確認構面與題項間的關係及驗證架構。純化後之架構如圖 5-3 所示，得到的架構於心理適應及行為適應兩個二階構面各包含三個一階構面，共有 19 個變項組成。此架構具可接受之信度，於個別測量項目皆達可接受之效度，構面彼此間亦具有良好的區別效度。



註：a. T-value > 1.96 (p < 0.05, 以*表示)；T-value > 2.576 (p < 0.01, 以**表示)；T-value > 3.291 (p < 0.001, 以***表示)。

圖 5-3 修正後之戶外熱適應驗證性因素分析圖（因素負荷量已標準化）

(三) 戶外環境使用者熱適應策略驗證

台中市民廣場使用者，較常使用行為適應策略提升自己的熱舒適，其中以移置取向行為及材料輔助行為之使用較為頻繁，而移置取向行為中又以區內移置行為最常被使用。

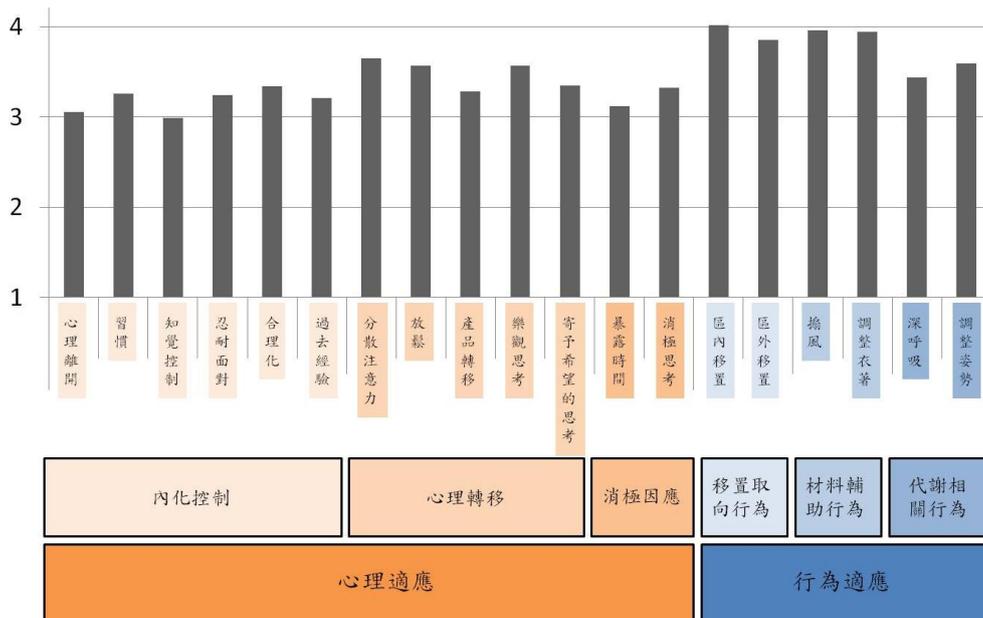


圖 5-4 台中市民廣場熱適應策略使用頻率分析圖

四、研究發現

(一) 使用者感到熱不適時，所欲採取的熱適應策略

本研究收集戶外環境使用者的熱適應策略包含 35 個項目，其中 13 項為行為適應，22 項為心理適應。大多數行為適應策略被使用者使用的意願皆高於心理適應策略，由平均數結果可以看出，在戶外環境使用者感覺熱不適時，使用者主要採用行為適應策略進行因應，若採取了行為適應依然無法完全改善熱不適，或無法採取行為適應，才會以心理適應方式因應。

(二) 亞洲濕熱地區都市戶外廣場使用者常用之熱適應策略

於台中市民廣場進行案例驗證，得知亞洲濕熱地區都市戶外廣場使用者常用之熱適應策略，為「移置取向行為」及「材料輔助行為」。因此如要協助改善廣場上使用者的熱舒適，多設置陰涼處或廣植林木可協助使用者進行移置取向行為適應。或者於廣場上或周邊提供相關熱適應配件販賣，可以協助廣場使用者進行材料輔助行為適應。代謝相關行為中深呼吸的被使用意願亦高於多數心理適應策略，因此於市民廣場多設置休憩平台及完善的運動設施或步道，可以協助廣場使用者進行代謝相關行為適應。

而在台中市民廣場的調查結果，心理適應策略被使用的意願較行為適應低，但在行為適應無法被使用時，心理適應亦能在個人不用做任何行為的情況下，靠心理想法的控制轉換使得自身的熱舒適度提升。如要幫助市民廣場使用者以心理適應方式改善廣場上使用者的熱不適，於市民廣場設置可轉換心情的景觀設施，如多植開花植物、誘鳥蝶的植物、流動的水景、

具有光影的樹下或棚下空間（林承融，2011），或以詩詞、標語之設立，提醒市民廣場使用者可利用的心理適應策略，或提供市民廣場使用者心情轉換的媒材，皆可以協助廣場使用者進行心理適應。

（三）熱適應策略構面建構

戶外環境使用者的熱適應策略構面包含 6 項構面。「移置取向行為(Displace-oriented behavior)」構面包含區內移置及區外移置兩項熱適應策略，其定義為當感覺到溫度不舒適時，以換到較舒適的地方進行同樣的活動來提升熱舒適；「材料輔助行為(Material-aided behavior)」構面包含搨風及調整衣著兩項熱適應策略，其定義為以增減自身配件方式，來改善熱環境的不舒適體驗；「代謝相關行為(Metabolism-related behavior)」構面包含深呼吸及調整姿勢兩項熱適應策略，其定義為以改變身體代謝量方式，來改善熱環境的不舒適體驗；「內化控制(Intro-control)」構面包含心理離開、習慣、知覺控制、忍耐面對、合理化及過去經驗等六項熱適應策略，其定義為利用自我控制的方式，使自己接受不舒適的熱環境；「心理轉移(Shift)」構面包含分散注意力、放鬆、產品轉移、樂觀思考及寄予希望的思考等五項熱適應策略，其定義為以心情轉換的方式，使自己接受不舒適的熱環境；「消極因應(Passive respondent)」構面包含暴露時間及消極思考等兩項熱適應策略，其定義為不舒適的熱環境無法改善，只好消極接受。本研究結果為戶外環境建構適用於探討熱適應之架構，使戶外熱適應概念得以釐清，為本研究之重要貢獻。

（四）熱適應測驗題項建立

根據熱適應架構，本研究提出簡單版(表 5-2)及詳細版(表 5-3)兩個熱適應測驗的題項版本。簡單版測驗適用於熱適應調查為研究主題中部分內容之研究，可協助此類研究獲得更全面的資訊。詳細版適用於以熱適應調查為主要研究主題之研究，使得熱適應可以更深入、更全面的被了解。本研究選用簡化版熱適應題項進行後續聽覺與嗅覺之實驗探討(詳論文第陸章)。

表 5-2 戶外環境使用者熱適應測驗題項（簡化版）

熱適應策略	熱適應測驗題項
移置取向行為	我會換到較舒適的地方進行活動。
材料輔助行為	我會以增減自身配件方式，來改善熱環境的不舒適體驗(如：衣服、帽子、雨傘、扇子)。
代謝相關行為	我會以改變身體代謝量方式，來改善熱環境的不舒適體驗(如：深呼吸、改變姿勢)。

熱適應策略	熱適應測驗題項
內化控制	我會利用自我控制的方式，使自己接受不舒適的熱環境(如：不要想不舒適的地方、撐過去就好)。
心理轉移	我會以心情轉換的方式，使自己接受不舒適的熱環境(如：正面樂觀的思考、把注意力放在進行的活動上)。
消極因應	我認為不舒適的熱環境無法改善，只好消極接受。

表 5-3 戶外環境使用者熱適應測驗題項 (詳細版)

熱適應策略	熱適應測驗題項
區內移置	我會待在比較舒適(如:陰涼或溫暖)的地方。
區外移置	我會到 其他較舒適的環境 進行休閒活動。
搧風	當天氣熱時，我會 搧風 。
調整衣著	我會 穿、脫衣服 或綁頭髮、戴帽子、撐傘。
深呼吸	我會 深呼吸 ，讓自己感覺比較舒服。
調整姿勢	我會 改變姿勢 ，讓自己感覺比較舒服。
心理離開	不要想不舒適 的地方，就可以忍受。
習慣	待久 習慣了 就不會不舒服。
知覺控制	我會 告訴自己 不要覺得天氣不舒服。
忍耐面對	我會 面對它 ， 撐過去 就好。
合理化	這裡天氣 本來就這樣 ，也沒有特別不好。
過去經驗	跟過去比起來 其實今天天氣不錯，所以可以接受。
分散注意力	把 注意力放在正在進行的活動 上，就可以忍受。
放鬆	我會 放輕鬆 ，把心靜下來。
產品轉移	天氣就算不舒適也 別有一番滋味 。
樂觀思考	我會 正面、樂觀的思考 ，就可以接受。
寄予希望的思考	我會想也許 等一下天氣就會變得更舒適 。
暴露時間	我不會待太久，所以不舒適也可以接受。
消極思考	天氣不好是沒辦法的事 ，不舒服也沒辦法。

陸、水流聲與薄荷味於高低溫環境對熱感覺之影響(詳見第五章)

一、研究目的

探討聽覺與嗅覺刺激源可以影響熱感覺的適用熱環境類型，以利後續研究實驗效果的釐清及作為實驗架構擬訂的依據。

二、研究方法

(一) 研究架構與假設

假設一：高溫環境有無水流聲受測者的熱感覺有差異。

假設二：高溫環境有無薄荷味受測者的熱感覺有差異。

假設三：低溫環境有無水流聲受測者的熱感覺有差異。

假設四：低溫環境有無薄荷味受測者的熱感覺有差異。

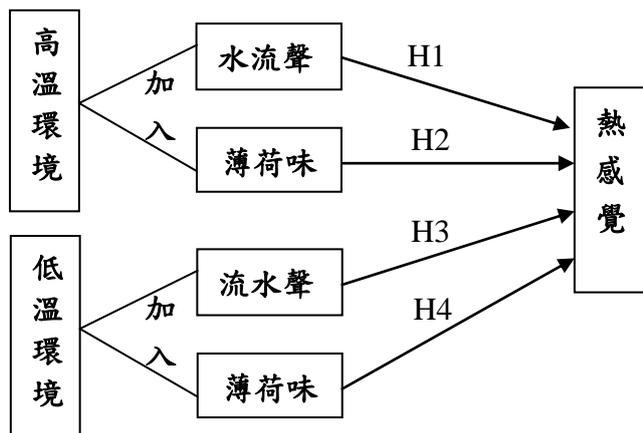


圖 6-1 研究架構圖



圖 6-2 實驗用視覺刺激源圖片

(二) 研究設計

本研究採便利抽樣，以中興大學之學生為施測對象，設定樣本大小於四種實驗處理皆須達到30人以上。實驗時間以溫度調節後高溫可以達到 28.8°C 以上，低溫可以達到 20.9°C 以下的時間進行。實驗地點為國立中興大學園藝學系之106及108教室。研究設計採實驗研究中的控制組設計（胡龍騰、黃瑋瑩、潘中道譯，2000），以控制組設計比較受測者在低溫與高溫環境，加入薄荷味或水流聲（實驗組），及未加入刺激源（控制組），兩種處遇受測者熱感覺之差異，分別於實驗組與控制組施以前測及後測問卷測驗，以驗證假設一至四。使用溫濕度計量測受測者在填答問卷時的空氣溫度及相對濕度。實驗用視覺刺激源使用於台中市民廣場拍攝之圖片，用以輔助受測者想像處於都市戶外廣場環境之情形(圖6-2)。研究變項操作性定義如下表6-1所示。

表 6-1 變項操作性定義表

變項名稱	操作性定義	變項類別名稱	測量尺度
熱環境	實驗室中，以儀器測量之環境空氣溫度($^{\circ}\text{C}$)及相對濕度(%)。	空氣溫度、相對濕度	等距尺度
水流聲	依受測者填寫影響熱感覺次數最高之聲音類型，經網路搜尋截取播放30秒，65分貝的聲音。	-	名義尺度
薄荷味	依受測者填寫影響熱感覺次數最高之氣味類型，於氣味圖書館選擇的薄荷葉氣味，於實驗室內部四周及中心共按壓噴灑9下(約0.9cc)。	-	名義尺度
熱感覺	個人處在實驗室控制之環境中，對環境感覺的冷熱程度(很冷1分、冷2分、涼3分、剛好4分、暖5分、熱6分、很熱7分)。	-	順序尺度

(三) 分析方法

依據研究假設，將受測者填答的問卷利用SPSS及Excel進行資料的編碼、登錄、統計分析、分析圖繪製。而統計方法大致分為檢視資料、敘述性統計分析及t檢定三種，並且以Excel進行分析圖之繪製及著衣量計算。

三、分析結果與研究發現

(一) 假設檢定結果

假設一檢定結果成立，高溫環境有無水流聲受測者的熱感覺有差異，高溫環境中加入水流聲和未加入聲音，受測者的熱感覺有差異，加入水流聲後的變涼程度比未加入聲音的變涼程度高，水流聲會使得高溫環境顯著變涼。假設二檢定結果成立，高溫環境有無薄荷味受測者的熱感覺有差異，高溫環境中加入薄荷味和未加入氣味，受測者的熱感覺有差異，加入薄荷味後的變涼程度比未加入氣味的變涼程度高，薄荷味會使得高溫環境顯著變涼。假設三檢定結果不成立，低溫環境有無水流聲受測者的熱感覺沒有顯著差異，沒有證據顯示低溫環境中加入水流聲，會影響受測者的熱感覺。假設四檢定結果不成立，低溫環境有無薄荷味受測者的熱感覺沒有顯著差異，沒有證據顯示低溫環境中加入薄荷味，會影響受測者的熱感覺。

(二) 聽覺與嗅覺刺激源可以影響熱感覺的適用熱環境類型

水流聲及薄荷味可以顯著的影響高溫環境的熱感覺，使得高溫環境的溫度感受變涼，但低溫環境則無法顯著對受測者的熱感覺產生影響，表示這兩項涼感刺激源可以影響熱感覺的適用熱環境類型，僅在其相對應需改善的環境（高溫環境），而無法在非相對應的環境（低溫環境）產生作用。此結果可能因為人們接收刺激的溫度感覺並非為線性關係，其具有絕對閾（AT），使得刺激的接受有停損點，若在低溫環境加入涼感刺激源，可能因為低溫的刺激已達到感覺的停損點，而沒有更冷的感受產生。

因此本研究於下一階段的實驗（詳述於論文第陸章），將針對相對應需改善的環境擴大測試 12 項第參章受測者提及可改善環境熱舒適的刺激源。

柒、聽覺與嗅覺對熱舒適與熱適應之提升效果(詳見論文第陸章)

一、研究目的

驗證聽覺與嗅覺刺激源對熱舒適與熱適應之提升效果，希望此研究成果可以提出有助於改善戶外熱不適的聽覺與嗅覺刺激源，協助提升民眾於戶外熱環境的舒適感受。

二、研究方法

(一) 研究架構與假設

本研究針對研究目的擬訂四項研究主題，並針對各主題擬定 8 項研究假設（詳見論文第陸章）。主題一：高溫環境加入涼感聽覺刺激源對受測者的熱舒適及熱適應之提升效果。主題二：高溫環境加入涼感嗅覺刺激源對受測者的熱舒適及熱適應之提升效果。主題三：低溫環境加入暖感聽覺刺激源對受測者的熱舒適及熱適應之提升效果。主題四：低溫環境加入暖感嗅覺刺激源對受測者的熱舒適及熱適應之提升效果。

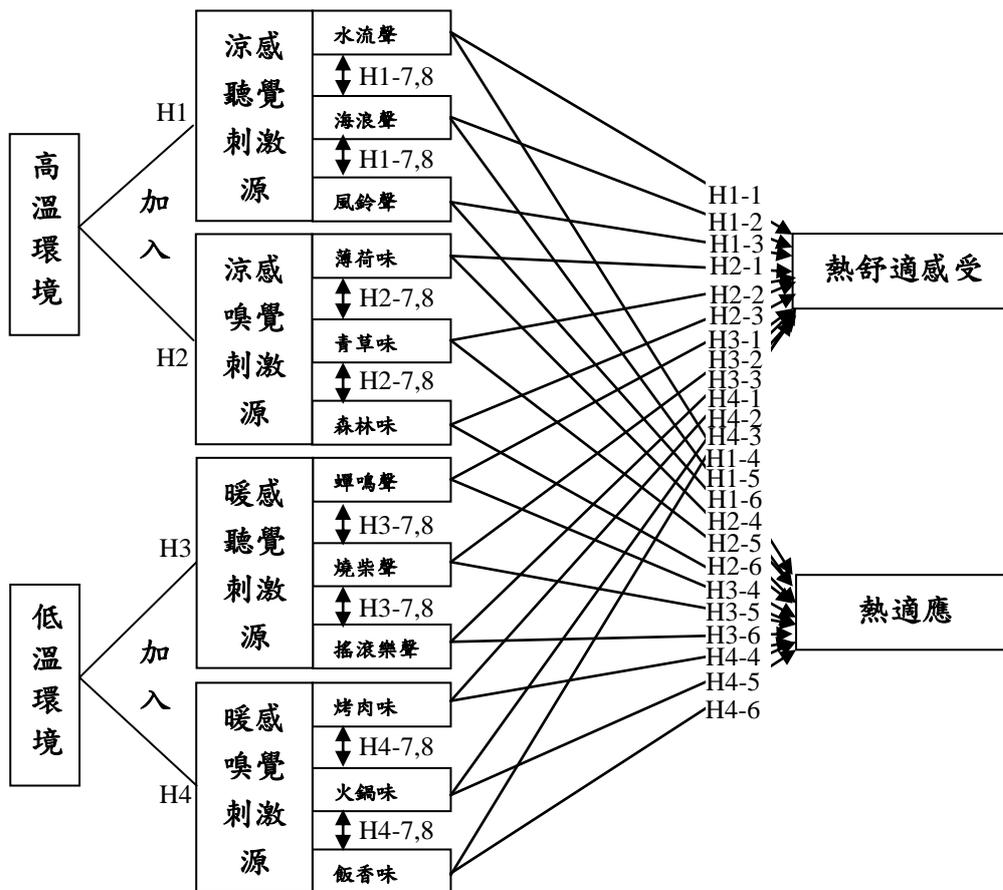


圖 7-1 研究架構圖

(二) 研究設計

本研究採便利抽樣，以中興大學學生及參訪民眾為施測對象，設定樣本大小於十二種實驗處理皆須達到30人以上。實驗時間以溫度調節後高溫可以達到28.8℃以上，低溫可以達到20.9℃以下的時間進行。實驗地點為國立中興大學園藝學系之106及108教室。實驗溫度避開20.9~28.8℃這一舒適溫度範圍，於不舒適的溫度狀況操作實驗；相對濕度控制在30~70%之間的舒適範圍內，使受測者的熱感覺主要受到溫度感受影響。研究設計採實驗

研究中的控制組設計及比較設計（胡龍騰等人譯，2000），來驗證受測者在低溫環境接收我們提供的6種暖感刺激源，或在高溫環境接收我們提供的6種涼感刺激源後，在熱舒適與熱適應的心理感受是否有改變。使用溫濕度計量測受測者在填答問卷時的空氣溫度及相對濕度。實驗用視覺刺激源使用於台中市民廣場拍攝之圖片，用以輔助受測者想像處於都市戶外廣場環境之情形(圖6-2)。研究變項操作性定義如下表7-1所示。

表7-1 變項操作性定義表

變項名稱	操作性定義	變項類別名稱	測量尺度
熱環境	實驗室中，以儀器測量之環境空氣溫度(°C)及相對濕度(%)。	空氣溫度、相對濕度	等距尺度
涼感聽覺刺激源	依受測者填寫次數最高之涼爽、寒冷感受的聲音類型，經網路搜尋截取播放30秒，65分貝的聲音，一次播放一種。	水流聲、海浪聲、風鈴聲	名義尺度
暖感聽覺刺激源	依受測者填寫次數最高之溫暖、炎熱感受的聲音類型，經網路搜尋截取播放30秒，65分貝的聲音，一次播放一種。	蟬鳴聲、燒柴聲、搖滾樂聲	名義尺度
涼感嗅覺刺激源	依受測者填寫次數最高之涼爽、寒冷感受的氣味類型，於氣味圖書館選擇的薄荷葉、青草、森林系列氣味於實驗室內部四周及中心共按壓噴灑9下(約0.9cc)，一次噴灑一種。	薄荷味、青草味、森林味	名義尺度
暖感嗅覺刺激源	依受測者填寫次數最高之溫暖、炎熱感受的氣味類型，購買之炭烤雞排一份(20*20cm)以烤箱195°C燒烤、三媽泡菜鍋一份(2000ml)以電池爐加熱100°C及益全香米185g加熱100°C的氣味，一次操作一種。	烤肉味、火鍋味、飯香味	名義尺度
熱舒適	個人處在實驗室控制之環境中，對環境感覺的熱舒適度、熱感覺、可接受度及空氣溫度預測值(°C)。熱舒適度(很不舒適1分、不舒適2分、有點不舒適3分、普通舒適4分、有點舒適5分、舒適6分、很舒適7分)、熱感覺(很冷1分、冷2分、涼3分、剛好4分、暖5分、熱6分、很熱7分)、可接受度(很不能接受1分、不能接受2分、有點不能接受3分、普通4分、有點能接受5分、能接受6分、很能接受7分)。	熱舒適度、熱感覺、可接受度、空氣溫度	熱舒適度、熱感覺、可接受度(順序尺度)/空氣溫度(等距尺度)
熱適應	個人處在實驗室控制之環境中，對環境熱舒適度所產生的熱適應，包含：內化控制(利用自我控制的方式，使自己接受不舒適的熱環境)、心理轉移(以心情轉換的方式，使自己接受不舒適的	內化控制、心理轉移、消極因應、移置取向行為、材料	順序尺度

變項名稱	操作性定義	變項類別名稱	測量尺度
	熱環境)、消極因應(不舒適的熱環境無法改善,只好消極接受)、移置取向行為(當感覺到溫度不舒適時,以換到較舒適的地方進行同樣的活動來提升熱舒適)、材料輔助行為(以增減自身配件方式,來改善熱環境的不舒適體驗)、代謝相關行為(以改變身體代謝量方式,來改善熱環境的不舒適體驗),同意程度高(5分)→低(1分)。	輔助行為、代謝相關行為	

(三) 分析方法

依據研究假設,將受測者填答的問卷回收後,利用SPSS及Excel進行資料的編碼、登錄、統計分析、分析圖繪製。而統計方法大致分為檢視資料、敘述性統計分析、t檢定及單因子變異數分析四種,並且以Excel進行分析圖之繪製及著衣量計算。

三、分析結果與研究發現

(一) 高溫環境加入涼感聽覺刺激源對受測者熱舒適及熱適應之提升效果

部分涼感聽覺刺激源(水流聲)可顯著提升受測者的熱舒適,但對熱適應的提升效果不顯著。三種刺激源中的水流聲及風鈴聲兩種刺激源皆會使受測者的溫度感受產生變化,水流聲可使受測者的溫度感受將低約 1°C ,風鈴聲可使受測者的溫度感受將低約 0.7°C ,受測者在高溫環境聽到這兩種聲音後都會感覺變涼了,而且水流聲更顯著的提高了受測者對熱環境的可接受度。由三項刺激源的單因子變異數分析結果可得知,水流聲在三項刺激源中,是對高溫環境影響最強烈的,這和論文第參章的次數分析研究結果相呼應,流水亦是最多受測者認為可以帶給人涼爽、寒冷感受的聽覺刺激源。但這些刺激源對受測者溫度感受的影響皆沒有影響到熱適應的改變,受測者採取的熱適應和沒有加入聲音時的整體改變不大。

(二) 高溫環境加入涼感嗅覺刺激源對受測者熱舒適及熱適應之提升效果

部分涼感嗅覺刺激源(薄荷味及青草味)可顯著提升受測者的熱舒適,而部分(青草味及森林味)可顯著提升受測者的熱適應。三種刺激源中的薄荷味及青草味兩種刺激源皆會使受測者的熱舒適感受產生變化,受測者在高溫環境聞到這兩種氣味後會感覺熱舒適提升了,而且薄荷味更顯著的降低了受測者的溫度感受約 2°C ,讓受測者感覺變涼了。由三項刺激源的單因子變異數分析結果可得知,薄荷味在三項刺激源中,是對高溫環境影響最強烈的,它比另外兩種氣味有更顯著的降溫功能,這和論文第參章次數

分析的研究結果相呼應，薄荷亦是最多受測者認為可以帶給人涼爽、寒冷感受的嗅覺刺激源。

青草味及森林味皆會影響熱適應，且由三項刺激源的單因子變異數分析結果可得知，青草味及森林味對消極因應的降低效果比薄荷味來得好。青草味沒有對冷熱感受產生顯著影響，但卻使受測者的熱舒適感受提升，並且會影響熱適應，使得消極想法降低，降低民眾想離開的慾望，並使得代謝相關行為提升(想深呼吸、改變姿勢或跑步)。而森林味對受測者的熱舒適度並沒有顯著的影響，但卻對熱適應有影響，使得消極因應的熱適應明顯降低了。

(三) 低溫環境加入暖感聽覺刺激源對受測者熱舒適及熱適應之提升效果

部分刺激源(蟬鳴聲及搖滾樂聲)可以顯著提升受測者的熱適應，但對熱舒適的提升效果不顯著。三種暖感聽覺刺激源皆無法顯著改變受測者的熱舒適度與可接受度，但皆可顯著提升受測者的溫度感受，蟬鳴聲使得低溫環境的溫度預測顯著變高約 2.1°C 、燒柴聲使得低溫環境的溫度預測顯著變高約 1°C 、搖滾樂聲使得低溫環境的溫度預測顯著變高約 1.3°C ，使受測者感覺變暖了。由三項刺激源的單因子變異數分析結果可得知，蟬鳴聲在三項刺激源中，是對低溫環境影響最強烈的，這和論文第參章次數分析的研究結果相呼應，蟬鳴亦是最多受測者認為可以帶給人溫暖、炎熱感受的聽覺刺激源之一。

蟬鳴聲及搖滾樂聲皆會影響熱適應，且由三項刺激源的單因子變異數分析結果可得知，對材料輔助行為的影響蟬鳴聲較燒柴聲來得大，而燒柴聲亦較搖滾樂聲來得大。其中蟬鳴聲會使得材料輔助行為使用頻率顯著變低，而加入搖滾樂聲後會使得受測者的心理轉移使用頻率顯著提升，消極因應則顯著降低了。

(四) 低溫環境加入暖感嗅覺刺激源對受測者熱舒適及熱適應之提升效果

三種暖感嗅覺刺激源會顯著降低受測者的熱舒適感受，火鍋味及飯香味使得熱舒適感受降低了，而烤肉味亦使得可接受度降低了。但三種暖感嗅覺刺激源皆可以顯著提升受測者的溫度感受，烤肉味使得低溫環境的溫度預測顯著變高約 1.3°C 、火鍋味使得低溫環境的溫度預測顯著變高約 1.6°C 、飯香味會使得低溫環境的溫度預測顯著變高約 1.1°C ，使受測者感覺變暖了，而部分刺激源(火鍋味及飯香味)亦可以顯著提升受測者的熱適應。

火鍋味及飯香味皆會影響熱適應，其中火鍋味會使得材料輔助行為使用頻率顯著變低，而飯香味則使得受測者的消極念頭降低了，認為熱不適的狀況變得有希望被改善。烤肉味對低溫環境的影響則沒有明顯到使熱適應達到顯著改變。

表 7-2 不同環境加入不同刺激源 t 檢定結果歸納表

環境		高溫環境 (t 值)						低溫環境 (t 值)				
實驗刺激源	水流聲	海浪聲	風鈴聲	薄荷味	青草味	森林味	蟬鳴聲	燒柴聲	搖滾樂聲	烤肉味	火鍋味	飯香味
熱舒適題項	熱舒適			-2.0	-2.1						2.0	2.0
	冷熱感受	3.8		4.4			-4.9	-3.0	-3.5	-2.3	-2.9	-3.1
	可接受溫度	-2.3								2.2		
	溫度預測	2.6		2.1	5.0		-5.4	-3.1	-3.8	-3.4	-3.1	-2.3
	內化控制											
熱適應題項	心理轉移								-2.7			
	消極因應				3.0	2.3			2.5			2.4
	移置取向行為				2.1							
	材料輔助行為						2.2				2.2	
	代謝相關行為					-2.8						

註：→ 可顯著提升效果；--→ 無法確定是否有提升效果；*提升效果最明顯者。

捌、結論及政策建議(詳見論文第柒章)

一、結論

聽覺與嗅覺皆會影響熱舒適與熱適應，而研究結果尚無法判斷出何種知覺的影響較為強烈。其中水流聲、風鈴聲、薄荷味與青草味等四項涼感刺激源對高溫環境的熱舒適提升確實有顯著的效果，並且水流聲與薄荷味的提升效果最好。而蟬鳴聲、燒柴聲、搖滾樂聲、烤肉味、火鍋味與飯香味則皆只能使人有變暖的感覺，但無法有效提升熱舒適。而人們平常會使用的熱適應可以歸納為內化控制、心理轉移、消極因應、移置取向行為、材料輔助行為與代謝相關行為等六個構面共 19 項熱適應內容，其中不論於

低溫或高溫環境，移置取向行為和材料輔助行為兩大構面皆為人們最常使用的熱適應，消極因應為人們最不常使用的熱適應，而聽覺與嗅覺刺激源中，可以發現青草味、森林味、蟬鳴聲、搖滾樂聲、火鍋味及飯香味皆會使得熱適應改變，包含降低消極因應、移置取向行為與材料輔助行為，及提升心理轉移與代謝相關行為等。

聽覺與嗅覺皆可發現讓熱舒適或熱適應產生改變的刺激源，但刺激源的作用僅在其相對應需改善的環境會顯著影響熱感覺，而無法在非相對應的環境產生作用。其中薄荷味為最有影響力的刺激源，其研究結果對冷熱感受、溫度預測及熱舒適度皆有很顯著的影響效果。而水流聲的影響效果僅次於薄荷味，其研究結果對冷熱感受、溫度預測及可接受度亦有顯著的影響效果。蟬鳴聲則是很明顯的影響到冷熱感受與溫度預測，但對熱舒適則影響不明顯。另外青草味及搖滾樂聲也被發現對受測者的心理有很特別的影響力，青草味很明顯的提高了熱舒適度，雖然對熱感覺的影響較不強烈，但它很正面的降低了熱不適無法改變的消極感受，並且使受測者願意多停留下來呼吸其芬芳的氣息；而搖滾樂聲則很明顯的提高了熱感覺，讓受測者感覺到熱血沸騰，並能夠轉移注意力，及降低熱不適無法改變的消極感受。希望此研究結果可以幫助台中市戶外環境規劃設計者多採用感官刺激方式提升戶外環境的熱舒適，及改變人們的熱適應，使得人們更願意留在戶外環境活動。並提供未來熱舒適相關研究者，在熱適應的調查有更多元的資料可以參考，在提升戶外熱舒適的研究有更多元的方式可以思考。

二、政策建議

本研究提供可運用於台中市室內外熱環境之熱舒適改善方案，及提出人們在戶外熱環境會使用的熱適應方式相關的配套計畫如下。

(一) 台中市室內、休閒及景觀領域實務的應用與建議

本研究結果於室內環境之應用較戶外更易快速達成，為可快速操作的方式，而於戶外環境之應用，則為本研究之重要貢獻，過去景觀建築領域主要使用改變物理環境的方式來創造舒適的熱環境，而本研究結果則可與此設計方式搭配運用，提供在不改變物理環境的情況下，直接由使用者心理改變其對物理環境的感受。可協助人們在無空調的戶外環境，運用嗅覺或聽覺設計的方式，更好的提升戶外熱環境的熱舒適狀態，以節省室內能源的使用，落實低碳與永續發展。

1. 研究結果運用於台中市室內環境之環境設計

本研究結果於台中市室內熱環境，可立即應用於熱不適環境之調適，達成良好的效果。例如於高溫的室內環境中，可以利用水流聲或風鈴聲的撥放，或者於室內擺設流水、魚缸或風鈴，來達到提高室內熱舒適的效果。亦可利用薄荷味與青草味的噴霧，或者於室內擺設薄荷盆栽，亦可達到提高室內熱舒適的效果；於低溫的室內環境中，則可以利用蟬鳴聲或搖滾樂的撥放，或者於室內擺設小火爐意象擺飾搭配燒柴聲播放，來達到提高室內熱感覺的效果。亦可透過烹調烤肉、火鍋、熱米飯等食材，來達到提高室內熱感覺的效果。

2. 研究結果運用於台中市休閒及景觀領域之環境設計



圖 8-1 研究結果運用於台中市休閒、景觀領域之環境設計方案建構圖

(1) 高溫環境的環境設計方案

A. 提高環境的水景比率

提高台中市戶外公園綠地環境的水景比率，增加噴泉、小溪、水道、瀑布等水景設施，將可提升民眾於高溫環境的熱舒適感受。

B. 設置風鈴等可發出清脆聲響的裝置藝術品

未來於台中市戶外公園綠地環境的景觀規劃設計，可以增設風鈴等可發出清脆聲響的裝置藝術品，透過這些裝置藝術發出的聲音，協助到都市

戶外公園綠地環境活動的民眾降低於高溫環境的熱感覺。

C. 以撥放裝置定期撥放水流聲與風鈴聲

未來於台中市戶外公園綠地環境，可以使用撥放裝置定期進行水流聲或風鈴聲的撥放，將可使在戶外熱環境活動的民眾熱舒適感受提升。

D. 廣泛應用薄荷於景觀設計，並設置薄荷味體驗區

未來於台中市戶外公園綠地環境，可以廣泛應用薄荷於景觀設計，例如將薄荷作為複層綠化中的地被層植栽，或設置吊盆擺設於步道旁，皆可提升民眾於高溫環境的熱舒適感受，並可藉由薄荷味體驗區的設置，使民眾可以藉由近距離接觸與撫摸，更增加薄荷味的效果。

E. 廣植青草地並提供可以踩踏的草皮區域

建議可以於台中市戶外公園綠地環境廣植青草地，並且提供可以踩踏的草皮區域，使民眾可以在走過草地時聞到青草味，將可提升民眾於高溫環境的熱舒適感受。

F. 於草地旁設置休憩空間

未來在台中市戶外公園綠地環境設計，可以於草地旁設置休憩空間，提供民眾可以在草地旁靜坐休息的空間，方便民眾於熱不適時，移置取向行為與代謝相關行為的進行。

G. 廣植森林

未來在台中市戶外公園綠地環境設計，可以廣植林木，營造森林氛圍，便可使民眾更喜歡待在戶外環境活動。

(2) 低溫環境的環境設計方案

A. 以撥放裝置定期撥放蟬鳴聲及搖滾樂聲

未來於台中市戶外公園綠地環境，可以使用撥放裝置定期進行蟬鳴聲或搖滾樂聲的撥放，將可使在戶外熱環境活動的民眾熱感覺提升，變得較為溫暖。

B. 設置舞台區定期舉辦搖滾音樂會

未來於台中市戶外公園綠地環境，可以設置舞台區，並定期舉辦搖滾音樂會，提高民眾接觸搖滾樂的機會，將可使在戶外熱環境活動的民眾熱感覺提升，感覺氣溫變得沒有那麼寒冷。

C. 設置烤肉區定期舉辦烤肉聚會

未來於台中市戶外公園綠地環境，可以設置烤肉區，並定期舉辦烤肉

聚會，使民眾可以透過烤肉活動提升溫暖感受，將可使民眾的熱感覺提升，感覺氣溫變得沒有那麼寒冷。

D. 設置熱食區鼓勵綠地環境與餐飲結合

未來於台中市戶外公園綠地環境，可以設置熱食區，並鼓勵綠地環境與餐飲結合，或可於低溫天氣舉行園遊會活動，使天氣讓人感覺寒冷時，民眾在戶外環境也可以找到熱食提升溫暖感受，以提升民眾於低溫天氣至戶外環境活動的意願。

(二) 環境熱適應配套計畫



圖 8-2 環境熱適應配套計畫方案建構圖

1. 廣植森林，並提供森林氣味噴霧噴灑或販賣

未來於台中市戶外公園綠地環境，可以廣植林木，增加遮蔭效果，提供民眾更多可以利用的移置空間。並且樹林可以提供清新的空氣，針對代謝相關行為的使用，亦可以有效的提供協助。而且本研究結果得出森林味於高溫時可以降低消極因應，讓受測者感受到熱不適是可以被改善的，因此廣植森林、或於高溫時利用噴霧噴灑森林氣味，或販賣森林氣味隨身瓶，將有助於戶外環境使用者由心理層面改善自身熱不適。

2. 設置花架、涼亭等遮蔭設施

未來於台中市戶外公園綠地環境，可以多設置花架、涼亭等遮蔭設施，

以增加環境的陰涼區域，提供民眾更多可以利用的移置空間。

3. 提供相關熱適應配件之販賣設施

未來於台中市戶外公園綠地環境，可以提供相關熱適應配件之販賣設施，使熱環境不舒適時，民眾在戶外環境也可以很容易取得改善熱舒適的裝備，以提升民眾於戶外熱環境不舒適時，到都市戶外公園綠地活動的意願。

4. 多設置休憩平台及完善的運動設施或步道

未來於台中市戶外公園綠地環境，可以多設置休憩平台，並增加完善的運動設施或步道，以提供民眾更多可以進行熱適應的空間。

5. 設置可轉換心情的景觀設施

未來於台中市戶外公園綠地環境，可以考量民眾之熱適應需求，提供較為自然、具注意力恢復效益之空間，或多設置可轉換心情的景觀設施，如多植開花植物、誘鳥蝶的植物、流動的水景、具有光影的樹下或棚下空間（林承融，2011），或以詩詞、標語之設立，提醒戶外空間使用者可利用的心理適應策略，或提供戶外空間使用者音樂或藝術品等可以轉換心情的媒材，使得民眾有更多可以進行心理適應的空間與媒材。

6. 提供青草味噴霧噴灑或販賣，及廣植草坪

建議台中市戶外公園綠地環境於高溫時，可提供青草味噴霧設施的噴灑、販賣青草氣味隨身瓶、或利用廣植草皮方式，使民眾更容易接觸或取得青草氣味，將有助於民眾提升自身於戶外環境之舒適感受。

7. 提供搖滾樂播放或舉辦搖滾音樂會

建議台中市戶外公園綠地環境，於低溫時可撥放搖滾樂或舉辦搖滾音樂會，將有助於使民眾更容易接觸搖滾音樂，以提升自身於戶外低溫環境之舒適感受。

8. 提供熱食販賣帶給民眾能溫暖身心的食物

建議台中市戶外公園綠地環境，於低溫時可舉辦熱食販賣活動，將有助於使民眾更容易取得能提升溫暖感受的熱食，以提升自身於戶外低溫環境之舒適感受。

玖、參考文獻

註：由於參考文獻數量眾多，請詳見論文 P. 284~309。