

明志學報

MING CHI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY JOURNAL

第四十三卷・第一期・中華民國一〇二年九月・Volume 43, Number 1, September 2013

43-1

本學報經本校學報編輯委員會推薦送請專家學者分別評審通過後刊出

學報編輯委員名單如下：

發行人：劉祖華

Publisher: T.H. Liu

主編：馬成珉

Editor-in-Chief: C. M. Ma

委員：

Editors:

梁晶煒〔工程類召集人〕

J.W. Liang (Engineering)

謝章興〔環資類召集人〕

J.H. Hsieh (Environment and Resources)

馬成珉〔管設類召集人〕

C.M. Ma (Management and Design)

郭秋顯〔國文類召集人〕

C.S. Guo (Chinese)

沈明得〔社會類召集人〕

M.T. Shen (Society)

郭如蘋〔英文類召集人〕

R.P. Guo (English)

蔡宗謀〔數學類召集人〕

T.M. Tsai (Mathematics)

黃鐘禎〔物理類召集人〕

J.J. Huang (Physics)

林柏化〔體育類召集人〕

P.H. Lin (Physical Education)

發行：明志科技大學

地址：新北市泰山區 24301 工專路 84 號

電話：(02)29089899(十線) 傳真：(02)29041914

Publication Office: Ming Chi University of Technology

Address: No.84, Gongzhuang Rd., Taishan Dist., New Taipei City 24301, Taiwan

Tel : (02)29089899(10 Lines) Fax : (02)29041914

本論文集採 PP 合成紙印製

前言

「明志學報」自創刊以來，一直不斷地獲得各界專業領域先進與朋友的支持與鼓勵。本期〈第 43 卷第一期〉投稿論文的處理情形如下：

本期收稿	9 件
<hr/>	
本期處理情況	
退稿	3 件
本期刊登	6 件
本期審查通過下期刊登	0 件
審查修改中	0 件
<hr/>	
就刊登稿件而言，本期接受率為	67%

在此誠摯地感謝受邀參予評審之學者專家的詳盡審閱，您們的辛勞與付出使「明志學報」品質不斷提昇，也期盼學術界先進與朋友不吝指教，最後，更竭誠歡迎您的投稿。

明志學報編輯委員會 敬上
2013 年 9 月

目錄

長途客運服務品質與票價敏感度分析 -以阿囉哈與統聯為例	陳一郎 許婉容 洪偉智	1
沿水平平板之強制及自然對流相似解之 綜合分析	王添益	13
空調回風口位置不同配置型態的流場 模擬與舒適性探討	洪明瑞	21
現實治療團體對於減重男大學生之飲 食態度、身體意象與完美主義之輔導 效果研究-以明志科技大學為例	朱漢璇	43
由草酸酯、光敏靈到芳香族雙醃烯系 列之氧化化學發光研究	孫崇文 鄧昌蔚 陳順基 方泰山	61
學校興建競技型運動場館可行性研究 —以羽球館為例	許成源 曹健仲 蔡瑞祥 林柏化	69

國立中央圖書館
美國國會圖書館

目錄卡號：

529 · 95
0-74-86

CONTENTS

<i>Analyses of service quality and ticket price sensitivity on long-distance passenger transports —The empirical study of Aloha and Ubus</i>	Y. L. Chen W. Z. Hsu W. C. Hong	1
<i>The General Analysis of Similarity Solutions for Forced and Natural Convection Along Horizontal Plates</i>	Tian-Yih Wang	13
<i>Simulation of flow field and discussion of comfort for the various configuration types of air conditioning return air</i>	Ming-Jui Hung	21
<i>Research on the Effects of Eating Attitude, Body image and Perfectionism of Weight Controlled Male Undergraduates by Reality Therapy Group Counseling – As the Sample of Ming Chi University of Technology</i>	Chu, Han-Hsuan	43
<i>Study on the Oxidizing Chemiluminescence of Luminol, Oxalates and Aromatic Dioxenes</i>	Chung-Wen Sun Chang-Wei Teng Shun-Chi Chen Tai-Shan Fang	61
<i>The feasibility of construction competition-oriented sport facility in school –The case of badminton arena</i>	Cheng-Yuan Hsu Chien-Chung Tsao Jui-Hsiang Tsai Po-Hua Lin	69

National Central Library
The Library of Congress

Catalog Card No : 529 · 95
0-74-86

長途客運服務品質與票價敏感度分析—以阿囉哈與統聯為例

Analyses of service quality and ticket price sensitivity on long-distance passenger transports —The empirical study of Aloha and Ubus

陳一郎 許婉容 洪偉智

Y. L. Chen W. Z. Hsu W. C. Hong

摘要

本研究的目的係針對國內兩大長途客運業者—阿囉哈與統聯客運，以台北高雄班次為例，以問卷調查方式瞭解不同客運競爭業者的服務品質差異，以及票價變動對於消費決策的影響。透過隨機抽樣方式，共蒐集87份有效問卷，研究結果發現，搭乘統聯客運的乘客主要考量多為成本因素，搭乘阿囉哈者則以舒適及服務為主，而對阿囉哈客運的消費忠誠度也較高，將近一半不會因票價變動而改變搭乘意願，統聯則僅約三分之一。此外，阿囉哈客運在五大構面的平均服務品質分數最高者為體貼性，最低者為可靠性，所對應的語意品質落在「有點滿意」與「滿意」之間；統聯則剛好相反，分數則介於對應語意品質的「有點滿意」邊界，兩家客運服務品質優勢具互斥性。票價分析結果顯示，其相對競爭優勢與品質差異若換算為平均票價約為189元，接近目前實際的195元，顯示兩家客運的票價已充分反映消費者對兩家公司偏好取捨的認知差異，此狀況也顯示在受訪者主觀認為，目前兩家客運所訂票價相對於所提供的服務，並無顯著差異（4.21:4.17, $p>0.05$ ）。

關鍵詞：長途客運、服務品質、PZB 模型、票價敏感度

ABSTRACT

The purpose of this study was attempted to investigate the differences in service quality and the price's sensitivity in consumer's choices for long-distance passenger transport between Aloha and Ubus. Seventy-eight available data were collected through a questionnaire by randomly sampling and then analyzed for the study. Results show that Ubus's passengers used to care about price, whereas the Alohas' did by comfort and bus service. This led to higher consumer loyalty for Aloha's passengers than that for Ubus. Among five dimensions of PZB model, Aloha had most superior quality in 'empathy' and inferior one in 'reliability', the corresponding semantic ratings were between 'somewhat satisfactory' and 'satisfactory'. Interestingly, Ubus revealed an opposite result. This implied that the service advantages are quite different between these two transport companies. Results of price sensitivity also show that the differences in service quality between the two companies can be quantitatively substituted for NT\$189, which is very close to real price gap NT\$195. The finding supports the fact that the price strategies of these two companies can completely reflect the corresponding gaps in service qualities. This finding is also validated by the respondent's answer that the ticket prices of these two companies were relatively reasonable (4.21:4.17, $p>0.05$).

Keywords: Long-distance passenger transport, service quality, PZB model, ticket Price sensitivity

1. 導論

由於台灣各地發展程度不同，許多鄉村人口大量往都市移動，每逢假期，不同的交通工具都呈現壅塞情況。近年來，除了火車、飛機、高鐵外，許多人會選擇搭乘班次較多，且即時又相較經濟實惠的國道客運。在台灣的客運公司，除原為國營後轉為民營的國光客運外，許多講求不同服務特色的客運公司也紛紛進駐國道客運市場，對消費者而言，搭乘國道客運不僅只是追求便利而已，享受搭乘客運時的舒適與各項即時服務，也是許多人強調的服務選項。

由於選擇多元，搭乘客運者會從許多層面比較各客運公司，致使客運業者有別於過去傳統保守之國道客運，紛紛採取「以客為尊」之多元化服務方式，推出強調個人化之視聽娛樂設施、加寬豪華總統座椅、遞送茶點、下站提醒服務等，各種強調貼心及高品質之服務特色，或是透過價格競爭及強調人性與科技的服務策略，積極吸引旅客青睞，同時亦不斷推陳出新，考量其各自的競爭策略，以及如何進一步提升服務品質。

就服務而言，早在 50 年代學術界即開始相關的研究，從研究中發現實務界對於服務的看法會因為產業環境不同而有所差異，也因為社會的發展，使消費者對於服務的需求也隨著改變。根據美國行銷協會定義，服務係純為銷售或配合一般產品而連帶提供的各種活動、利益或滿足。Lovelock and Young (1979) 認為服務附加於產品之上，對顧客而言，將可因此增加對該產品的效用或價值。Murdick 等人 (1990) 認為服務是幫助生產、運銷貨品以及增進人類生活福祉的活動。

過去文獻對於服務特性已有諸多探討，但缺乏統整，直到 Parasuraman 等人 (1985) 整合先前相關研究對服務特性的探討，認為服務可歸納出四個特性：無形性、同時性、異質性與易逝性，由於客運服務也具有服務的四項特性，以及服務本身具有價值判斷的主觀概念，難以事前控管，更無法援引實體產品的客觀品質標準以衡量優劣。

服務品質是一種概念，而這種概念之所以令人難以理解，在於它存在著抽象且複雜的成分。Levitt

(1972) 認為服務品質是指服務結果能符合所設定的標準。Parasuraman 等人 (1985) 將服務品質定義為：顧客對服務的期望與顧客接觸服務後實際知覺到服務間之差距，亦即服務品質 = 期望的服務 - 知覺的服務。如果期望服務水準和知覺服務水準相等，表示服務品質普通；如果知覺服務水準大於期望服務水準，表示服務品質高；如果知覺服務水準小於期望服務水準，表示服務品質低。

在有關服務品質的定義中，以 Parasuraman 等人 (1985) 提出的 PZB 模型之 SERVQUAL 量表最受普遍認同。對於 SERVQUAL 量表的設計，Parasuraman 等人採用 10 個程序加以完成。此程序乃是先參考 Churchill (1979) 所提出的方法，再經過此程序產生 SERVQUAL 量表，在學術界引起極大重視，咸認是一個可以用以建立服務品質量表的適當方法，其 10 個步驟包括：1. 將服務品質定義為消費者對於某一家公司所提供服務的認知服務與對這種服務的期望品質的差異；2. 確定建構服務品質的十個構面；3. 由這 10 個構面建構出 97 個題項；4. 蒐集 200 位受訪者期望服務與認知服務資料，調查對象包括五個產業，每個產業有 40 位受訪者，而此 40 位個受訪者是在所屬服務業中正在或最近接受服務的消費者；5. 用一個遞迴的程序進行尺度純化 (Scale Purification)，在此步驟中，題項從 97 題刪減為 34 題，並且精簡為七大構面；6. 確認代表七大構面的 34 個題項；7. 利用此七大構面 34 個題項量表，蒐集四種服務業各 200 位受訪者資料；8. 利用步驟 5 再次精簡量表，將 34 個題項降低至 22 個題項，此 22 個題項構成五大構面；9. 確認五大構面、22 個題項量表；10. 衡量 SERVQUAL 信度與因素結構，並以步驟 4 所蒐集之資料以新量表重新分析，確認此量表的內部一致性與構面性 (Parasuraman et al. 1988)。

由以上敘述得知，SERVQUAL 量表將原來的 10 個構面萃取出五個具有良好信度、效度和重複性低的構面和 22 個題項，與原本十大構面比較，其中有形性 (Tangibles)、可靠性 (Reliability)、反應性 (Responsiveness) 維持不變，另外兩項為保

證性 (assurance) 和體貼性 (empathy)，亦即五個服務品質構面，分別是有形性、可靠性反應性、保證性與體貼性，成為後續許多研究發展服務品質調查問卷的重要基礎。林軒正 (2002) 挑選一家國道客運公司作為研究對象，參考 PZB 服務品質概念模式與延伸模式，應用問卷調查，探討個案公司服務品質現況，並檢視內部服務品質缺口 (Parasuraman et al. 1985) 是否顯著存在，結果發現個案公司所有項目的服務品質缺口 (缺口五：顧客實際感受到的服務和期望服務間的差距) 皆顯著存在，而缺口一至缺口四 (不知道顧客期望、錯誤的服務標準、服務績效缺口、執行錯誤) 也都各有服務項目達到顯著水準。

在其它有關客運公司的研究中，方苑萍 (2002) 利用不完全成對比較法，瞭解旅客對客運公司各服務準則之感受度，以作為不同選擇集合定義方式下旅客選擇模式構建之基礎；陳雅琪 (2006) 則探討旅客的國道客運選擇行為，藉由國道客運服務品質變數以及消費習慣分析，以得知影響旅運者選擇行為要素，以因素分析萃取「安全與服務態度」、「舒適性」、「便利性」與「資訊提供」四個主要服務品質因素。曾維琪 (2002) 則發現國道客運市場競爭激烈，以票價競爭並不會取得絕對優勢，必須考慮所有可能影響營運好壞之因素。另一個探討票價敏感度 (ticket price sensitivity) 的研究結果則發現，乘客知覺之服務價值為影響顧客滿意度與消費者行為意向最主要因素。其中，乘客知覺之服務代價 (票價、等待時間與旅行時間) 的負向影響大於服務品質 (與乘客互動、有形服務設備、服務提供便利性、管理營運支援) 的正向影響 (呂堂榮 2002)。

在國內民營客運業者中，統聯與阿囉哈客運是兩家主要的服務提供者。統聯客運為國內第一家民營高速公路的客運公司，取「統率四方、聯合經營」之意，命名為統聯汽車客運股份有限公司，該公司更以「便民交通、繁榮地方」為營運宗旨，於民國 78 年正式奉准設立，為國內運輸開創嶄新局面。而另一國道客運知名品牌阿囉哈客運，則是因應廣大民眾對大眾交通運輸需求之運量與品質日益提昇的需求，為順應工商自由競爭趨勢，於民國 84

年向政府申請國道客運路線經營權，該公司以「永遠以乘客的需求為走向」的經營理念，及「提供超越乘客期待的服務為目標」的經營方式，永續運輸的企業精神。本研究的目的，即針對這兩家公司規模較大及國人接受程度較高之客運公司進行比較，其經營策略分別代表平價風格的統聯客運及重視服務與設備的阿囉哈客運公司。

過去有關客運服務品質與票價擬定策略，均有相關研究進行探討，唯過去文獻未曾有將服務品質量化後與差異票價進行比較探討之研究，緣此，本研究針對國內這兩大客運業者，依據 PZB 服務品質模型，發展適用於長途客運之服務品質調查問卷，以有形性、可靠性、反應性、保證性及體貼性等五構面為衡量指標，除呈現兩家客運之消費人口統計變數分布外，主要目的在於比較兩家客運之服務品質差異，並據以提出相關建議，作為其它長途客運業者擬訂營運策略參考，同時透過票價異動對於消費意願的改變，探討目前兩家客運定價差異對消費決策的影響。

2. 研究方法

2.1 服務品質之定義

本研究對服務品質之定義，是指顧客在消費服務後，主觀認知服務所賦予的感受。綜觀服務品質文獻，服務品質的衡量項目會因產業不同而有所差異。本研究採用 Parasuraman 等人 (1988) 所發展之服務品質五大構面 (有形性、可靠性、反應性、保證性、體貼性) 為基礎，以評估客運服務品質。

2.2 研究範圍與對象

本研究調查對象為對於兩大長途客運業者，同時具有消費需求及搭乘經驗之消費者，同時將調查範圍限制於台北與高雄地區，另為考量代表性與樣本數，以台北—高雄為主要的客運路線。服務品質問卷主要利用比較式問卷，蒐集顧客針對阿囉哈和統聯客運各項服務品質之滿意程度比較。

2.3 問卷設計及抽樣方法

問卷調查是一種藉由詢問受訪者依所設計的問題來陳述表達其看法及觀點的方式，透過結構性標準化問卷及隨機抽樣方法，直接蒐集顧客資訊。

本問卷主要目的在於「阿囉哈與統聯客運之消費者服務品質與價格認知調查」。

2.3.1 問卷發展與設計

本研究問卷設計共分為三大部分，第一部份共計有 8 題，為受訪者之個人基本資料。第二部份的問卷題項設計，主要以目前兩家公司非優惠時段之全票票價為基礎，分別為阿囉哈 715 元與統聯 520 元，目的在瞭解當一方之客運票價調漲時，對於消費者搭乘意願的影響，相關結果可作為兩家公司票價調漲的參考。

第三部份則為服務品質調查問卷，初步問卷項目共設計 32 題，經由前測 (pilot study) 與相關訪談、討論後，修正為 27 題，其中第 20 題用以建立效標關聯效度。此外，除參考過去相關研究論文之問卷題項外，也蒐集三位專家之試填意見，俾進行最後修正，最終問卷內容如附錄所示。在此部份的問卷中，由受訪者針對兩家客運業者進行比較式評分 (comparative scoring)，亦即針對同一題項同時對兩家業者進行評分，分數配置採用 Likert 六點量表，其中 1~6 分分別代表非常不滿意、不滿意、有點不滿意、有點滿意、滿意、非常滿意，如此可獲得兩家長途客運公司在不同問項中之絕對分數，也可將其品質分數進行相互比較。

2.3.2 抽樣方法

本研究抽樣方式主要在台北與高雄兩地之阿囉哈與統聯客運站進行隨機問卷調查。由於受訪對象需同時具有兩家客運台北往返高雄的消費經驗，因此問卷之初須先篩選並確定為目標樣本，始進行問卷填答。

2.3.3 問卷回收

本研究針對具搭乘阿囉哈與統聯客運台北往返高雄路線之消費者，於民國 99 年 10 月開始，採用問卷方式進行調查。問卷發放共計 96 份，全數回收，其中有效問卷為 87 份，無效問卷 9 份，有效問卷比例為 90.6%。

2.4 資料分析方法

本研究以 SPSS 19.0 為分析工具，主要採用敘述性統計與檢定方法，探討阿囉哈和統聯客運的服務品質差異與票價敏感度分析。敘述性統計分析用

以說明樣本資料結構，將問卷資料進行變數間之敘述性分析，以及受訪者對各變數之意見均值作一概括描述。本研究以次數分配瞭解受訪者之人口統計分布，並以成對 t 檢定 (paired t-test) 比較阿囉哈與統聯客運在不同題項的差異情形。

2.5 問卷量測之信度與效度

本研究的問卷設計信度，主要以 Cronbach's α 值衡量各個構面之信度，其中，當 Cronbach's α 值越高，表示其信度越佳；一般通常測量工具之信度在 0.7 以上即具有可靠性 (Nunnally 1978)。問卷經分析後，其整體信度為 0.908，高於 0.7，顯示具有高的問卷信度。此外，在服務品質量表的五大構面的 Cronbach's α 值也都高於 0.8 (包括有形性：0.936、可靠性：0.925、反應性：0.870、保證性：0.881 與體貼性：0.922)，表示各構面之問卷內容具有一定信度水準。

本研究問卷以第 20 題「對於該客運的整體滿意度」，用以衡量效標關聯效度。分析結果顯示，效度題項與五大構面共 26 個題項的皮爾森相關係數 r 值均達 0.72 以上，顯示問卷效度良好。本研究問卷設計係以相關文獻做為基礎，針對問卷內容作比較、修改與確認，以建立問卷之內容效度。在問卷編撰過程中，亦邀請 7 位具經常性消費經驗的受訪者，進行問卷內容評定及修正，在經過意見的彙整及修正確立問卷內容，完成最終問卷設計。

3. 結果與討論

3.1 受訪者基本資料

受訪者基本資料分別以性別、婚姻狀態、年齡、學歷、職業、收入等，描述搭乘阿囉哈和統聯客運往返台北高雄的樣本分佈情況。

在受訪者基本資料中，男性為 47 人 (54%)，女性為 40 人 (46%)，其中未婚者佔多數為 78 人 (90%)，年齡在 21~30 (含) 歲比例最高，約為 65%。在教育程度方面，大學/學院所佔比例最高達 70%。職業以學生佔比例最高為 43%，其次依序為服務業 (24%)、製造業 (16%) 等；在受訪者收入方面，月薪 1 萬元 (含) 以下者比例最高佔 43%，可能與在學學生人數較多有關，其次依序為

1~3 萬元 (28%) 與 3~5 萬元 (24%)。由以上分析可知，消費族群以未婚之大專學生為主體，可能原因是此族群因就學關係需要南北往返，而長途客運的營運特性與票價水準，較符合一般學生的消費需求與經濟能力負擔。

3.2 受訪者選擇客運之主要考量因素

圖 1 顯示 87 位受訪者選擇搭乘兩家客運的因素。由圖中可知，搭乘統聯客運的乘客主要考量，比例最高為票價 (80%)，最低的則為舒適及安全 (均為 4%)，顯示選擇搭乘統聯客運的乘客考量因素多為成本因素；選擇搭乘阿囉哈客運的比例最高者則為舒適及服務，佔比率達 84% (舒適 48%、服務 36%)，最低則為票價考量的 7%，顯示搭乘阿囉哈的乘客以舒適與服務為主要考量。值得一提的是，受訪者對於兩家客運公司的安全性並無顯著的差異考量，亦即兩家客運的安全性都受到受訪者的普遍認同，而不致成為影響其搭乘的決定因素，也顯示「安全性」是長途客運公司最重要的基本要求，反而未列為搭乘選擇的主要決定因素。

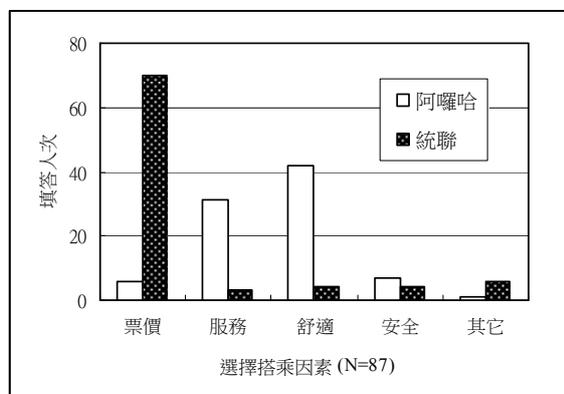


圖 1 受訪者選擇搭乘兩家客運的因素

3.3 受訪者搭乘客運之頻率

本研究比較受訪者搭乘不同客運的次數(如圖 2)，發現就搭乘頻率而言，受訪對象至少均半年搭乘一次，此比例在阿囉哈為 62%，統聯為 43%，接著為三個月一次 (16%與 20%)、每個月一次 (14%與 18%)、每兩週一次 (6%與 13%)，由此可知，對於較常需要南北往返的受訪者而言，選擇統聯客運的比例較高，可能與兩者票價高低有關

(715 元：520 元)。調查結果也發現，經常需南北往返的乘客，在搭乘客運時，選擇統聯客運的比例高於阿囉哈客運，而偶發性 (infrequently) 乘客在選擇客運時，以選擇阿囉哈客運居多，比照乘客選擇客運的考量後可以得知，經常性 (frequently) 乘客多數會以成本為搭乘理由，偶發性乘客則是以舒適為主要考量。

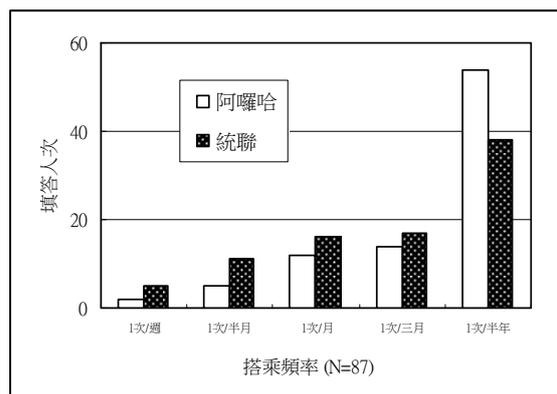


圖 2 受訪者選擇搭乘兩家客運的頻率

3.4 客運之消費忠誠度

藉由詢問票價改變後，乘客是否會改變所搭乘的客運公司，以瞭解乘客對於該客運的忠誠度。分析結果顯示，原習慣搭乘統聯的受訪者，不會因票價變動而改變者其比例為 32% (28 人)，亦即有 59 人會改搭阿囉哈；而習慣搭乘阿囉哈者，其比例則為 46% (40 人)，亦即會改搭統聯者為 47 人。由此可知，阿囉哈受訪者的消費忠誠度較高，有將近一半的阿囉哈受訪者，不會因為票價變動而改搭統聯或選擇其它替代工具，而習慣搭乘統聯的忠誠受訪者則僅約三分之一。

對照受訪者選擇搭乘兩家客運的因素分析結果，可發現對於以票價策略吸引消費者的統聯客運而言，因票價變動造成顧客的流失機率，將高於阿囉哈客運。相形之下，以服務及舒適為主要考量之阿囉哈受訪者，不容易因票價變動改變選擇。

3.5 阿囉哈與統聯服務品質比較

表 1 顯示兩家長途客運公司在服務品質的五大構面、27 個品質題項的差異情形。由表中可知，阿囉哈在五大構面的平均服務品質分數最高者為

體貼性（4.50），最低者為可靠性（4.28），其所對應的語意品質落在「有點滿意」與「滿意」之間；相較於阿囉哈，統聯的分數則較低，分數範圍自最高的可靠性（4.11），至最低的體貼性（3.95），大概都介於所對應語意品質的「有點滿意」的邊界（分數為4）。

上述結果出現一個有趣的現象，亦即阿囉哈品質分數最高的構面，卻剛好是統聯品質分數最低的構面（亦即體貼性）；而阿囉哈品質分數最低的構面，也恰好是統聯品質分數最高的構面（亦即可靠性）。推敲原因，可能與兩家客運的服務策略有關。一如公司營運宗旨所揭櫫的，阿囉哈客運強調永遠以「乘客需求」為走向，並以提供超越乘客期待的服務為目標，因此，阿囉哈提供統聯未提供的額外且非必須的服務，包括座椅上的服務鈴、隨車服務人員、因應長途旅運的腿托墊、按摩設備及餐桌、點心、毛毯、個人液晶電視、豐富的影音頻道等，雖都屬於 Lovelock（1983）在服務套餐（service package）中的非核心服務項目，卻提供消費者高度的內隱服務（implicit service）價值。陳一郎等（2009）曾利用 PZB 模式探討國內兩大咖啡連鎖店－星巴克與 85 度 C 的服務品質差異，發現兩家咖啡業者在「有形性」與「體貼性」構面上有互補現象，與本研究結果不謀而合，只是本研究針對交通議題，「可靠性」是相對低價一方（統聯）的主要訴求，而非額外的貼心服務或設備；對於咖啡連鎖業者而言，「有形性」則是相對低價業者（85 度 C）的賣點，不強調店內氣氛與裝潢營造，而將品質重心直接放在咖啡餐點的美味可口上。

至於統聯客運強調的「便民交通」理念，其鎖定核心價值便是安全且方便於消費大眾的搭乘，甚至在可靠性構面有關「客運班次的多寡」題項中，統聯獲得的分數（4.22），是所有 27 個問卷題項中，唯一超過阿囉哈者（4.16），雖然其差異未達統計顯著。若以尖峰出車時間而言，阿囉哈的班次頻率為 20~30 分鐘一班，不若統聯的 10~20 分鐘一班密集，顯示受訪者的確感受到統聯在出車頻率上高於阿囉哈，但由於出車的班表時間固定，對於旅客應不會造成太大的困擾，這也顯示，雖然在其它 26

個品質問卷題項分析中，阿囉哈獲得分數均優於統聯，但對於班車的頻率，受訪者對於實際狀況仍能忠實地反映在問卷分數中。

此外，在所有 27 個問卷題項當中，統聯最低分前三項分別是乘車處標示（3.39 分）、行駛平穩度（3.82 分）、候車座椅數量（3.82 分）；而阿囉哈最高分前三項分別為服務人員態度（4.77 分）、行駛平穩度（4.75 分）、提供乘客用品（4.68 分）。兩家客運品質分數差異最大的為乘車處標示（-1.27 分）、行駛平穩度（-0.93 分）、提供乘客用品（-0.62 分）。由以上結果顯示，阿囉哈客運的優勢在提供較為精緻的服務（如服務人員態度、行駛平穩舒適等），而統聯客運所欠缺的，剛好屬於此類型的服務，這些差異都與兩家客運的營運策略不同有關。

3.6 票價敏感度分析

在客運消費忠誠度分析中，已發現票價調整會改變搭乘習慣的受訪者，分別為阿囉哈客運 54%，統聯客運 68%，本研究進一步針對受訪者在票價調漲至不同價差程度時，因而改變搭乘不同的客運狀況進行分析。

圖 3 為統聯客運票價調漲的幅度，與受訪者會改搭統聯客運的累積人數進行分析。票價差異是依據問卷中，詢問受訪者當客運票價調漲至多少後，會改搭另一家的客運問項，將每一調漲範圍計算中間平均期望值，再與統聯客運票價相減而得。

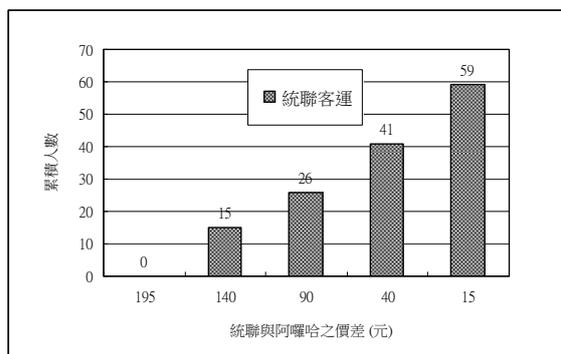


圖 3 統聯客運票價調漲之消費改變分析

目前阿囉哈客運往返台北－高雄的全票票價原為 715 元，統聯則為 520 元，兩者價差為 195 元，亦即當兩者價差為現狀的 195 元時，並無統聯

受訪者改變客運的選擇（如圖 3 所示）；唯當統聯客運票價開始上升至 575 元時，與阿囉哈的價差為 140 元，此時會選擇改搭乘阿囉哈客運的人數共有 15 人；當統聯票價上升至 625 元時，與阿囉哈價差為 90 元時，共累積 26 人會選擇改搭乘阿囉哈客運（亦包括價差為 140 元時已改變的 15 人）。依此類推，當統聯客運票價上升為 675 與 701 元時，與阿囉哈票價價差分別為 40 元與 15 元，此時選擇改變的受訪者累積人數共有 41 人與 59 人。

根據圖 3 分析，將各級價差與所造成消費行為改變人數相乘後再加總，以類似計算面積合重心或合力矩的方式，除以總累積人數，即可獲得改變消費行為的平均期望票價閾值 (threshold)，表示在此價差狀況下，將有一半的消費者改變選擇，計算方式如下所示：

統聯票價調漲改變消費的平均期望票價閾值
 $(140 \times 15 + 90 \times 26 + 40 \times 41 + 15 \times 59) \div 141 = 49$ (元)

由上述分析結果可知，當統聯統聯只要調漲 49 元，就會有乘客選擇改搭阿囉哈客運，亦即當統聯票價不超過 666 元時，統聯客運就可以保留一半的乘客，這些乘客均為潛在可能因票價調漲而改搭其它客運的族群。

圖 4 則為阿囉哈客運票價調漲之消費改變分析，其方法與統聯票價調漲分析原理相同，在此不再贅述，相關計算方式如下：

阿囉哈票價調漲改變消費的平均期望票價閾值
 $(255 \times 25 + 306 \times 34 + 356 \times 45 + 381 \times 47) \div 151 = 335$ (元)

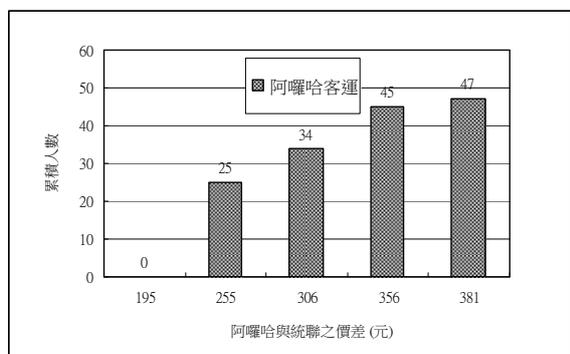


圖 4 阿囉哈客運票價調漲之消費改變分析

由上述分析得知，當阿囉哈的票價不超過 855 (335+統聯票價 520) 元時，這些因票價調漲可能改搭統聯的乘客，將有一半仍持續選擇阿囉哈搭乘，亦即有一半的乘客可以忍受 335 元的票價調漲空間。相較於統聯調漲 49 元時，便有一半忠誠度不足的乘客改搭阿囉哈或其它交通工具，阿囉哈的乘客對於票價調漲有較高的容忍度，可能原因是阿囉哈乘客較多偶發性乘客，對於票價調漲較能接受此外其追求舒適與服務的消費心理，不容易因票價調整策略而改變。

綜合而言，由於兩家客運往返台北高雄的訂價分別為統聯 520 元及阿囉哈 715 元，兩者的票價目前相差 195 元，依問卷分析結果可知，當統聯客運票價調漲時，想要留住一半以上的乘客不改其搭乘決定，票價不應超過 666 元，而阿囉哈票價則不可調漲超過 855 元，換言之，當面臨票價必需調漲時，若兩家客運公司均希望保留一半乘客的話，票價差距應為 189 (855-666) 元，與原本兩家客運業者所訂票價差距相近 (195 元)，由此可知，目前兩家客運往返台北高雄的訂價策略合理，大約只有 6 元的調價空間，兩者平衡的價差，也充分反映不同客運業者在各自強調的服務策略與特色，已讓消費者可以充分感受，進而作出最適當的搭乘選擇。

最後，本研究屬於在地化與實務性初探研究，研究結果雖初步證實此分析方向係具體可行，亦可作為其它長途客運業者服務品質與票價研擬之參考，然而本研究嘗試以此方法進行兩家客運公司客運服務品質與票價策略的比較，在問卷樣本大小與信效度、PZB 問卷的採用等，需要透過未來更嚴謹的研究方法與論述，進一步深入釐清驗證。

5、研究結論

本研究主要目的在瞭解阿囉哈及統聯客運在服務品質上的差異，以及消費者對選擇此兩家客運的票價敏感度。本研究最終結論主要可歸納如下幾點：

- (1) 兩家客運的消費族群主要為未婚的大專學生，長途客運票價較之航空或是高鐵服務為

低，符合一般學生的經濟能力負擔。

- (2) 搭乘統聯客運的乘客主要考量多為成本因素；選擇搭乘阿囉哈客運的比例最高者則為舒適及服務為主。
- (3) 偶發性乘客在選擇客運時，以選擇阿囉哈客運居多，以舒適為主要考量；經常性乘客多數會以成本為搭乘理由。
- (4) 阿囉哈客運的受訪者消費忠誠度較高，有將近一半不會因為票價變動而改搭統聯或選擇其它替代工具，而習慣搭乘統聯的忠誠受訪者則僅約三分之一。
- (5) 阿囉哈客運在五大構面的平均服務品質分數最高者為體貼性，最低者為可靠性，所對應的語意品質落在「有點滿意」與「滿意」之間；統聯的分數則自最高的可靠性，至最低的體貼性，大概介於所對應語意品質的「有點滿意」邊界。
- (6) 阿囉哈與統聯客運的市場定位策略並不相同；阿囉哈以高票價強調貼心服務與設備，統聯則將核心價值放在便捷與低價上，兩者具有互斥性。
- (7) 票價敏感度分析結果顯示，目前兩家客運往返台北高雄的訂價策略合理，兩者平衡的價差，也充分反映不同客運業者在各自強調的服務策略與特色，已讓消費者可以充分感受，進而作出最適當的搭乘選擇。

致謝

本論文對於三位匿名審查委員對於本論文詳細而具體的建議、修改與指正意見，使本論文品質雖未臻完善，但仍得以提升，在此謹致謝忱。

參考文獻

1. 方苑萍 (2002)，個體選擇模式選擇集合之研究－以國道客運北高路線為例，國立成功大學交通管理學系碩士論文。
2. 呂堂榮 (2002)，國道客運業服務品質、顧客滿意度與移轉障礙對消費者行為意向之影響，國立交通大學運輸科技與管理學系碩士論文。

3. 林軒正 (2002)，改善國道客運業服務品質缺口之研究以-A 公司為例，國立交通大學運輸科技與管理學系碩士論文。
4. 陳一郎、鄭明顯、游叔萍、林修平 (2009)，咖啡連鎖店服務品質之比較性研究-以星巴克與 85 度 C 為例，明志學報，41.1，1-10。
5. 陳雅琪 (2006)，探討服務品質與慣性效果對國道客運選擇行為之影響，國立臺中技術學院事業經營研究所碩士論文。
6. 曾維琦 (2002)，國道客運公司市場定位之研究－以北高線為例，國立成功大學交通管理學系碩士論文。
7. Churchill, G. A. (1979), A Paradigm for Developing Better Measures of Marketing Constructs, *Journal of Marketing Research*, 16, 64-73.
8. Levitt, T. (1972) Production-line approach to service. *Harvard Business Review*, 50, 41-52.
9. Lovelock, C. H. (1983) Classifying services to gain strategic marketing insights, *Journal of Marketing*, 47.3, 9-20.
10. Lovelock, C. H. and Young, R. F. (1979) Look to consumers to increase productivity. *Harvard Business Review*, 57, 168-180.
11. Murdick, R. G., Render, B. and Russell, R. S. (1990) *Service Operations Management*. New York: Allyn and Bacon Inc.
12. Nunnally, J. C. (1978) *Psychometric Theory*. New York: McGraw-Hill.
13. Parasuraman, A., Zeithaml, V. A. and Berry, L. L. (1985) A conceptual model of service quality and its implication for future research. *Journal of Marketing*, 49, 41-50.
14. Parasuraman, A., Zeithaml, V. A. and Berry, L. L. (1988) A multiple-item scale for measuring customer perceptions of service quality. *Journal of Retailing*, 64, 12-40.

表 1 阿囉哈與統聯客運之服務品質分數差異比較

品質構面	題號	問項內容	服務品質分數				服務品質 分數差異	結果
			阿囉哈 (A)		統聯 (U)			
			各題平均	構面平均	各題平均	構面平均		
有形性	1.	座椅與空間的舒適性	4.37		4.07		0.30*	A>U
	2.	車體外觀設計與內部設施	4.22		4.13		0.09	
	3.	購票處的佈置與空間設計	4.47	4.38	4.16	4.07	0.31*	A>U
	4.	候車處座椅的數量	4.20		3.82		0.38**	A>U
	5.	行李擺放處的便利性	4.64		4.18		0.46***	A>U
可靠性	6.	客運班次的多寡	4.16		4.22		-0.06	
	7.	購票至上車的等候時間	4.23		4.01		0.22	
	8.	車次的準點性	4.46	4.28	4.09	4.11	0.37**	A>U
	9.	售票的多元性	4.26		4.10		0.16	
反應性	10.	班次錯過服務人員處理效率	4.22		3.93		0.29**	A>U
	11.	危機處理	4.39		4.08		0.31**	A>U
	12.	顧客抱怨時的處理狀況	4.37		3.87		0.50***	A>U
	13.	促銷資訊的提供狀況	4.21	4.41	4.09	4.06	0.12	
	14.	提供即時的服務	4.46		4.10		0.36***	A>U
	15.	候補服務的品質	4.60		4.20		0.40***	A>U
	16.	駕駛形象如吃檳榔抽菸等	4.61		4.16		0.45**	A>U
保證性	17.	購票處服務人員的態度及禮貌	4.77		4.17		0.60***	A>U
	18.	行車的安全性	4.48		3.94		0.54***	A>U
	19.	車內的乾淨程度	4.15	4.45	4.02	4.10	0.13	
	20.	班次到達時間的明確性	4.41		4.28		0.13	
體貼性	21.	服務所對應的票價	4.21		4.17		0.04	
	22.	購票時的速度與正確性	4.29		4.13		0.16	
	23.	標示乘車處的明確性	4.66		3.39		1.27***	A>U
	24.	購票處的交通便利性	4.48	0.45	4.01	3.95	0.47***	A>U
	25.	提供乘客所需用品	4.68		4.06		0.62***	A>U
	26.	車輛行駛時的平穩度	4.75		3.82		0.93***	A>U
	27.	對於該客運的整體滿意度	4.46		4.05		0.41**	A>U

* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

附錄：長途客運服務品質調查問卷

親愛的先生、小姐您好：

這是一份針對統聯客運及阿囉哈客運的學術性問卷，主要目的是希望了解搭乘客運的消費者對票價敏感度與服務品質的狀況，請針對您個人的認知，回答以下問題。您寶貴的意見，將使本研究獲得更有價值的資料。本問卷採不記名方式，資料絕對保密，純做學術分析之用途，請安心作答。非常感謝您的熱心幫助。敬祝 平安、健康！

明志科技大學工業工程與管理系 敬上

■ 第一部分

1. 性別：男 女
2. 婚姻狀況：已婚 未婚
3. 年齡(歲)：20(含)以下 21~25 26~30 31~35 36~40 41~45 46~50 51(含)以上
4. 學歷：國中(含)以下 高中職 專科 大學/學院 研究所(含)以上
5. 職業：學生 服務業 工業 商業 軍公教 家管 自由業 其他
6. 收入(元/月)：1 萬(含)以下 1~3 萬 3~5 萬 5~8 萬 8 萬(含)以上
7. 您搭乘阿囉哈次數至少：不曾消費 1 次/週 1 次/半月 1 次/月 1 次/3 月 1 次/半年(含以上)
8. 您搭乘統聯次數至少：不曾消費 1 次/週 1 次/半月 1 次/月 1 次/3 月 1 次/半年(含以上)

■ 第二部分：此部份針對阿囉哈客運與統聯客運之台北－高雄班次作為調查依據

目前（2010 年 12 月）非優惠時段之訂定票價：統聯客運 520 元，阿囉哈客運 715 元

1. 是否搭乘過統聯客運：是 否（勾 ” 否” 請跳至第 5 題作答）
2. 您選擇統聯的主要考量是：票價 服務 舒適（硬體設備）安全 其他_____（請說明）
3. 假設統聯票價上升，您是否會改搭阿囉哈：是 否（勾 ” 否” 請跳至第 5 題作答）
4. 票價上升至約 550-600 元(含) 601-650 元(含) 651-700 元(含) 701 元以上，會改搭阿囉哈。
5. 您是否搭乘過阿囉哈客運：是 否（勾 ” 否” 請跳至第三部份作答）
6. 您選擇阿囉哈的主要考量是：票價 服務 舒適（硬體設備）安全 其他_____（請說明）
7. 假設阿囉哈票價上升，您是否會改搭統聯：是 否（勾 ” 否” 請跳至第三部份作答）
8. 票價上升至約 750-800 元(含) 801-850 元(含) 851-900 元(含) 901 元以上，您會改搭乘統聯。

■ 第三部份：請依下列問卷填答範例，進行客運服務品質問卷填寫。

請您從非常不滿意為 1 到非常滿意為 6，請您依實際感受圈（勾）選最適當的分數，例如：

題號	問項內容	統聯客運						阿囉哈客運					
		非常不滿意	不滿意	有點不滿意	有點滿意	滿意	非常滿意	非常不滿意	不滿意	有點不滿意	有點滿意	滿意	非常滿意
1	服務人員的服務態度	1	2	3	④	5	6	1	2	3	④	5	6

□ 問卷內容

題號	問項內容	統聯客運						阿囉哈客運					
		非常不滿意	不滿意	有點不滿意	有點滿意	滿意	非常滿意	非常不滿意	不滿意	有點不滿意	有點滿意	滿意	非常滿意
1	客運班次的多寡	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
2	購票至上車時間的等候時間	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
3	車次的準點性	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
4	售票的多元性，如網路購票等	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
5	班次錯過服務人員處理效率	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
6	危機處理如交通意外等	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
7	顧客抱怨時的處理狀況	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
8	促銷資訊的提供狀況	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
9	提供即時的服務	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
10	售票人員態度及禮貌儀容	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
11	行車的安全性	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
12	車內的乾淨程度	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
13	班次到達時間的明確性	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
14	服務所對應的票價	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
15	購票時的速度與正確性	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6

16	標示乘車處的明確性	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
17	購票處的交通便利性	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
18	提供乘客所需用品如茶水毛毯	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
19	車輛行駛時的平穩度	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
20	對於該客運的整體滿意度	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
21	座椅與空間的舒適性	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
22	車體的外觀設計與內部設施	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
23	購票處的佈置與空間設計	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
24	候車處座椅的數量	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
25	行李擺放處的便利性	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
26	候補服務的品質	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
27	駕駛形象如是否抽菸等	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6

-----問卷填答完畢，再次謝謝您的協助-----

沿水平平板之強制及自然對流相似解之綜合分析

The General Analysis of Similarity Solutions for Forced and Natural Convection Along Horizontal Plates

王添益

Tian-Yih Wang

摘要

透過利用邊界層理論對流過水平平板穩態層流之強制及自然對流作分析，在壁溫與前端算起之距離平方根成反比之情況下，得到一個確切的相似解。同時提出一個混合對流參數，可作為決定浮力相對重要性的控制參數。因此，它提供了從強制對流極限至自然對流極限整個混合強度範圍的解。

關鍵詞：相似解、強制對流、自然對流、混合對流參數

ABSTRACT

By employing boundary-layer theory to analyze forced and natural convection heat transfer of steady, laminar flow over horizontal flat plates, an exact similarity solution is obtained for the case of a wall temperature that is inversely proportional to the square root of the distance from the leading edge. Meanwhile, a mixed-convection parameter is introduced to serve as a controlling parameter that determines the relative importance of the buoyancy force. Therefore, it provides solutions valid over the entire range of mixed convection intensity from the forced convection limit to the natural convection limit.

Keywords : similarity solution, forced convection, natural convection, mixed-convection parameter

1. INTRODUCTION

The buoyancy force induced by a hot horizontal plate can cause significantly changes in the fluid flow field and heat transfer mechanism when compared to the basic forced convection flow. Owing to interest and importance for the engineering applications, the problem of mixed convection on a horizontal plate have been extensively investigated by many researchers. Mori[1] as well as Sparrow and Minkowycz[2] gave perturbation solutions in terms of the distance from the leading edge which are valid only for small buoyancy effects. The work

done by Hieber[3] contains also expansions for very large distances from the leading edge. Chen et al.[4] obtained solutions for a quite large range of the buoyancy parameter using local similarity and local non-similarity methods. For the reason of the convergence of the solution becomes increasingly difficult as the buoyancy parameter increases, most available results are limited to only low values of that parameter. However, Ramachandran et al.[5], Raju et al.[6] and Wang and Kleinstreuer[7] provided results for the entire range of the buoyancy parameter from the pure forced convection to the

pure free convection. In all previous studies mention above, the solutions are approximate and somewhat restrictive series expansions are employed to solve the boundary layer equations. Schneider[8] has shown the existence of similarity solution for the case of the plate temperature varies proportionally to the inverse square root of the distance from the leading edge. In that study, the convergence of the solutions are limited to only small values of the buoyancy force that do not include the strong buoyant flows. Recently, Deswita et al. [9] found similarity solutions for free convective boundary layer flow on a horizontal plate with variable wall temperature. Makinde [10] employed the similarity method to study natural convection flow over a semi-infinite moving vertical plate in the presence of internal heat generation and a convective boundary condition.

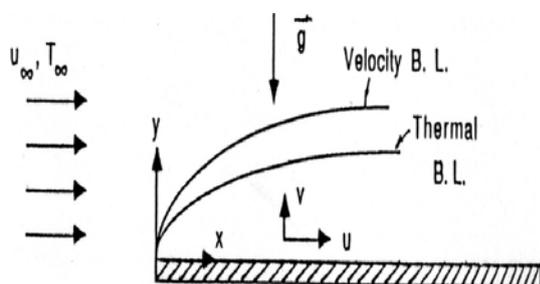


Fig.1 System schematics with coordinates

In this paper, a similarity variable η and a mixed-convection parameter ζ are proposed for the analysis of steady, laminar mixed convective flow over a horizontal flat plate under the condition of a wall temperature that is inversely proportional to the inverse square root of the distance from the leading edge. An exact similarity solution is presented which is uniformly valid for the entire range of the mixed convection regime from pure forced convection to the pure natural convection.

2. ANALYSIS

Consider a horizontal flat plate aligned parallel to an uniform free stream with velocity u_∞ , density ρ_∞ and temperature T_∞ (cf. Fig. 1). The plate is maintained at a certain wall temperature which depends on the longitudinal coordinate x according to the relation $(T_w - T_\infty) = (T_w^* - T_\infty)(x/L)^{-1/2}$, where T_w^* represents a characteristic wall temperature at $x = L$ with L being the characteristic length of the plate.

In the analysis, the flow properties are assumed to be constant except that the density variations with fluid are considered only to the extent that they contribute to the buoyancy forces. Avoiding wake effects and introducing the Boussinesq approximation, the governing equations for the problem under consideration are

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0 \tag{1}$$

$$u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = g\beta \frac{\partial}{\partial x} \int_y^\infty (T - T_\infty) dy + \frac{\mu}{\rho} \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \tag{2}$$

$$u \frac{\partial T}{\partial x} + v \frac{\partial T}{\partial y} = \alpha \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \tag{3}$$

In the above equations, u and v are, respectively, the velocity components in the x and y directions, T is the temperature of the fluid, g is the gravitational acceleration, β is the thermal expansion coefficient, μ is the absolute viscosity, and α is the thermal diffusivity. Equations (1) – (3) are subjected to the following boundary conditions:

at $y = 0$: $u = v = 0, \quad T = T_w(x)$ (4a)

as $y \rightarrow \infty$: $u = u_\infty, \quad T = T_\infty$ (4b)

where subscripts w and ∞ refer to the wall and the boundary layer edge, respectively.

The system equations can be reduced to a set of self-similar equations by using the stream function approach

$$u = \frac{\partial \psi}{\partial y}; \quad v = -\frac{\partial \psi}{\partial x} \quad (5)$$

And the similarity transformations (cf. Wang [11])

$$\eta = \frac{\lambda}{(xL)^{1/2}} y \quad (6a)$$

$$\psi = \nu \lambda (x/L)^{1/2} F(\eta) \quad (6b)$$

$$\theta(\eta) = \frac{T - T_\infty}{T_w - T_\infty} \quad (6c)$$

The dimensionless buoyancy parameter λ is defined as

$$\begin{aligned} \lambda &= \text{Re}^{1/2} + Gr^{1/5} \\ &= \text{Re}^{1/2} / (1 - \zeta) = Gr^{1/5} / \zeta \end{aligned} \quad (7)$$

where $Gr = \rho^2 g \beta (T_w^* - T_\infty) L^3 / \mu^2$ and $\text{Re} = \rho u_\infty L / \mu$ are the Grashof number and Reynolds number, respectively, with L being the characteristic length of plate. The mixed-convection parameter ζ , covering the entire domain of mixed convection from pure forced convection ($\zeta = 0$) to pure natural convection ($\zeta = 1$), is defined as

$$\zeta = Gr^{1/5} / (\text{Re}^{1/2} + Gr^{1/5}) \quad (8)$$

As a result, the continuity equation is automatically satisfied, and the momentum and energy equations are transformed to

$$F''' + \frac{1}{2} FF'' + \frac{1}{2} \eta \zeta^5 \theta = 0 \quad (9)$$

$$\frac{1}{\text{Pr}} \theta'' + \frac{1}{2} F \theta' + \frac{1}{2} F' \theta = 0 \quad (10)$$

The transformed boundary conditions are

$$F(0) = F'(0) = 0; \quad \theta(0) = 1 \quad (11a)$$

$$F'(\infty) = (1 - \zeta)^2; \quad \theta(\infty) = 0 \quad (11b)$$

In the equations above, the primes indicate partial differentiation with respect to η .

The physical quantities of special interest are the skin friction and local heat transfer. With the definition of the skin friction coefficient

$$C_f = \frac{\tau_w}{\frac{1}{2} \rho U^2} \quad (12)$$

Where U is a pseudo or reference velocity defined as

$$U = u_\infty + \left[g \beta (T_w^* - T_\infty) (\mu / \rho)^{1/2} L^{1/2} \right]^{2/5} \quad (13)$$

Hence a dimensional skin friction parameter, SFP , can be defined as

$$\begin{aligned} SFP &= \frac{1}{2} C_f \lambda^* \\ &= \left[(1 - \zeta)^2 + \zeta^2 \right]^2 F''(0) \end{aligned} \quad (14)$$

Where λ^* is the boundary parameter based on x and defined as

$$\lambda^* = \text{Re}_x^{1/2} + \text{Gr}_x^{1/5} \quad (15)$$

With $\text{Re}_x = \rho u_\infty x / \mu$ and

$$\text{Gr}_x = \rho^2 g \beta (T_w^* - T_\infty) x^3 / \mu^2$$

are the local Reynolds number and local Grosf number, respectively.

It is noted that equation (10) can be integrated once. Using the boundary condition (11b) we obtain

$$\frac{1}{\text{Pr}} \theta' + \frac{1}{2} F \theta = 0 \quad (16)$$

Substituting the boundary condition (11a), it is found that $\theta'(0) = 0$. This result indicates that there is no local heat transfer at the plate surface for all $x > 0$. Recalling that the similarity solution require a singular behavior of the wall temperature $x=0$. Thus all the heat is transferred in the singular point $x=0$.

Consider a plate length L , the total heat transfer Q_w is determined by the heat flux equation

$$Q_w = \rho_\infty C_p \int_0^\infty [(T - T_\infty) \mu]_{x=L} D dy \quad (17)$$

Where C_p is the specific heat and D is the width of the plate. After introducing the transformation variables, a dimensionless heat transfer parameter, HTP , can be formed as

$$\begin{aligned} HTP &= St \lambda \\ &= \left[(1 - \zeta)^2 + \zeta^2 \right]^{-1} \int_0^\infty F' \theta d\eta \end{aligned} \quad (18)$$

Where St is the Stanton number and defined as

$$St = Q_w / [\rho_w U C_p (T_w^* - T_\infty) DL] \quad (19)$$

According to equation (18) the HTP is independent of the plate length L , therefore, the statement that the total heat transfer takes place at the edge is confirmed.

3. NUMERICAL METHOD

The system of the ordinary differential equations (9) and (10) with associated boundary conditions (11a) and (11b) has been solved numerically by the fourth Runge-Kutta method (cf. Carnahan et al. [12]) The missing boundary condition at the flat plate surface, i.e. $F''(0)$, was guessed such that the boundary condition on the streamwise velocity at infinite was satisfied. In practice, condition (11b) must be replaced by the approximation condition $\eta = \eta_{\max}$,

$$F'(\eta) = (1 - \zeta)^2, \text{ where } \eta_{\max} \text{ is arbitrary, as}$$

long as it is chosen large enough so that the solution shows little further change for η larger than η_{\max} . Numerical error testing has been accomplished by straightforward repeat calculations with finer meshes to check grid independent of this results..

4. RESULTS AND DISCUSSION

In order to verify the accuracy of the present computer simulation model, the results are compared with those of Schneider. The excellent agreements for $F''(0)$ values are obtained for different Prandtl

numbers.

The dimensionless function $F'(\eta)$ is related to the streamwise velocity $u(x, y)$ as

$$u/u_\infty = F'(\eta)/(1-\zeta) \quad (20)$$

for the forced-convection dominated case, i.e. $0 \leq \zeta < 1$ and for the natural-convection dominated case, i.e. $0 < \zeta \leq 1$

$$u/(\mu Gr^{2/5}/(\rho L)) = F'(\eta)/\zeta \quad (21)$$

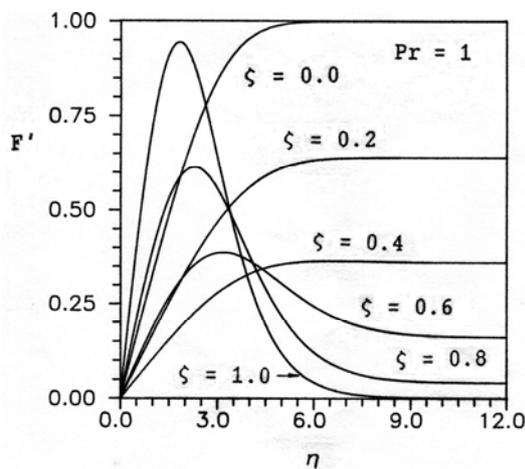


Fig.2a $F'(\eta)$ profiles or entire forced-natural convection regime ($Pr = 1$)

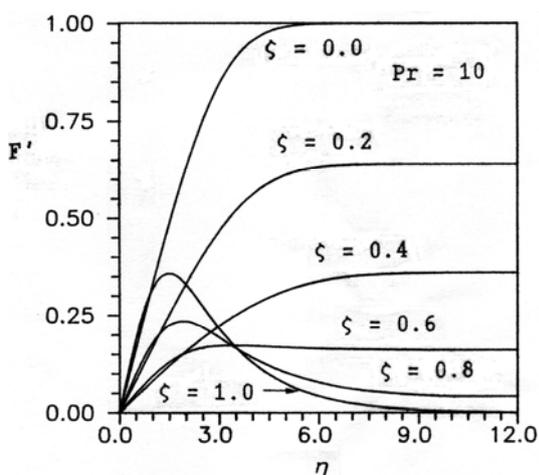


Fig.2b $F'(\eta)$ profiles for entire forced- natural convection regime ($Pr = 10$)

The evolution of the profiles $F'(\eta)$ from

pure forced convection limit ($\zeta = 0$) to the pure natural convection limit ($\zeta = 1$) is presented in Fig. (2a) and (2b) for $Pr=1$ and $Pr=10$, respectively. The transition of the profiles from one limit to the other is clearly shown in those figures. It can be seen from those figures that for natural-convection dominated regime, the velocity profiles are strongly affected by the fluid Prandtl number.

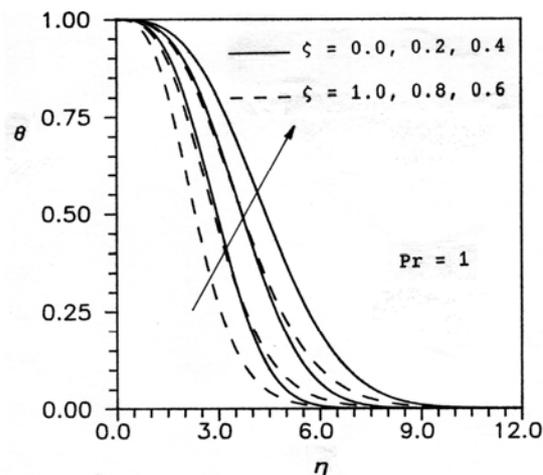


Fig. 3a Dimensionless temperature profiles for entire forced-natural convection regime ($Pr = 1$)

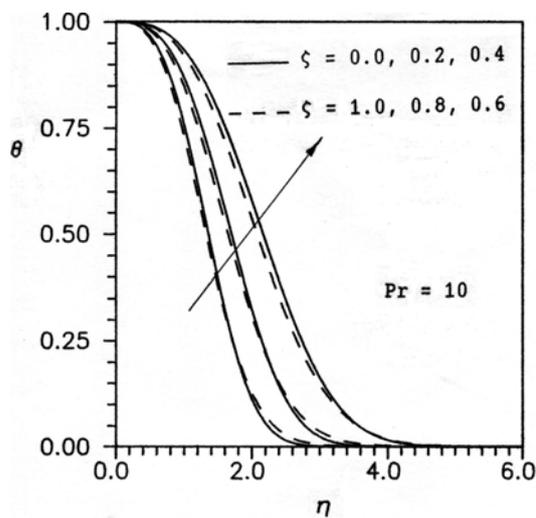


Fig. 3b Dimensionless temperature profiles for entire forced-natural convection regime ($Pr = 10$)

The influence of the mixed-convection parameter and Prandtl number on the temperature

profiles are depicted in Figs. 3(a) and 3(b). Larger Prandtl numbers decrease the thermal boundary-layer thickness as expected. In addition, it is evident that the dimensionless temperature gradient at the wall are zero for all range of mixed convection.

The skin friction parameter $SFP \approx \tau_w$ reflects directly the velocity gradient at the plate surface. Figure 4 demonstrates the variation of SFP with ζ for two different Prandtl numbers. Proper selection of a reference velocity (cf. Eq. (13)) allows the simulation of SFP for the entire mixed convection range. As can be seen from figure 4, the skin friction parameter SFP changes somewhat periodically with ζ for a fixed Prandtl number. It is noted that at $\zeta = 0$ (pure forced convection) the Blasius value $SFP = (1/2)C_f Re_x = 0.332$ is obtained for any Prandtl number. Furthermore, for natural-convection dominated regime, SFP decreases with increasing Prandtl number.

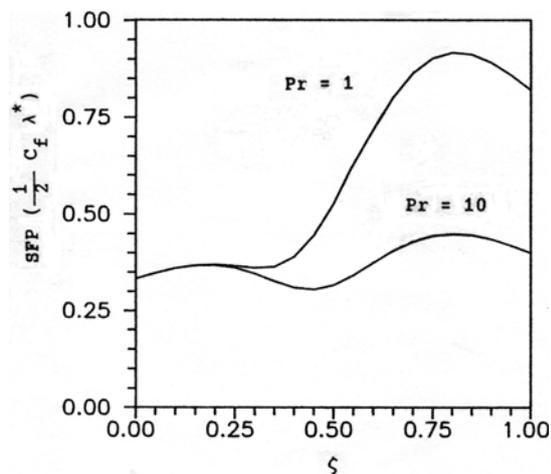


Fig.4 Skin friction parameter (SFP) for entire forced-natural convection regime

The variation of HTP with Prandtl number is given for the entire range of mixed convection (cf. Fig. 5). As seen from Figure 5, HTP increases with increasing ζ to a maximum value and then decreases as ζ increases for any Prandtl number.

Another general observation is that for a fixed mixed-convection parameter ζ , HTP is lower for larger Prandtl numbers.

5. CONCLUSIONS

With the proper similarity transformation variables based on scale analysis, the exact similarity analysis is presented for the entire forced-natural convection over a horizontal plate with a wall temperature varies proportional to the inverse square root of the distance from the leading edge. Of particular interest are the effects of fluid Prandtl number and mixed-convection parameter on the local skin friction and on the heat transfer.

In summary, the validated computer simulation model is an accurate, flexible and predictive tool for the basic analysis of an important group of convection heat transfer problems.

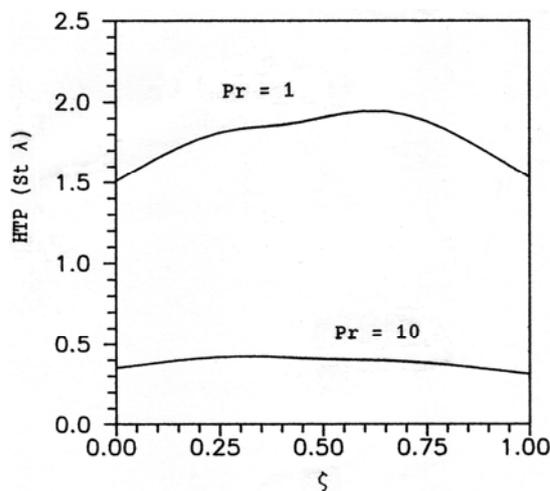


Fig.5 Heat transfer parameter (HTP) for entire forced-natural convection regime

REFERENCES

1. Y. Mori (1961), Buoyancy effects in forced laminar convection flow over a horizontal plate, *ASME J. Heat Transfer*, Vol. 83, pp. 479-482.
2. E. M. Sparrow and W. J. Minkowycz (1962), Buoyancy effects on horizontal boundary-layer flow and heat transfer, *Int. J. Heat Mass Transfer*, Vol. 5, pp. 505-511.
3. C. A. Hiber (1973), Mixed convection above a heated horizontal surface, *Int. J. Heat Mass Transfer*, Vol. 16, pp. 769-785.
4. T. S. Chen, E. M. Sparrow and A. Mucoglu (1977), Mixed convection in boundary layer flow on a horizontal plate, *ASME J. Heat Transfer*, Vol. 99, pp. 66-71.
5. N. Ramachandran, B. F. Armaly and T. S. Chen (1983), Mixed convection over a horizontal plate, *ASME J. Heat Transfer*, Vol. 105, pp. 420-423.
6. M. S. Raju, X. Q. Liu and C. K. Law (1984), A formulation of Combined forced and free convection past horizontal and vertical surfaces, *Int. J. Heat Mass Transfer*, Vol.27, pp. 2215-2224.
7. T. Y. Wang, and C. Kleinstreuer (1990), Boundary layer analysis of orthogonal free-forced convection on a cooled and a heated and a cooled plate with fluid injection or suction. *Int. J. Engng Sci.*, Vol. 28, pp. 437-450.
8. W. Schneider (1979), A similarity solution for combined forced and free convection flow over a horizontal plate, *Int. J. Heat Mass Transfer*, Vol. 22, pp. 1401-1406.
9. L. Deswita, R. Nazar, R. Ahmad, A. Ishak and I. Pop (2009), Similarity solutions of free convection boundary layer flow on a horizontal plate with variable wall temperature, *European Journal of Scientific Research*, Vol. 27, pp.188-198.
10. O.D. Makinde (2011), Similarity solution for natural convection from a moving vertical plate with internal heat generation and a convective boundary condition, *Thermal Science*, Vol. 15, pp. S137-S143.
11. T. Y. Wang (2009), Conjugated heat transfer analysis of wall conduction and mixed convection along vertical slender hollow cylinders, *Mingchi University of Technology Journal*, Vol. 40 , pp. 55-62.
12. B. Carnahan, H. A. Luther and J. O. Wilkes (1977), *Applied Numerical Methods*, John Wiley & Sons, New York.

空調回風口位置不同配置型態的流場模擬與舒適性探討

Simulation of flow field and discussion of comfort for the various configuration types of air conditioning return air

洪明瑞

Ming-Jui Hung

摘要

國內中央空調系統之回風口配置型態，往往因不均勻或過度集中等問題而形成過高的室內紊流強度，進而提高人體呼吸帶的風擊不滿意度並降低使用上的舒適性。有鑑於此，本文利用計算流體動力學軟體 Fluent，結合前處理器 Gambit 的動態模擬，進行室內流場與物理量的分析工作，期能掌握空調回風口不同配置型態的流場特性，作為增進室內環境品質與舒適性的改善依據。初步研究結果顯示：(1)回風口不同的配置型態與室內空間等溫度場分佈的關連性低。(2)回風口於中央與長邊配置型態有較大起伏的風速反應，而角落與短邊配置型態則較為緩和。(3)回風口於角落及短邊配置的風擊不滿意度最低，而長邊及中央配置型態較高。顯示角落或短邊配置的型態應可較長邊及中央配置的方式提供較佳的舒適性。(4)無論何種型態的回風口配置，以等速度場與風擊不滿意度的相關性最高，而與等溫度場之相關性極低。

關鍵詞：計算流體動力學、風擊不滿意度、呼吸帶、流場。

ABSTRACT

The type of central air conditioning system return air configuration, often due to uneven or excessive concentration and thus the formation of excessive indoor turbulence intensity, thereby increasing the dissatisfaction of the human breathing zone of the wind blow and reduce the use of comfort. In view of this, this use of computational fluid dynamics software Fluent, combined with the dynamic simulation of the pre-processor Gambit, We conducted the analysis of the indoor flow field and the physical, expect to understand the air-conditioning return air flow characteristics of the different configuration types in order as to enhance the basis of improved indoor environmental quality and comfort. The preliminary results show that: (1) Return air different types of configuration and interior space temperature distribution relationship even lower. (2) Return air in the central and the long side configuration types have more ups and downs of velocity response, velocity ups and downs of the corner of the short-side configuration patterns is relatively small. (3) Return air at the corners and short-side configuration have lowest wind-hit dissatisfaction, while the long side and central configuration type is higher. This shows that the pattern of the corner or the short side configuration types should be the longer side and the central configuration to provide better comfort. (4) No matter what type of return air configuration, velocity and wind-hit dissatisfaction with the highest correlation, and the temperature field related to very low.

Keywords : Computational fluid dynamics, wind-hit dissatisfaction, breathing zone, flow field.

一、前言

長期以來，國內辦公室大樓、政府機構、大專院校、醫院、旅館等公眾建築物中央空調系統之回風口配置型態，往往因漫無章法(如圖 1 所示)而迫使室內溫度、風速、相對濕度以及紊流強度

(turbulence intensity)等形成不均勻分佈的流場特性，進而提高人體呼吸帶(breathing zone)的風擊不滿意度(dissatisfied degree of wild-hit)並降低使用上的舒適性。一般而言，室內環境品質以及居住舒適性的確保，室內通風型式、換氣率多寡以及空氣流場(溫度、濕度、風速、風擊不滿意度等)

的分佈型態等為主要的關鍵。其中，影響室內空間流場的主要內在因素乃為空調系統，而外在因素則為室內空間各物質所發散的熱能等。因此，如何針對國人常採用之空調系統以及物質發散熱能此兩大因素進行室內空間流場的模擬，藉以探討其流場特性與影響，進而作為研擬改善措施的依據，實為室內環境品質與居住舒適性研究領域上亟待面對與解決之課題。有鑑於此，本研究引

用計算流體動力學(computational fluid dynamics, CFD)的理論基礎，利用市場上已商業化且功能相當多元與強大的套裝軟體—Fluent，同時結合前處理器(pre-processor)—Gambit的快速建模能力進行室內流場的動態模擬與流場物理量之分析工作，探討空調回風口位置不同配置型態的流場特性，進而有系統地進行分析與比較其風擊不滿意的狀況，期能提出改善室內環境舒適性的有利方案。



圖 1 國內常見空調出回口配置不當之情形

二、文獻探討

2.1 室內物理環境狀態指標

根據江哲銘(1999)利用專家諮詢與分析層級程序法(analytic hierarchy process, AHP)進行室內物理環境狀態指標(indoor environment index, IEI)各因子間的權重分析結果顯示：音環境(0.155)、光環境(0.125)、溫熱環境(0.159)、空氣環境(0.221)、水環境(0.051)、綠環境(0.070)、震動環境(0.054)、電磁環境(0.103)以及其它(0.062)等。其中，空氣環境(佔有比率為 0.221)與溫熱環境(佔有比率為 0.159)所佔的權重分居一、二名，顯示在評估室內綜合環境因子的優劣時，應首重顧及空氣環境與溫熱環境兩大指標，此即一般有關環境因子評估指標的研究中，常以空氣環境與溫熱環境為探討對象的主因。至於，在空氣環境方面，以換氣率、二氧化碳濃度、室內空氣齡、空氣交換率等做為室內

空氣環境評估原則；而溫熱環境則以溫熱環境預測的平均回答值(predicted mean vote, PMV)、溫熱環境預測不滿意百分比(predicted of percentage dissatisfied, PPD)等溫熱環境指標做為評估原則。

有關 PMV 及 PPD 溫熱環境之評估，雖已為國際標準所引用，但由於影響人體溫熱舒適度的決定因子十分複雜，故在評估上仍有其不便性。因此，就舒適性的評估而言，有關通風對於室內人員風擊之影響，目前則常以美國採暖-製冷空調工程師學會(American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, ASHRAE)的風擊不滿意度指標(draft rate, DR)作為評估的依據(ASHRAE 55, 2004)。其係針對室溫 20~26℃、紊流強度介於 0~70%之間的 150 個案例所推導出的經驗公式，如下：

$$DR = \left[(34 - t_a)(V_2 - 0.05) \right]^{0.62} \left[0.37V_2T_u + 3.14 \right] \quad (1)$$

式中， t_a ：溫度(°C)； V_2 ：室內局部平均風速(m/s)，當 V_2 小於0.05m/s時，以0.05m/s計算； T_u ：局部紊流強度(%)，指風速之波動變化程度，以局部風速擾動之均方根值(σ_u)除以局部平均風速(\bar{V}_2)計算之，如下式所示。若無實際量測資訊，在置換式通風或非機械通風空間之 T_u 值，可設為20%。

$$T_u = \frac{\sigma_u}{\bar{V}_2} \quad (2)$$

$$\sigma_u = \left(\frac{1}{N} \sum_i^N [V_{2i} - \bar{V}_2]^2 \right)^{1/2} \quad (3)$$

DR 的標準可分為三個等級，分別為 A 級 (DR=15%)、B 級 (DR=20%) 以及 C 級 (DR=25%)(Olesen, 2000)，當 DR 大於 100%時，則以 100%描述之。依 ASHRAE 與 ISO 7730 的規定，則將 DR 值標準訂為 20%。由於人體對於風擊(draft)最敏感為無衣著覆蓋之處，如頭、脖子、腳等，故本研究在計算 DR 值時，係以人體坐姿時呼吸帶高度(110cm)的平均值來進行評估。

2.2 計算流體動力學的數值模型

1. 建物室內空間流場的控制方程

室內流場流動的數值描述可採用 Navier-Stokes 方程式，連同連續方程式所構成的方程組，其數值解可有效地解釋層流以及紊流的流動行為。其中，連續方程式又稱為質量守恆微分方程式，可以下式之偏微分型式表示之， U 、 V 、 W 分別為在 x 、 y 、 z 方向上的速度大小：

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(\rho U) + \frac{\partial}{\partial y}(\rho V) + \frac{\partial}{\partial z}(\rho W) = 0 \quad (4)$$

對於不可壓縮($\frac{\partial \rho}{\partial t} = 0$)的流體，可進一步簡化為：

$$\frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y} + \frac{\partial W}{\partial z} = 0 \quad (5)$$

Navier-Stokes(NS)方程式則在描述速度與應力的關係，其在 x 、 y 、 z 三方向的 NS 方程式，分別如式(6)、(7)及(8)所示。其中，速度項位在等號左邊，作用力項則在等號之右邊。

$$\rho \left(\frac{\partial U}{\partial t} + U \frac{\partial U}{\partial x} + V \frac{\partial U}{\partial y} + W \frac{\partial U}{\partial z} \right) = - \frac{\partial p}{\partial x} + \rho g_x + \mu \left(\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} \right) \quad (6)$$

$$\rho \left(\frac{\partial V}{\partial t} + U \frac{\partial V}{\partial x} + V \frac{\partial V}{\partial y} + W \frac{\partial V}{\partial z} \right) = - \frac{\partial p}{\partial y} + \rho g_y + \mu \left(\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} \right) \quad (7)$$

$$\rho \left(\frac{\partial W}{\partial t} + U \frac{\partial W}{\partial x} + V \frac{\partial W}{\partial y} + W \frac{\partial W}{\partial z} \right) = - \frac{\partial p}{\partial z} + \rho g_z + \mu \left(\frac{\partial^2 W}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 W}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 W}{\partial z^2} \right) \quad (8)$$

對於某一物理數量 C (諸如各種濃度)之描述，如式(9)所示，而對於能量變動 H (諸如熱焓)之描述，則可如式(10)所示。其中， S 表示發生項(source term)， Γ 表示擴散係數(diffusion coefficient)。

$$\frac{\partial(\rho C)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u C)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho v C)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho w C)}{\partial z} = S_C + \Gamma \left(\frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial z^2} \right) \quad (9)$$

$$\frac{\partial(\rho H)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u H)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho v H)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho w H)}{\partial z} = S_H + \Gamma \left(\frac{\partial^2 H}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 H}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 H}{\partial z^2} \right) \quad (10)$$

2. 紊流模型控制方程

大多數室內的空氣流動行為，均屬於紊流的模式， $\kappa - \varepsilon$ 紊流模型在計算上，將瞬時變數分解成單位時間平均量以及變動量，如下式(11)所示。

$$U = u + u'; \quad P = p + p'; \quad C = c + c'; \quad H = h + h' \quad (11)$$

在工程應用上，可先解析平均變數的數值描述，以掌握流場的初步特性；因此，將式(5)~式(10)中之瞬時變數代入式(11)之假設中，可產生時間平均運動方程式。以速度場為例， $\kappa - \varepsilon$ 紊流模型的時間平均控制方程式，以張量的型式表式，如下：

$$(pU_i)_{,i} = 0 \quad (12)$$

$$(pU_j U_i)_{,j} = -P_{,i} - (\overline{p u_i u_j})_{,j} + (p - p_r) g_i \quad (13)$$

$$(pU_i T)_{,j} = -(\overline{p u_j t'})_{,j} \quad (14)$$

$$p = \frac{p_r T_r}{T} \quad (15)$$

式中， $\overline{u_i u_j}$ 與 $\overline{u_j t'}$ 分別為未知的雷諾應力(Reynolds stresses)項以及熱通量(heat fluxes)項，在三維流場中，一般有 6 項雷諾應力成分以及 3 項熱通量成分。若進一步應用 Boussinesq eddy

viscosity 的概念，則雷諾應力與熱通量可由下列方程式所替代，如下：

$$\overline{u_i u_j} = -v_t (U_{i,j} + U_{j,i}) + \frac{2}{3} k \quad (16)$$

$$\overline{u_j t'} = -\frac{v_t}{\sigma_t} T_{,j} \quad (17)$$

$$v_t = C_\mu \times V_S \times L_S \quad (18)$$

式中， v_t ：表示渦流運動黏滯係數； σ_t ：表示紊流 Prandtl(turbulent Prandtl number)； C_μ ：為經驗常數； V_S ：紊流速度； L_S ：為長度尺度。求解 V_S 與 L_S 之聯立運動方程式，以紊流動能 κ 及其消散率 ε 之二方程模式進行計算。

Chen(1995)針對不同紊流模型在室內流場的分析與比較結果，顯示不同的 $\kappa - \varepsilon$ 模型在不同的物理參數有不同的表現，例如：低雷諾數 $\kappa - \varepsilon$ 模型在自然對流之速度參數方面有較好的表現，然而在溫度參數則較差。整體而言，標準 $\kappa - \varepsilon$ 模型、RNG $\kappa - \varepsilon$ 模型以及低雷諾數 $\kappa - \varepsilon$ 模型均可用於室內流場之預測；其中，RNG $\kappa - \varepsilon$ 模型略優於標準 $\kappa - \varepsilon$ 模型，而低雷諾數 $\kappa - \varepsilon$ 模型於近牆邊需要細密的格點分佈，因而增加計算時間。本研究採用標準 $\kappa - \varepsilon$ 紊流模型進行室內空間流場的分析(周伯丞，2000)，標準 $\kappa - \varepsilon$ 紊流模型的連續、動量、溫度、濃度以及紊流尺度 κ 與 ε 之平均控制方程式，一般均可利用向量的通式來進行描述：

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho\phi) + \text{div}(\rho\vec{v}\phi) = \text{div}(\Gamma \text{grad}\phi) + S \quad (19)$$

式中， ϕ ：表示某一變量； Γ ：為擴散係數； S ：為發生源項，不同的運動方程式則有不同的描述。對於所有運動方程式的對流項以及擴散項均相同，惟 Γ 對於數量變數代表擴散係數，對於速度變數則為有效黏滯係數(μ_{eff})。式(19)中，從左到右的四項分別是時間項、對流項、擴散項以及發生源項。將 ϕ 取為不同的變量，並取擴散係數和發生源項為適當的運算式，即可得到連續性方程、動量方程和能量方程。此一格式適用於流域離散化格點系統之計算；其中， μ_{eff} 與 μ_t 之關係如下：

$$\mu_{eff} = \mu + \mu_t \quad (20)$$

$$\mu_t = \frac{C_\mu \rho k^2}{\varepsilon} \quad (21)$$

2.3 Fluent 軟體及 Gambit 前置處理器

Fluent 是目前國際上相當流行的商用 CFD 套裝軟體，只要涉及流體、熱傳遞以及化學反應等工程問題，大都可利用 Fluent 進行計算。它具有豐富的物理模型、先進的數值方法以及強大的前、後處理功能，在航空、汽車設計、石油天然氣、渦輪機設計等方面都有著廣泛的應用(王瑞金等人，2007)。本研究採用 Fluent 6.3 版的操作界面，數值模擬的主要流程(如圖 2 所示)包含：(1)據題選擇 2D 或 3D 求解器從而進行數值模擬；(2)導入網格(file→read→case，然後選擇由 Gambit 導出的.msh 文件)；(3)檢查網格(grid→check)；(4)選擇計算模型；(5)確定流體物理性質(define→materials)；(6)定義操作環境(define→operating conditions)；(7)指定邊界條件(define→boundary conditions)；(8)求解方法的設置及其控制；(9)流場初始化(solve→initialize)；(10)迭代求解(solve→iterate)；(11)檢查結果；以及(12)保存結果並進行後處理等過程。

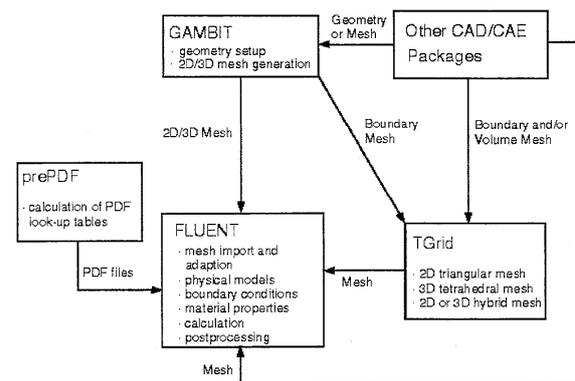


圖 2 FLUENT 操作流程圖

Gambit 是一具有超強組合建構模型能力的 CFD 專用前處理器，它可以生成 Fluent、FIDAP、POLYFLOW 等求解器所需的網格，網格類型可以是結構化網格、非結構化網格，也可以採用混合網格。Gambit 具有靈活方便的幾何修正功能，當從介面中導入幾何時會自動地合併重合的點、線、面，在保證原始幾何精度的基礎上，通過虛擬幾何自動地縫合小縫隙，既能保證幾何精度，又能滿足網格劃分的需要。

三、室內空間模型、設計參數與分析過程

3.1 室內空間模型之選定與特性

場址為一電腦教室(長 1800cmx寬 900cm)，由於內

部空調配置等因素造成流場分佈不均，使得上課時有不舒適的反應，進而影響學習情緒。有鑑於此，本研究透過 Fluent 流場的模擬，探討目前天花板出、回風口的配置型態，同時模擬在出風口位置不變的條件下，改變回風口的配置型態，包含：長邊配置(場址之現況)、短邊配置、角落配置以及中央配置等四種，藉以分析並比較不同回風

口配置型態的流場差異與對室內舒適性的影響，作為未來改善方案的參考。圖 3 所示為場址之內部現況照片(室內空間，假設四周牆壁無熱傳導發生)，而圖 4 則為內部桌、椅之陳設佈置(深藍色及鐵藍色部分，依現況實際尺寸)以及人體熱能發散(紅色部分，學生近似坐姿尺寸)之模型，作為數值分析過程建模之依據。



圖 3 本研究空間流場模擬場址之現況照片

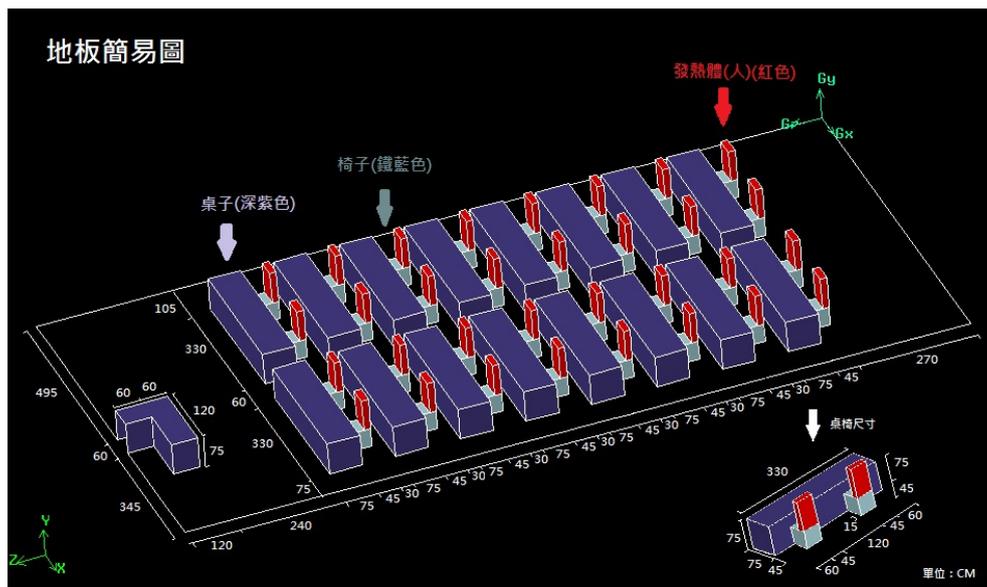


圖 4 本研究空間桌椅配置及人體熱能模擬示意圖

3.2CFD 數值模型之建構與分析

1.Gambit 建模作業

本研究直接利用 Gambit 內建模型建置的功能作為電腦教室模型的建置工作，首先：(1)進行初始設定：選擇求解器(利用「功能列」中的 solver)以及網格大小和工具列的內訂值(edit-default)設定；(2)建立幾何模型：利用「主要工具列」中 geometry，建立點、線、面、體積；(3)依照幾何模型的需求生成邊界層、邊、面、體積以及組合體網格；(4)

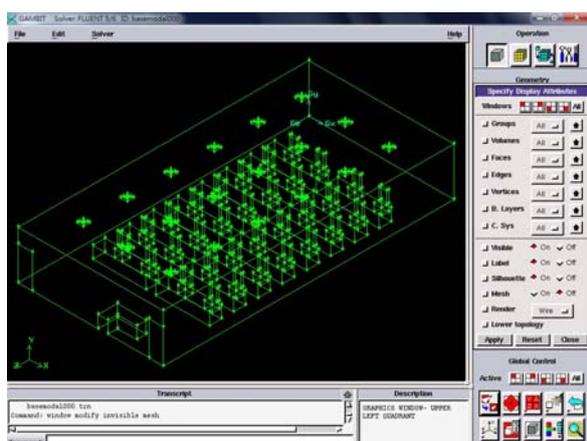
設定區域：定義邊界條件、流體或固體；以及(5)存檔離開並匯出後處理 mesh 檔。茲將部分重要的步驟，簡要說明如下。

(1)建立幾何模型

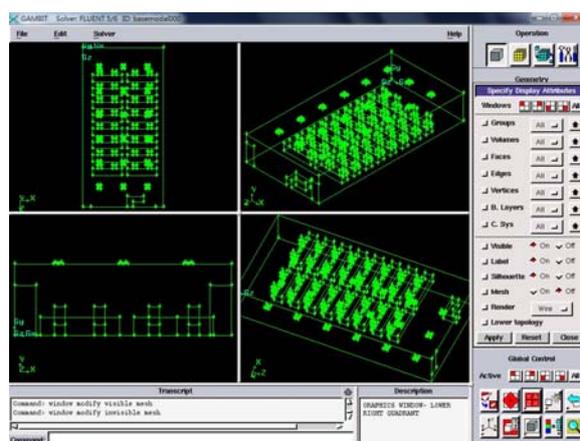
利用「主要工具列」geometry 中的點(vertex)、線或邊(edge)、面(face)、體(volume)、組(group)等功能，即可將空間尺寸一一鍵入。圖 5 即為電腦教室建置完成之空間立體幾合模型，可採單一畫面或四畫面的模式進行觀看與檢查線、面以及體積等接合之完整性(由於人和桌椅過多而有礙觀瞻，

暫時在顯示設定上隱藏)。至於，電腦教室中各單

元的詳細尺寸，則如表 1 所示。



(a)單一畫面空間立體模型



(b)四畫面空間立體模型

圖 5 本研究空間建模完成之立體幾何模型

表 1 本研究電腦教室各單元尺寸

空間單元名稱		尺度(cm)	數量
室內空間	室內長度	1,800	1
	室內寬度	900	
	室內高度(室內地板至天花板淨高)	300	
門	門高	210	2
	門寬	90	
	門頂至天花板	90	
人體	人體高度	75	32
	人體寬度	45	
	人體厚度	15	
	人體至地面高度	45	
椅子	椅子高度	45	32
	椅子寬度	45	
	椅子長度	45	
桌子	桌子高度	75	16
	桌子寬度	330	
	桌子長度	75	
一般口徑 (現有)	出風口	40	18
	出風口間之中心間距	270	
	出風口中心靠短向牆距離	180	
	出風口中心靠長向牆距離	225	
小口徑	回風口	60	4
	出風口	20	
	出風口中心長方向之間距	180	
	出風口中心短方向之間距	100	
	回風口	30	16

(2)生成網格

當空間幾何模型建置完成後，即可進行空間網格之劃分。點選 operation 工具框中的 mesh 命令按鈕，Gambit 即可開啟 mesh 子工具框允許使用者對

於包括邊界層、邊、面、體積以及組合體等進行網格之劃分。本研究場址之內部空間為一規則型之長方體，故在網格之劃分上，可直接選用 mesh volumes 為整個體積生成所有的網格與節點，將是一種最為簡潔且有效率的方式，其允許對模型中的一個或者多個體積生成一套網格。

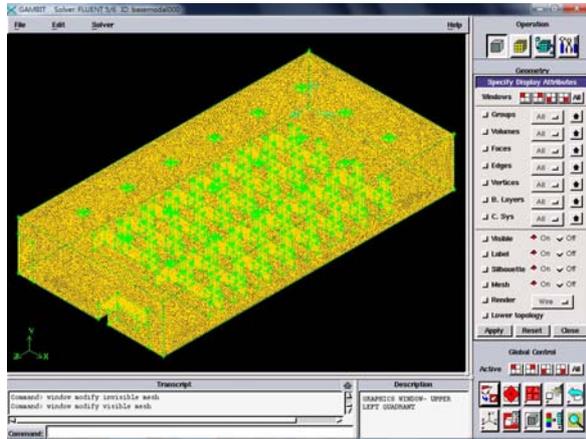
圖 6 所示為本研究電腦教室之網格劃分情形，同樣可採單一或四畫面同時顯示模式進行觀看與檢查。網格分割與格點設定對計算結果的精度及計算時間具有相當大的影響，網格點數太少無法反應精確的流場結構，而網格點數過多則耗費計算時間。本研究配合空間尺寸、人、桌、椅、門以及空調出、回風口配置等需求與顧及網格的完整性，分別採用 15cm、30cm 以及 45cm 三種尺度進行網格的建構與測試。

(3)設定區域的類型

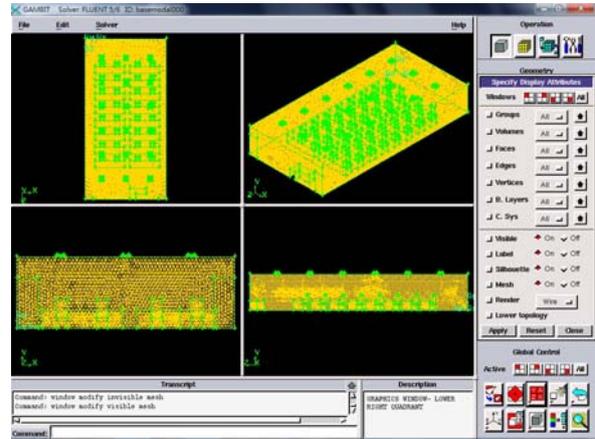
在 Gambit 中，室內空間的門、窗戶、牆體、出回風口等各單元，必須進一步加以定義，方能顯示其功能與目的。在 Gambit 中有兩種典型的區域類型設定：其一為「邊界類型」，其二為「連續介質類型」。邊界類型設定，例如：wall 或者 vent 等，確定了模型的外部或者內部邊界的特性與功能，而連續介質類型，例如：fluid 或者 solid，則確定了模型內部指定區域的物質特性與流場性質(虎門科技股份有限公司，2006)。本研究電腦教室的空間型態，須同時設定「邊界類型」及「連續介質類型」，如表 2 所示。其中，回風口(V-in)之類型定為 velocity，主要係利用速度來模擬室內空間之進

氣口，而回風口(P-out)之類型定為 pressure，則係以壓力宣洩出口來模擬空間之氣流處於穩定之狀

態。至於，室內空間之連續介質類型，理所當然地定為 fluid 之狀態。



(a)單一畫面空間網格模型



(b)四畫面空間網格模型

圖 6 本研究空間網格生成之立體幾何模型

表 2 本研究電腦教室各單元之區域類型

邊界類型			連續介質類型	
單元名稱	Name	Type	單元名稱	Type
回風口 (所有)	P-out	pressure	室內空間	fluid
出風口 (所有)	V-in	velocity		
人	people	wall		
椅子	chair	wall		
桌子	table	wall		
門(2 道)	doors	wall		
前面牆	wall-front	wall		
後面牆	wall-back	wall		
右側牆	wall-right	wall		
左側牆	wall-left	wall		
地板	wall-bottom	wall		
天花板	wall-top	wall		

2. Fluent 分析作業

Fluent 分析作業的主要步驟如下(虎門科技股份有限公司, 2006), 包含：(1)選擇分析的維度及精度 (3d 或 3ddp)；(2)檢查及調整網格；(3)定義尺度及單位；(4)選擇物理模式及材料性質；(5)定義邊界條件；(6)設定收斂因子及初始條件；(7)迭代計算；(8)圖型輸出及動態模式等後處理。

(1)檢查及調整網格

當室內空間之幾何模型*.msh 檔匯入 Fluent 視窗中時，先執行「check」以及「smooth/swap」的動作，確認網格是否為完整及連續的狀態，方能確保後續的分析與計算作業得以順利進行。其中，進行

check 時，工作視窗中可反映出以下訊息：列出 x、y、z 的最小和最大值；列出網格的其他特性，如網格的最大體積和最小體積、最大面積和最小面積等；報告網格的任何錯誤並據以調整與修正。至於，進行 smooth/swap 時，這一功能對三角形網格非常重要，分別點選 smooth 與 swap 按鈕，重複上述操作，直到 Fluent 工作視窗中沒有需要交換的面為止，使模型的網格完全達到平滑的狀態。

(2)選擇物理模式及材料性質

首先，利用 define→models→solver 進行物理模式的定義，包含：solver(pressure based)、formulation (implicit)、space(3D)、time(steady)、velocity formulation(absolute)、gradient option(green-gauss cell based)、porous formulation(superficial velocity) 等參數的設定。其次利用 define→models→energy 開啟能量方程式，以 define→models→iscous 選擇標準 $\kappa - \epsilon$ 紊流模型。再其次利用 define→materials 定義材料之性質，由於場址之室內空間為空氣，故選用 air 作為材料介質，並將空氣的 density 設定為 Boussinesq 模式，以符合室內有熱空氣上升的熱浮力現象(hot buoyancy phenomenon)。最後，利用 define→operating conditions 定義空間流場之操作條件，包含：室內壓力、重力條件以及溫度狀況，分別將室內空間設定在一個大氣壓力 (101.33kPa)以及受重力作用(9.81m/s²)的條件下進行分析，而室內空間之初始溫度則定為 303(K)。

(3)定義邊界條件

利用 define→boundary conditions 定義所有邊界條件之參數值，意即在 Gambit 各單元區域類型的設定中(表 2)，均須定義其邊界參數，如表 3 所示。

表 3 電腦教室各單元邊界參數之設定情形

邊界類型			邊界參設定值	
單元名稱	Name	Type	Momentum	Thermal
回風口 (所有)	P-out	pressure	0 pascal	303K
出風口 (所有)	V-in	velocity	3m/s	298K
人體 (所有)	people	wall	♦ stationary wall ♦ no slip	55.814 w/m ²
椅子 (所有)	chair	wall	♦ stationary wall ♦ no slip	♦ 0w/m ² K ♦ 303K
桌子 (所有)	table	wall		
門(2 道)	doors	wall		
前面牆	wall-front	wall		
後面牆	wall-back	wall		
右側牆	wall-right	wall		
左側牆	wall-left	wall		
地板	wall-bottom	wall		
天花板	wall-top	wall		

(4)設定收斂因子

在 Fluent 分析視窗中，可由「solve→monitors→residual」的指令設定內訂的收斂因子，作為研判迭代分析的結果是否已趨於穩定或收斂。另外，配合本研究電腦教室內部流場的特性，可再由「solve→monitors→surface」的命令按鈕，設定出風口之質量流率是否達穩定狀態，作為另一監測畫面，一同研判迭代分析結果的收斂效果。

3.3 空調出回風口模擬參數之設定

中央空調系統對室內之空調循環方式，輸送之冷空氣與排出之熱空氣，一般均同時安裝於天花板上，會產生出風口與回風口的位置過近或配置不當的問題，造成流場干擾現象，讓空間流場形成局部停滯或循環不良等問題，不利於熱空氣、CO₂ 或其他氣狀污染物的稀釋與排除。本文於輕鋼架天花板出風口不變的情況下，分別模擬四種不同的回風口配置型態，包含長邊（場址原配置型態）、短邊、角落以及中央配置等(如圖 7~圖 10 所示)，分別求其風速、溫度、紊流強度等之分佈特性，同時比較其風擊不滿意度的差異，藉以探討不同回風口配置型態對於室內環境品質的影響

並作為選用較佳回風口配置型態的依據。至於，流場模擬所需的邊界與內部環境，說明如下。

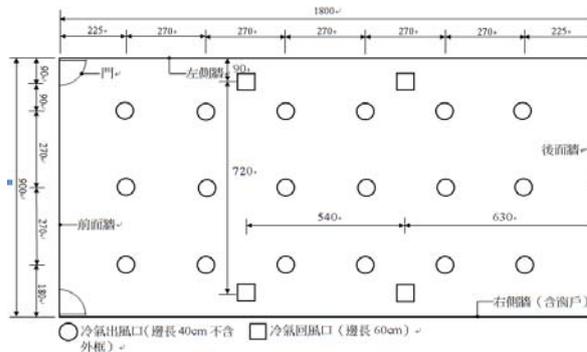


圖 7 回風口長邊配置方式(模組一)

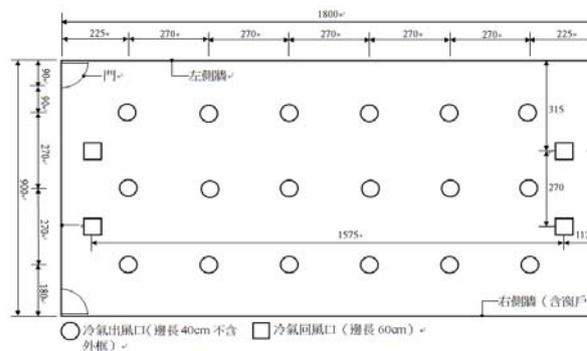


圖 8 回風口短邊配置方式(模組二)

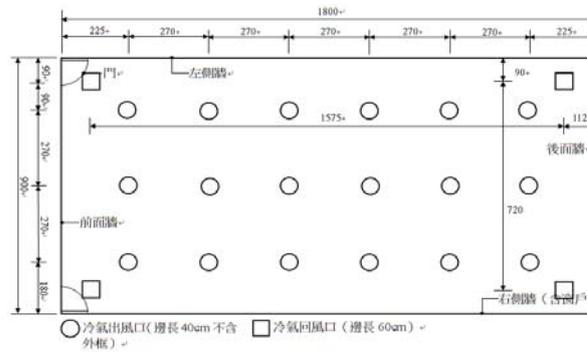


圖 9 回風口角落配置方式(模組三)

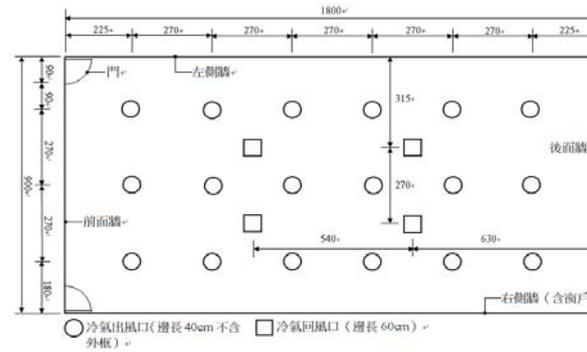


圖 10 回風口集中配置方式(模組四)

- (1) 假設室內初始溫度為 30°C 且處於一大氣壓力 (即 $P_a=101.33\text{kPa}$) 的條件下。
- (2) 場址為室內空間，假設其牆面、天花板以及地板均無熱交換與熱損失之情形，其平均熱傳透率 $k_{ave}=0\text{w/m}^2\cdot\text{K}$ 。
- (3) 假設內部壁面(牆面、天花板及地板)之裝修建材均無揮發性有機化合物(TVOC、HCHO 等)的逸散情形，即污染源的逸散率 $E_{ave}=0\text{mg/hr}$ 。
- (4) 設定空調出氣口進氣風速 $V_{in}=3.0\text{m/s}$ 、溫度為 25°C 以及出氣口由四個方向向下 45°吹出。至於，空調回風口為一壓力宣洩口，故設定其錶壓力為零(即 $P_{gauge}=0\text{kPa}$)；同時，因熱空氣上升由回風口排出，故其初始溫度設定為 30°C。
- (5) 門在上課期間均為關閉狀態，沒有氣流進出現象，故假設其 $V=0\text{m/s}$ ，且不考慮其熱傳導效應，即平均熱傳透率 $k_{ave}=0\text{w/m}^2\cdot\text{K}$ 。
- (6) 人體所散發之熱能為 54W/人(依據建築技術規則建築設計施工編第 315 條第 2 項規定)，但因 Fluent 分析軟體中所設定單位為 (W/m^2) ，且場址模型中人體總面積約為 $0.9675(\text{m}^2/\text{人})$ ，經換算後人體所散發之熱能為 55.814W/m^2 。
- (7) 整個室內空間流場達到穩定的狀態，各物品之放、吸熱性質亦逐漸處於穩態，故忽略各物品之吸、放熱性質所導致的流場變化問題。

四、CFD 的模擬結果與討論

本文針對影響室內空間流場分佈與舒適性的主要兩大因素：「空調系統」以及「發熱體」，進行空調不同回風口配置型態之流場模擬，探討室內空間之速度場、溫度場以及紊流強度場等之分佈型態並據以比較、分析，分別說明如下。

4.1 較佳迭代次數之探討

研究場址在迭代次數、分析精度、穩定收斂以及運算時間等各方面的綜合權衡後，以 try and error 的方式，嘗試 2,500 次、5,000 次以及 7,500 次的迭代運算後，據以找出較佳的迭代次數。圖 11 所示為 Fluent 內訂作為觀察收斂趨勢的監測圖，無論從 continuity、x-velocity、y-velocity、z-velocity、energy、 κ 、 ϵ 等幾個物理量的收斂情形，很明顯須在 1,000 次左右方能逐漸到達穩定的範圍，而 2,500 次以後的迭代即已明顯地趨於穩定，故本文選用 2,500 次作為迭代運算的依據。

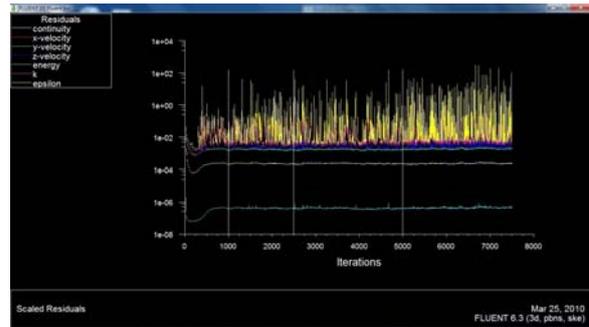


圖 11 內訂 scaled residuals 迭代次數監測結果

4.2 較佳網格式度之探討

為確定網格式度的合宜性，本研究選用速度與溫度兩物理量，截取圖 7 靠左側牆回風口、出風口以及兩出風口間的垂直面(分別為 $x=90\text{cm}$ 、 $x=180\text{cm}$ 以及 $x=315\text{cm}$)之呼吸帶位置($y=110\text{cm}$ 之水平面)以進行網格式度合宜性的比較，如圖 12 所示。其中，在溫度部分，網格式度 45cm 明顯有波峰值存在，而網格式度 30cm 和 15cm 的走向大略相似且較為均勻，相差大約在 $0.2\sim 0.3^\circ\text{C}$ 左右。此外，由於場址本身配置間距存在 15cm 的尺度，故本文採用較精確的網格式度 15cm 進行模擬。

4.3 不同回風口配置型態之流場分佈樣式

四種回風口配置型態之流場分析，由於出風口的位置均相同，故其等速度場、等溫度場以及等紊流強度場之圖樣大致相類似，加以篇幅無法一一列出，故僅以長邊配置為例說明如下，而各別局部行為的差異性，則於下一單元進行探討。

1. 等速度場分佈樣式

圖 13 顯示截取出、回風口以及兩出風口間的垂直或水平斷面的 x 、 y 、 z 方向等速度場分佈圖。圖 13(a)、(d)顯示出風口之風速以 45°吹出，在兩出風口間交會後部分氣流繼續向下吹送，部分氣流則迴流至回風口；而兩出風口間的速度場分佈，相對而言比出風口本身正下方大許多(如圖 13(b)、(c))，形成不均勻的室內流場分佈狀態。此現象亦可由圖 13(d)y 方向呼吸帶斷面得知，風速較大的部分幾乎都在兩出風口間，差距大約在 0.5m/s 。換言之，若座位正好位於兩出風口間的下方時，較容易造成人體受到過度吹拂而感到不舒服等情形。至於，回風口處附近的風速有較室內其他天花板面為高，主要應為回風口緊鄰出風口設置，而其本身為壓力宣洩出口，將迫使流線路徑縮短而產生偏斜。此現象將造成冷風一流經出

回口，未能於室內充分循環並進行氣體交換前(意即空氣齡較短)即提早由回風口流出，造成冷氣與電力的浪費以及換氣率不足等問題。此外，進一步觀察各出風口的速度分佈，無論 x 或 z 方向，大

致均呈相同的圖樣(約略成 45°的流線由天花板至地板面)，此則反應出影響室內空間流場分佈的「發熱體」因素，對於空調系統室內空間速度場分佈的影響應該微乎其微。

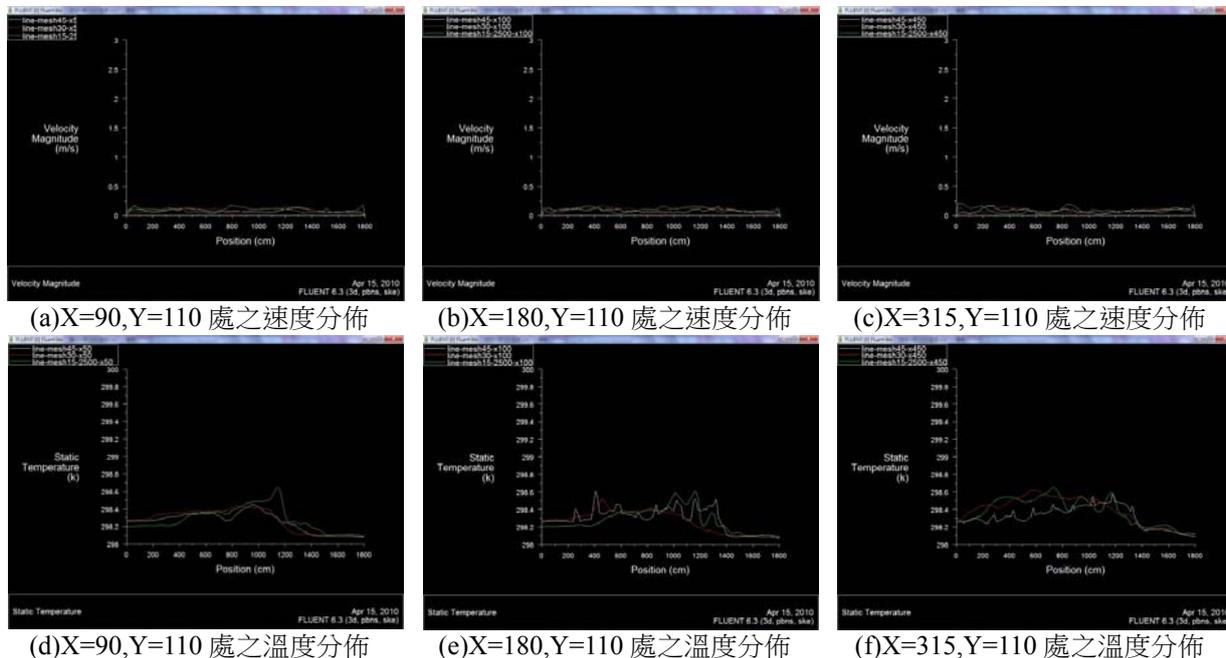


圖 12 不同網格尺度(45cm、30cm、15cm)之速度及溫度物理量

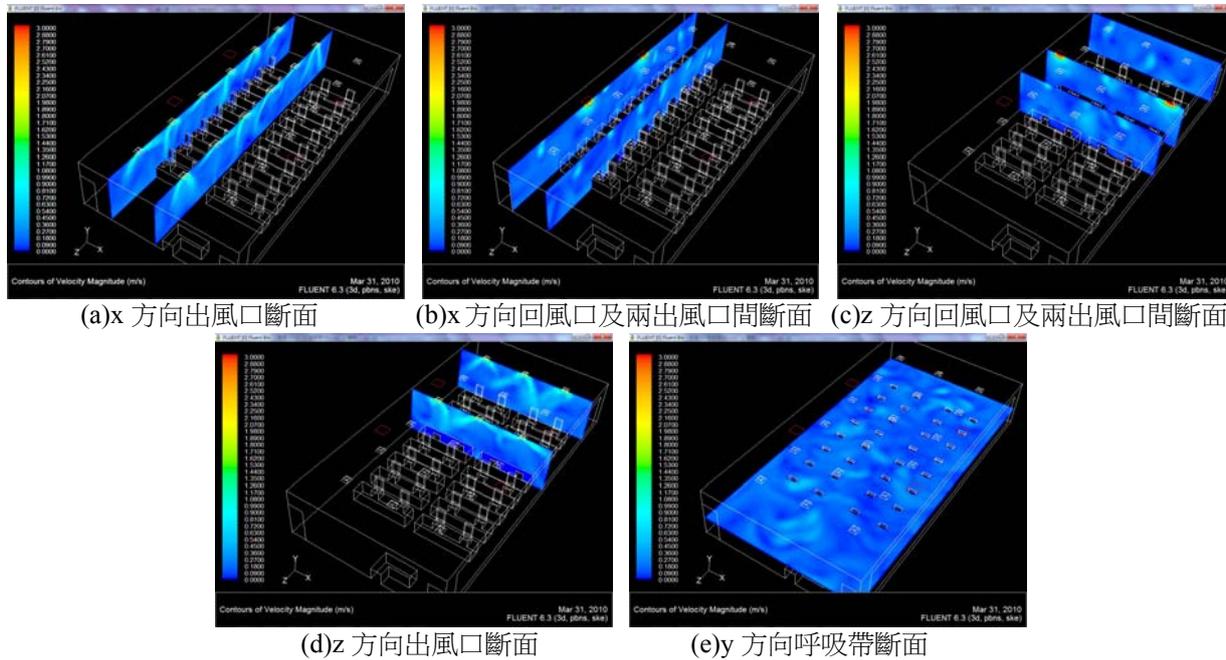


圖 13 長邊配置型態流場等速度線之分佈情形

2.等溫度場分佈樣式

圖 14 顯示截取與速度場相同斷面的 x、y、z 方向等溫度場分佈圖，出風口下方以及兩出風口間的溫度分佈，雖因流速的不同而存在些微的差異；

但整體而言，排除發熱體(人)附近所散發的熱能外，其差異值極小(298~298.75K)。顯示對於具有中央空調系統之室內空間而言，在空調開啟一段時間後，室內溫度即會逐漸地處於穩定且均勻的

狀態，此現象亦可由圖 14(e)y 方向的呼吸帶具有均勻的等溫度場而獲得驗證。故據以推知，在風擊不滿意的因素中，溫度對於中央空調系統的室內空間的影響程度較為低微。

整體室內空間的溫差雖小，然若進一步比較其間的差異性，仍可發現溫度場的分佈存在一些不同的物理現象。在發熱體(人)持續散發熱能

(55.814w/m²)的過程中，將造成座位部分及其附近整體溫度較高，而四周靠牆以及四周無人活動地帶的區域較低，進而存在呼吸帶不均勻的溫度場分佈型態(如圖 14(e)所示)。此顯示發熱體(人)對於室內空間溫度場分佈的影響，雖不若空調系統的降溫作用來的明顯，但相較於空調出風口氣流速度的影響而言應較為顯著。

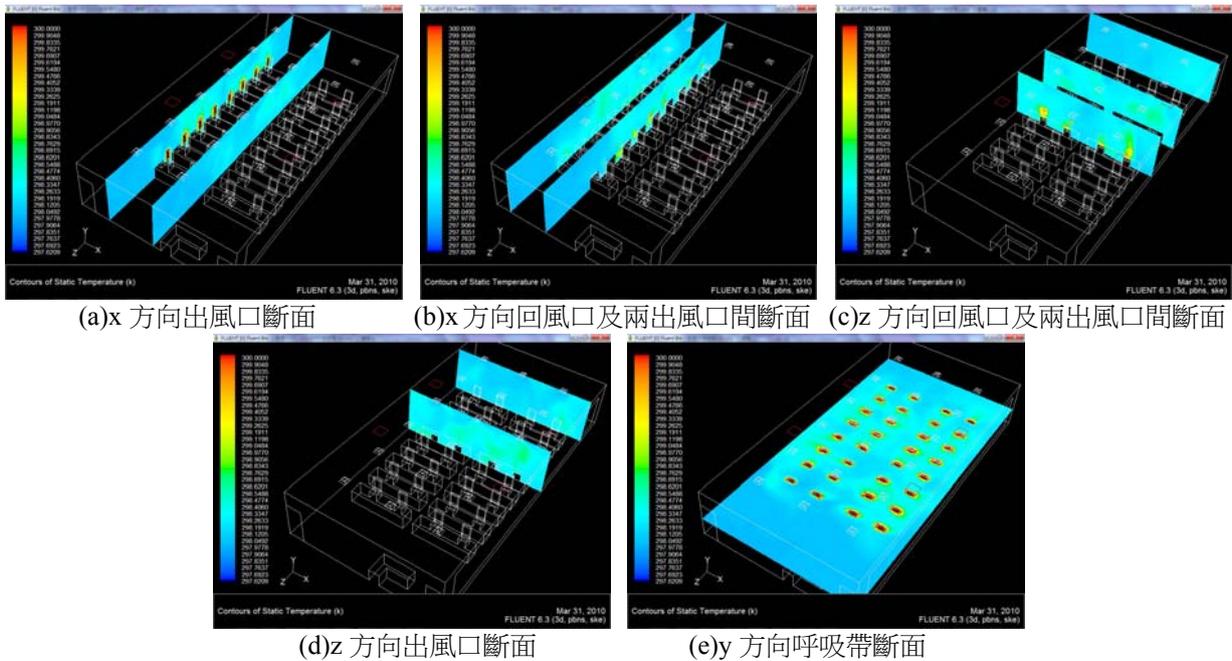


圖 14 長邊配置型態流場等溫度線之分佈情形

3.等紊流強度場分佈樣式

圖 15 顯示截取與溫度與速度場同樣斷面的等紊流強度場分佈圖，出風口等紊流強度線分佈圖的特性為出風口正下方具有較低的紊流強度，而紊流強度較高的位置則發生於緊鄰出風口的四周圍，由出風口沿著流速方向往下延伸一定距離(約為淨高的 1/3~1/2)。至於，回風口等紊流強度線分佈圖的特性則為回風口本身近天花板的紊流強度最大，隨之往下延伸而逐漸變小，並類似球狀圖樣，若因近出風口，則圖樣亦有偏移現象產生。

綜合以上的分析結果，室內空間整體的紊流強度線分佈情形，以回風口天花板附近之紊流強度最大，約可高達 106%~113%，出風口四周由天花板至地板面間的紊流強度次之，約達 76%~87%，地板面往上延伸 1/3~1/2 的高度再次之(意即室內空間的下半部)，約達 33%~44%，而在空間的角落以及最底部的位置則為最小，約為 0%~10%。

換言之，從紊流分佈場的角度，本模組(回風口長邊配置型態)空調系統之出、回風口配置型態，將造成室內空間在呼吸帶之水平面(如圖 15(e)所示)上，均存在有不均勻的紊流情形發生。

從圖 15(e)呼吸帶位置的紊流情形，亦顯示紊流點主要集中在出風口四周冷熱空氣的交界面處，致使呼吸帶位置以致於空間的下半部存在有較為大範圍的紊流區域。進一步觀察紊流區域之分佈狀況，可發現發熱體(人)在紊流強度的影響上並不顯著。究其因，可從公式(2)及(3)的紊流強度(%)定義，係指風速之波動變化程度，以局部風速擾動之均方根值除以局部平均風速。換言之，造成空間流場紊流的主因在於速度的變化與波動情形，而由前述等速度線分佈特性的分析結果，發熱體對室內空間流場的主要影響在於溫度場，對於速度場之影響相當小；故據以推知，對於紊流強度場所產生之影響當然亦相當地微小。

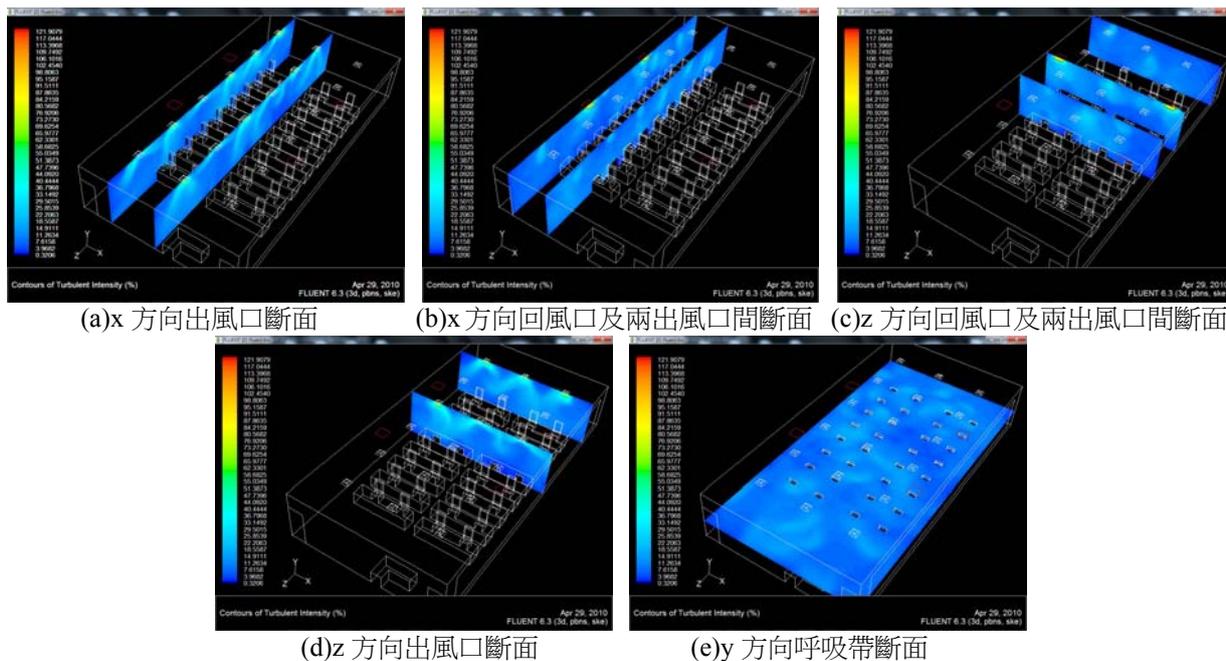


圖 15 長邊配置型態流場等紊流強度線之分佈情形

4.4 不同回風口配置型態之流場差異性

為探討四種不同回風口配置型態之流場以及風擊不滿意度 DR 值的差異性，將室內空間分為兩個採樣區，其一為整體空間呼吸帶(高度 110cm)取樣區，如棋盤方式室內平分為 77 個取樣點(不管出、回風口位置)，編號為 1~77；其二為高度 50cm 中央走道取樣區，係考慮上課時穿短褲和短裙致使皮膚有直接接觸室內空氣的流場狀況，計有 11 個取樣點，編號為 78~88，分別如圖 16 及圖 17 所示。表 4 所示即為圖 16 及圖 17 取樣點位置自 Fluent 分析結果所截取整體空間呼吸帶(y=110cm)以及中央斷面處(y=50cm)之等溫度、等速度以及等紊流強度等流場物理量之分析結果。

1. 等溫度場之差異

由等溫度場的計算值(表 4 及圖 18)，四種回風口配置型態中，其平均溫度以中央配置最低(25.373℃)，長邊配置次之(25.401℃)，角落配置再次之(25.496℃)，而以短邊配置最高(25.533℃)。然而，由整體的差異極為微小(25.373~25.533℃)且變異數極為接近(0.291~0.396)的結果顯示，不同回風口的配置型態，應非主導室內空間等溫度場的主要因素。究其因，乃在於空調系統開啟一段時間後，室內溫度場將逐漸趨於穩定而迫使空間的溫度處於均勻分佈的狀態，故與回風口配置型態之關連性低。換言之，中央空調系統本身出風口冷

氣的運轉方式(如溫度設定高低與吹送時間長短等)，方為影響室內溫度場的主要因素。至於，圖 18 中呼吸代帶位置(編號 1~77)的溫度反應有上下跳動之情形，主要係受發熱體(人)及距空調出風口之遠近等因素所左右，靠近座位發熱體或遠離出風口之取樣點有高峰(溫)反應(如編號 10、12、17、19、23、26、31、33、45、47、54 等)；反之，遠離座位發熱體或靠近出風口之取樣點則有低峰(溫)反應(如編號 8、9、11、13、14、15、18、20、21、22、27、29、32、34、35 等)。

2. 等速度場之差異

由等速度場的計算值可得知(表 4 及圖 19)，四種回風口配置型態中，以角落配置介於 0.035~0.368m/s 最均勻(平均 0.165m/s)，短邊配置介於 0.040~0.430m/s 次之(平均 0.159m/s)，中央配置介於 0.062~0.472m/s(平均 0.181m/s)再次之，而以長邊配置介於 0.060~0.512m/s(平均 0.170m/s)差異最多。然而，由整體的差異極為微小(平均 0.159~0.181m/s)且變異數極為接近(0.063~0.077)的結果則可得知，不同回風口的配置型態，在本場址所模擬的條件下的室內空間等速度場並無重大的差異性。究其因，乃在於空調出風口擴散葉片(diffuser)將氣流以近似 45°吹送後，其動能將因空間的擴散作用(如公式(19)所示)以及流場停滯點(stagnation point)等作用(如：課、桌椅等)而逐漸衰

減，到達呼吸帶位置時已趨於緩和之故；而此即為一般中央空調系統出、回風口的設計方式與目的，以避免對室內人員造成直接或過大的氣流。至於，圖 19 中整體空間取樣點編號的速度反應有高低起伏與上下跳動之情形，主要係受距空調出、回風口之遠近與其是否在擴散葉片氣流吹送範圍內等因素所左右。在出風口擴散葉片的流線

路徑上之取樣點有高峰反應(如編號 4、6、30、39、48、58、67 等)；反之，遠離出風口擴散葉片流線吹送範圍則有低峰反應(如編號 5、15、21、25、33、40、41、54 等)。此外，進一步觀察其間的細微差異，仍不難發現中央與長邊配置型態有較大幅度起伏的風速反應，而角落與短邊配置型態的速度起伏則較為緩和。

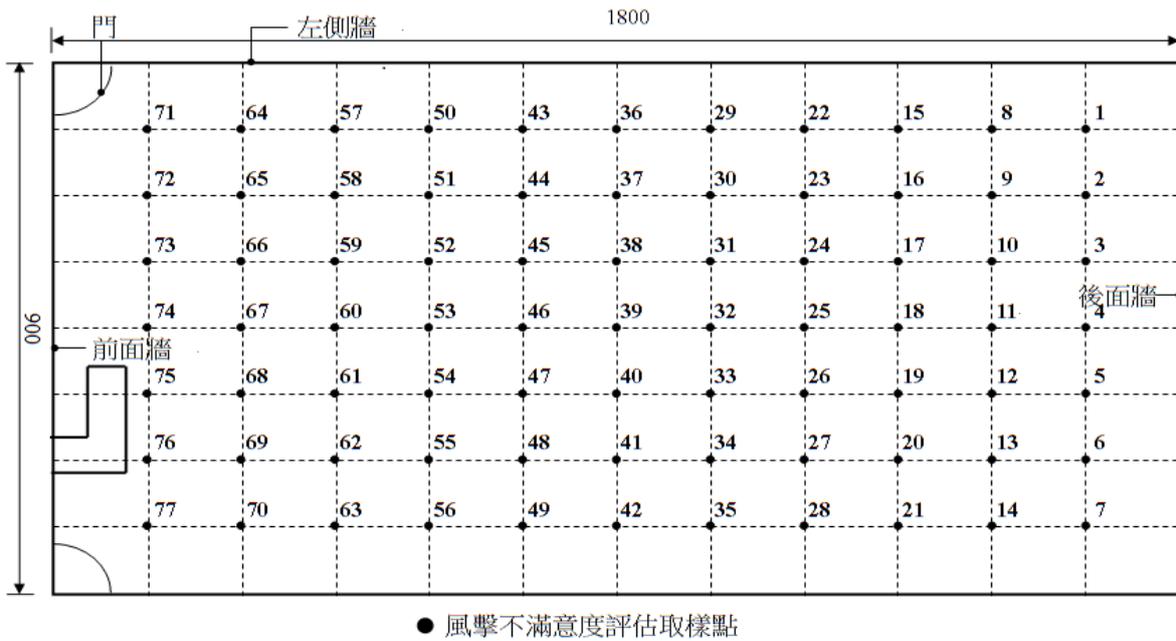


圖 16 高度 110cm 呼吸帶之風擊不滿意度取樣點

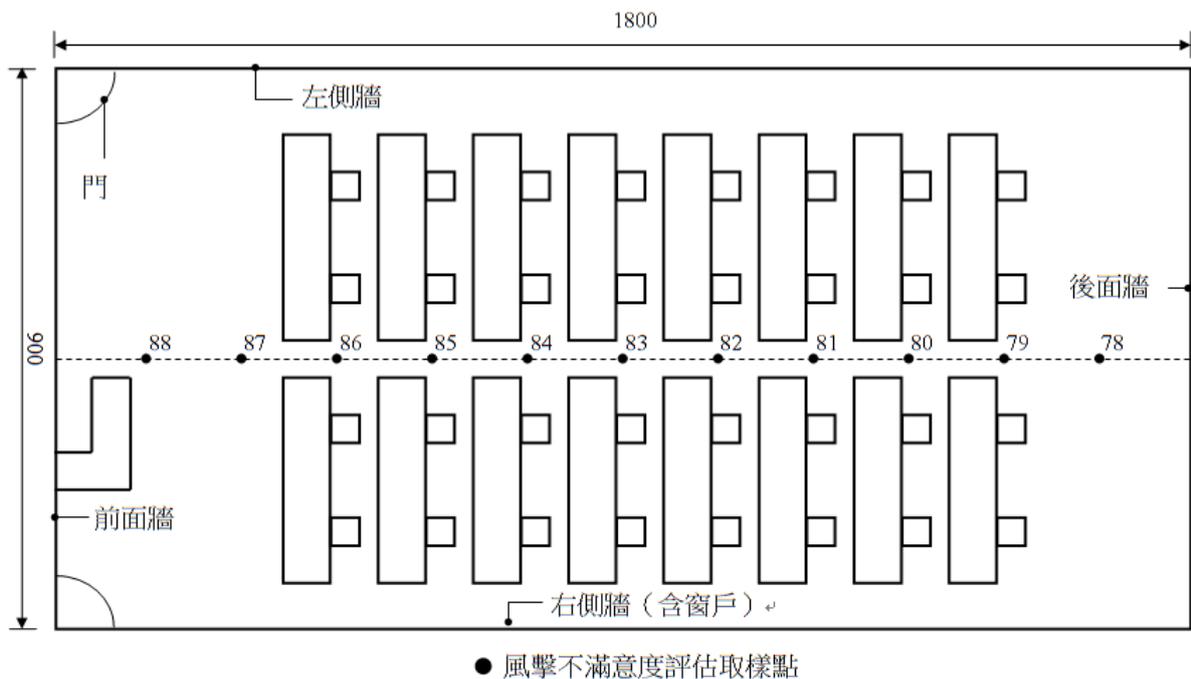


圖 17 高度 50cm 中央道區風擊不滿意度取樣點

表 4 不同回風口配置型態流場分析資料表

取樣點	長邊配置型態模組一			短邊配置型態模組二			角落配置型態模組三			中央配置型態模組四		
	溫度 (°C)	風速 (m/s)	紊流 (%)	溫度 (°C)	風速 (m/s)	紊流 (%)	溫度 (°C)	風速 (m/s)	紊流 (%)	溫度 (°C)	風速 (m/s)	紊流 (%)
1	25.156	0.149	10.102	25.251	0.063	7.856	25.293	0.090	8.363	25.135	0.144	7.023
2	25.120	0.089	8.505	25.454	0.119	7.246	25.325	0.170	8.702	25.175	0.258	10.496
3	25.172	0.173	8.976	25.377	0.173	6.773	25.269	0.291	11.857	25.183	0.472	15.625
4	25.142	0.312	14.235	25.348	0.188	5.840	25.242	0.213	10.487	25.204	0.133	11.294
5	25.228	0.184	10.559	25.382	0.225	8.184	25.228	0.243	13.252	25.189	0.351	14.475
6	25.282	0.339	14.469	25.346	0.197	8.601	25.400	0.180	11.724	25.304	0.125	10.662
7	25.355	0.205	8.512	25.357	0.083	7.329	25.295	0.205	8.493	25.350	0.158	8.707
8	25.317	0.174	10.460	25.187	0.235	10.571	25.297	0.223	9.034	25.487	0.125	6.863
9	25.261	0.252	12.882	25.494	0.168	11.369	25.470	0.193	6.259	26.354	0.179	10.175
10	26.072	0.183	8.236	25.767	0.127	11.121	25.895	0.112	8.145	26.323	0.177	9.603
11	25.144	0.225	14.575	25.303	0.172	11.680	25.304	0.201	15.872	25.228	0.430	17.050
12	26.252	0.179	9.446	25.803	0.100	10.013	26.338	0.183	6.191	26.187	0.135	8.652
13	25.225	0.102	14.499	25.258	0.149	10.398	25.525	0.193	8.693	25.282	0.271	15.426
14	25.211	0.167	11.268	25.328	0.199	9.393	25.340	0.204	15.929	25.290	0.320	13.845
15	25.294	0.060	11.376	25.274	0.089	6.119	25.367	0.151	6.743	25.181	0.251	12.711
16	25.808	0.134	7.184	25.810	0.122	7.286	25.411	0.126	13.075	25.644	0.241	9.954
17	26.463	0.171	6.491	25.995	0.114	10.105	25.646	0.126	12.360	25.932	0.290	7.932
18	25.299	0.191	9.381	25.280	0.295	14.059	25.360	0.180	9.532	25.303	0.164	7.385
19	26.303	0.143	7.004	25.659	0.206	11.623	26.481	0.162	5.105	26.069	0.085	6.105
20	25.251	0.110	11.235	25.284	0.175	10.558	25.728	0.133	7.672	25.367	0.183	9.245
21	25.518	0.097	8.521	25.590	0.159	7.264	25.357	0.178	10.474	25.432	0.242	9.476
22	25.431	0.144	7.962	25.290	0.165	7.751	25.459	0.166	7.845	25.201	0.187	8.981
23	26.761	0.132	12.325	25.783	0.055	9.830	25.315	0.194	12.056	25.785	0.193	10.261
24	25.805	0.136	9.807	26.286	0.127	6.820	25.391	0.340	16.317	25.471	0.224	10.573
25	25.364	0.106	5.031	25.469	0.195	6.262	25.308	0.150	13.930	25.413	0.130	6.662
26	26.357	0.141	5.536	25.774	0.145	11.787	26.176	0.159	6.576	25.535	0.105	10.707
27	25.351	0.137	7.015	25.318	0.195	13.594	25.422	0.256	12.155	25.454	0.082	6.537
28	25.662	0.196	7.605	25.440	0.225	10.904	25.797	0.103	9.671	25.372	0.084	5.228
29	25.312	0.168	11.455	25.288	0.071	13.205	25.454	0.223	8.794	25.498	0.102	6.852
30	25.996	0.394	16.728	25.981	0.085	8.959	25.555	0.265	8.314	25.535	0.195	9.574
31	26.255	0.181	8.094	26.389	0.158	5.893	25.650	0.231	11.438	25.592	0.264	13.657
32	25.309	0.150	7.731	25.466	0.161	8.212	25.286	0.174	13.432	25.207	0.158	13.951
33	26.266	0.084	7.072	26.689	0.116	8.816	25.650	0.196	10.656	25.399	0.292	13.301
34	25.375	0.095	5.444	25.510	0.135	7.833	25.413	0.227	8.997	25.259	0.308	11.458
35	25.339	0.207	7.257	25.362	0.088	9.897	25.331	0.165	8.208	25.501	0.239	7.338
36	25.428	0.190	11.884	25.337	0.181	12.848	25.472	0.150	9.260	25.210	0.167	6.010
37	25.460	0.189	14.280	25.521	0.139	8.927	25.448	0.112	5.642	25.507	0.108	7.875
38	25.527	0.188	11.364	26.006	0.119	7.292	26.118	0.200	8.576	25.570	0.231	11.563
39	25.193	0.393	16.304	25.485	0.118	11.794	25.366	0.151	12.645	25.216	0.224	11.841
40	25.582	0.098	13.455	26.359	0.194	5.556	26.053	0.154	8.471	25.649	0.189	9.770
41	25.344	0.083	11.372	25.623	0.046	9.209	25.504	0.164	8.163	25.366	0.285	15.560
42	25.183	0.160	5.631	25.329	0.271	12.612	25.273	0.081	5.006	25.473	0.082	8.638
43	25.435	0.097	6.818	25.376	0.295	13.551	25.444	0.285	13.515	25.402	0.115	7.506
44	25.494	0.208	8.112	25.290	0.430	15.773	25.438	0.278	14.456	25.463	0.181	8.294
45	25.871	0.168	9.972	25.956	0.084	9.745	25.937	0.216	9.818	25.559	0.268	12.731
46	25.161	0.247	14.010	25.478	0.172	10.151	25.469	0.197	9.394	25.215	0.141	12.733
47	26.473	0.135	7.306	26.066	0.170	7.095	26.279	0.156	11.754	25.661	0.103	11.773
48	25.332	0.320	13.244	25.793	0.149	5.746	25.528	0.057	7.111	25.608	0.098	7.883
49	25.613	0.251	8.383	25.481	0.227	6.635	25.301	0.151	8.750	25.347	0.166	13.680
50	25.325	0.156	6.292	25.285	0.198	10.083	25.313	0.100	15.666	25.332	0.162	6.579
51	25.184	0.168	9.710	25.611	0.163	11.760	25.704	0.272	11.858	25.422	0.256	9.856

表 4 不同回風口配置型態流場分析資料表(續)

取樣點	長邊配置型態模組一			短邊配置型態模組二			角落配置型態模組三			中央配置型態模組四		
	溫度 (°C)	風速 (m/s)	紊流 (%)	溫度 (°C)	風速 (m/s)	紊流 (%)	溫度 (°C)	風速 (m/s)	紊流 (%)	溫度 (°C)	風速 (m/s)	紊流 (%)
52	25.521	0.165	8.875	25.852	0.122	11.617	25.960	0.112	9.994	25.756	0.194	5.782
53	25.225	0.144	7.226	25.714	0.122	5.639	25.624	0.177	7.219	25.339	0.205	6.818
54	25.956	0.075	9.955	26.087	0.124	7.120	26.260	0.143	5.360	26.364	0.124	6.164
55	25.346	0.123	11.656	25.526	0.196	12.652	25.830	0.063	5.481	25.461	0.130	6.941
56	25.749	0.131	7.503	25.498	0.185	14.986	25.515	0.368	15.785	25.122	0.076	8.651
57	25.315	0.168	9.185	25.384	0.228	7.485	25.501	0.197	10.454	25.259	0.165	9.529
58	25.092	0.512	16.459	25.384	0.295	13.797	25.221	0.210	12.626	25.398	0.154	7.206
59	25.420	0.185	10.015	25.859	0.123	13.461	25.848	0.114	8.867	25.775	0.110	7.000
60	25.072	0.179	8.261	25.579	0.103	4.462	25.637	0.137	6.545	25.149	0.109	8.023
61	25.655	0.169	10.369	26.551	0.231	7.711	26.068	0.160	6.721	25.306	0.208	12.371
62	25.214	0.060	9.204	25.510	0.125	12.886	25.687	0.110	4.111	25.184	0.171	15.173
63	25.210	0.088	6.479	25.555	0.142	12.287	25.584	0.255	10.661	25.129	0.163	6.663
64	25.047	0.201	8.336	25.299	0.221	9.073	25.282	0.128	6.126	25.185	0.182	12.821
65	25.059	0.177	10.207	25.231	0.119	11.246	25.244	0.079	8.720	25.187	0.091	13.192
66	25.082	0.118	10.859	25.202	0.251	14.501	25.222	0.123	10.170	25.147	0.109	11.198
67	25.042	0.363	13.967	25.318	0.181	16.152	25.287	0.121	8.337	25.093	0.315	15.893
68	25.032	0.104	8.322	25.377	0.137	12.793	25.378	0.108	4.829	25.089	0.210	13.939
69	25.062	0.097	9.200	25.251	0.126	11.799	25.412	0.082	6.806	25.095	0.189	9.885
70	25.130	0.075	13.072	25.217	0.171	11.771	25.413	0.171	11.153	25.088	0.163	11.267
71	25.027	0.106	7.427	25.279	0.175	7.964	25.248	0.109	9.155	25.133	0.062	6.940
72	25.027	0.127	13.123	25.242	0.114	7.340	25.177	0.105	10.165	25.162	0.196	9.514
73	25.037	0.227	13.745	25.272	0.161	8.388	25.205	0.113	9.040	25.123	0.171	14.115
74	25.026	0.209	13.584	25.287	0.177	10.219	25.211	0.113	6.125	25.113	0.149	11.944
75	25.032	0.185	7.123	25.319	0.262	11.776	25.210	0.054	4.453	25.099	0.160	10.861
76	25.037	0.183	7.122	25.254	0.108	9.105	25.216	0.246	12.472	25.099	0.161	7.662
77	25.047	0.119	5.825	25.208	0.088	7.083	25.282	0.312	12.232	25.084	0.114	7.814
78	25.182	0.105	11.517	25.313	0.162	5.800	25.247	0.100	9.799	25.178	0.115	9.028
79	25.187	0.140	11.085	25.377	0.199	9.303	25.298	0.085	10.083	25.195	0.261	14.490
80	25.227	0.166	7.164	25.472	0.168	10.323	25.357	0.136	6.378	25.247	0.171	7.252
81	25.233	0.105	4.834	25.456	0.145	5.588	25.327	0.149	8.762	25.242	0.190	7.168
82	25.228	0.174	8.508	25.419	0.138	7.701	25.286	0.114	11.271	25.218	0.131	9.908
83	25.181	0.201	12.806	25.481	0.096	4.492	25.307	0.105	11.066	25.183	0.099	9.669
84	25.181	0.175	12.324	25.595	0.180	6.306	25.428	0.213	7.660	25.199	0.155	7.978
85	25.212	0.123	7.575	25.857	0.145	5.411	25.460	0.147	5.356	25.260	0.152	5.986
86	25.046	0.171	8.369	25.527	0.040	3.501	25.505	0.079	3.711	25.100	0.208	8.589
87	25.042	0.196	11.149	25.290	0.077	6.907	25.285	0.035	4.355	25.090	0.171	13.053
88	25.034	0.144	11.785	25.279	0.166	6.906	25.213	0.097	4.679	25.108	0.081	9.936
Min	25.026	0.060	4.834	25.187	0.040	3.501	25.177	0.035	3.711	25.084	0.062	5.228
Max	26.761	0.512	16.728	26.689	0.430	16.152	26.481	0.368	16.317	26.364	0.472	17.050
Ave	25.401	0.170	9.879	25.533	0.159	9.403	25.496	0.165	9.354	25.373	0.181	10.006
Dev	0.396	0.077	2.851	0.321	0.063	2.855	0.294	0.066	3.033	0.291	0.077	2.891

3.等紊流強度場之差異

由等紊流強度場的計算值可得知(表 4 及圖 20)，四種回風口配置型態中，其平均等紊流場強度以角落配置最低(9.354%)，短邊配置次之(9.403%)，長邊配置再次之(9.879%)，而以中央配置最高(10.006%)。然而，由整體的差異極為微小(平均

9.354~10.006%)且變異數極為接近(2.851~3.033)的結果則可得知，不同回風口的配置型態對於室內空間等紊流強度的影響，在本場址所模擬的條件下亦如同等速度場並無顯著的重大差異。究其原因，乃在於局部紊流強度 T_u (%) 定義為風速之波動變化程度，並以局部風速擾動之均方根值 (σ_u) 除

以局部平均風速(\bar{V}_2)計算之,如公式(2)及(3)所示;換言之,等紊流強度場的分析結果與其等速度場息息相關且有相當一致性的反應。至於,圖 20 中整體空間取樣點編號的紊流強度反應有高低起伏與上下跳動之情形,亦如同等速度場之現象並集中在出風口四周冷、熱空氣的交界面處(如編號 4、6、30、39、48、58、67 等)。

在室內環境品質的定量分析方面,由於目前幾個室內環境因子評估指標(換氣率、二氧化碳濃度、室內空氣齡指標、PMV 與 PPD 溫熱環境指標、風擊不滿意度等)中,以「風擊不滿意度評估」較容易取得分析參數且可直接引用於 Fluent 的分析作業中;因此,本研究以公式(1)「風擊不滿意度評估」作為定量分析以比較四種不同回風口配置型態的差異,結果分別如表 5 及圖 21 所示。

4.5 不同回風口配置型態之風擊不滿意度

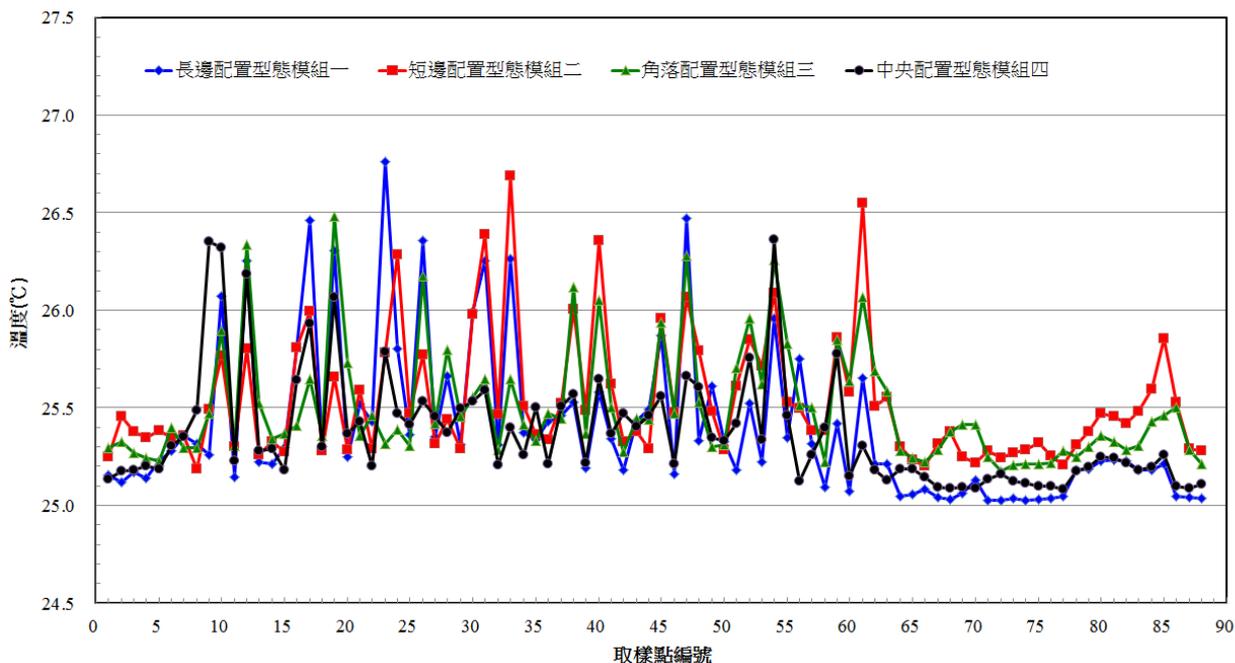


圖 18 不同回風口配置型態等溫度場之分佈情形與其差異性

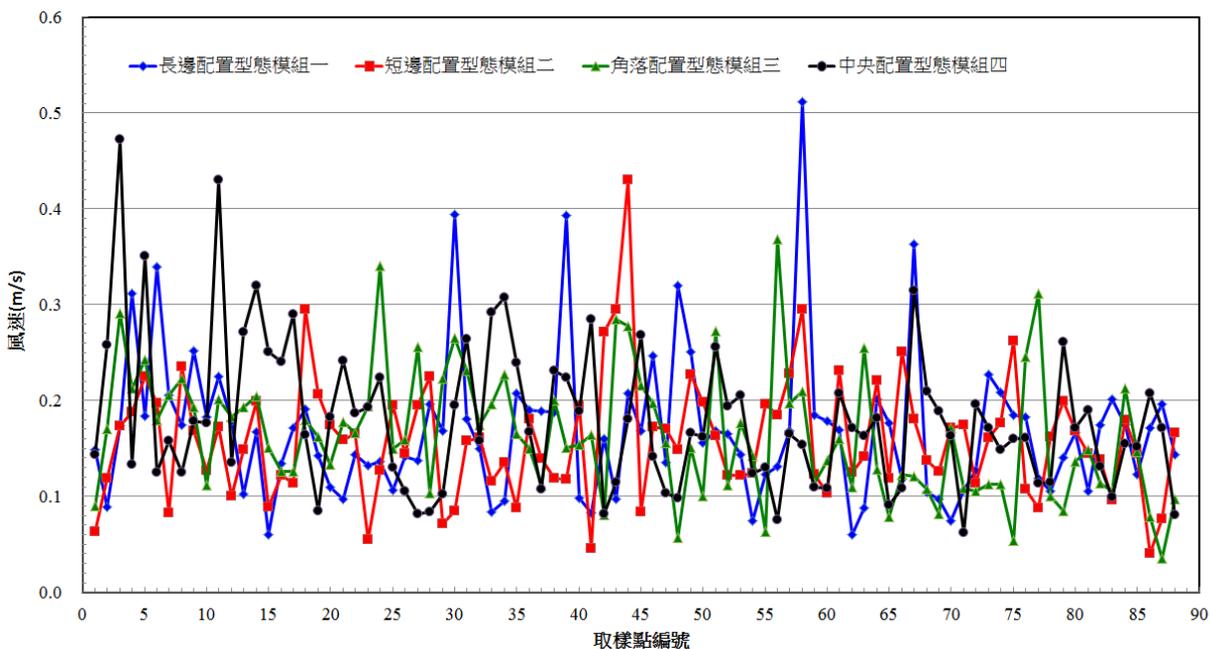


圖 19 不同回風口配置型態等速度場之分佈情形與其差異性

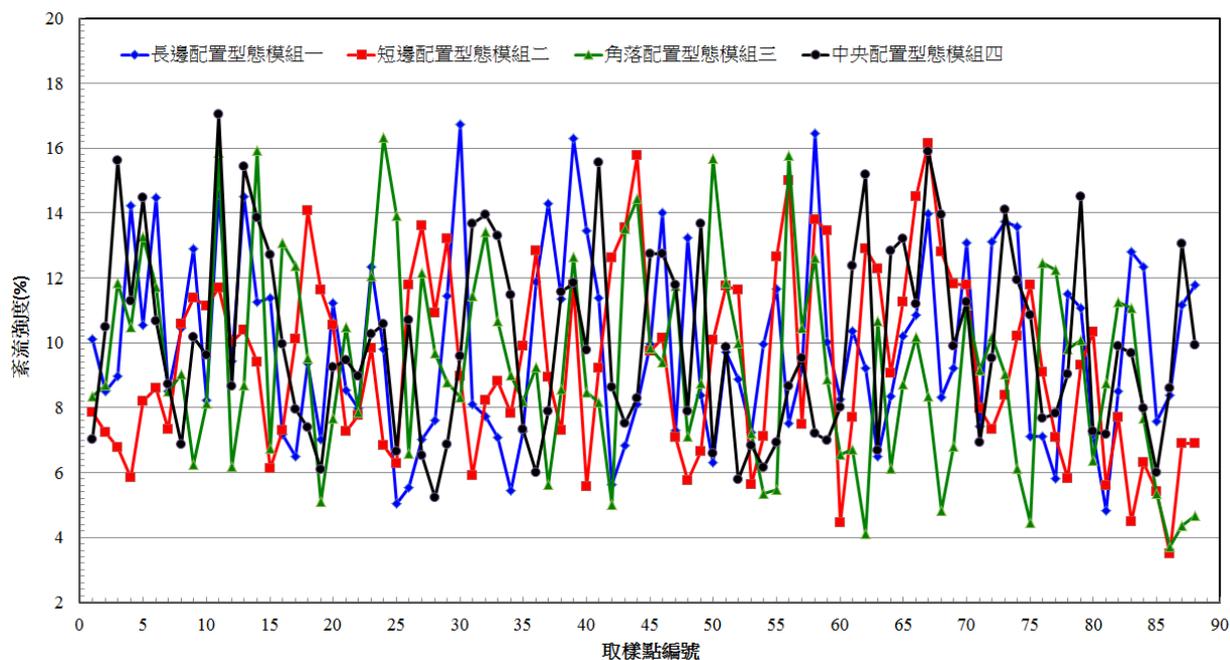


圖 20 不同回風口配置型態等紊流強度場之分佈情形與其差異性

從整體空間不同取樣點的風擊不滿意度 DR 值來看，以回風口角落配置型態的 DR 值最低(介於 0 ~22.036%)，短邊配置型態的 DR 值次之(介於 0 ~26.976%)，而以長邊配置(介於 1.657~34.501%)及中央配置兩種型態(介於 1.845~30.338%)較高。此外，由圖 21 亦可進一步看出回風口長邊及中央配置型態的方式，其 DR 等級有較多出現超過 A 級的情形；反之，回風口於角落及短邊配置型態的 DR 等級超過 A 級的情況則較少發生。至於，圖中有高低起伏與上下跳動之情形，除可由公式(1)

來說明外，亦如同等速度場之現象，主要集中在出風口四周冷、熱空氣的交界面處。

為掌握影響四種回風口不同配置型態風擊不滿意度的參數(溫度、速度、紊流強度)敏感度，進一步結合表 4 及表 5 的結果，將其進行線性迴歸，如圖 22~圖 25 所示。由圖中可清楚得知，無論何種型態的回風口配置，均以等速度場與 DR 值的相關性最高(R^2 介於 0.987~0.991)，有較佳的線性正相關，等紊流強度場次之(R^2 介於 0.502~0.668)，而與等溫度場之相關性極低(R^2 介於 0.073~0.287)。

表 5 不同回風口配置型態風擊不滿意度分析資料表

取樣點	長邊配置型態模組一		短邊配置型態模組二		角落配置型態模組三		中央配置型態模組四	
	DR(%)	DR 等級						
1	7.813	A	1.923	A	4.058	A	7.173	A
2	4.039	A	5.609	A	8.606	A	13.807	A
3	8.937	A	8.406	A	15.945	B	30.338	D
4	18.488	B	8.996	A	11.294	A	6.959	A
5	9.750	A	11.183	A	13.705	A	21.026	C
6	20.000	B	9.929	A	9.524	A	6.346	A
7	10.320	A	3.516	A	10.357	A	7.937	A
8	9.073	A	12.593	A	11.417	A	5.894	A
9	14.102	A	8.715	A	9.178	A	8.171	A
10	8.398	A	6.178	A	5.036	A	8.055	A
11	13.069	A	9.148	A	11.609	A	28.194	D
12	8.193	A	4.489	A	7.793	A	6.047	A
13	5.187	A	7.741	A	9.562	A	16.004	B
14	8.923	A	10.193	A	11.782	A	18.489	B

表 5 不同回風口配置型態風擊不滿意度分析資料表(續一)

取樣點	長邊配置型態模組一		短邊配置型態模組二		角落配置型態模組三		中央配置型態模組四	
	DR(%)	DR 等級						
15	1.657	A	3.891	A	7.349	A	14.063	A
16	6.150	A	5.542	A	6.527	A	12.044	A
17	7.241	A	5.183	A	6.288	A	13.291	A
18	9.842	A	17.030	B	9.213	A	8.098	A
19	6.177	A	10.621	A	6.665	A	3.293	A
20	5.469	A	9.190	A	6.201	A	9.330	A
21	4.378	A	7.595	A	9.260	A	12.286	A
22	7.034	A	8.235	A	8.154	A	9.662	A
23	5.750	A	1.026	A	10.437	A	9.523	A
24	6.497	A	5.468	A	20.747	C	11.572	A
25	4.854	A	9.243	A	8.151	A	6.204	A
26	5.950	A	7.185	A	6.984	A	5.006	A
27	6.670	A	10.794	A	13.809	A	3.361	A
28	9.334	A	11.765	A	4.634	A	3.484	A
29	8.896	A	2.735	A	11.150	A	4.598	A
30	23.011	C	3.462	A	12.861	A	9.779	A
31	8.107	A	6.666	A	11.929	A	14.465	A
32	7.443	A	7.915	A	9.540	A	8.751	A
33	3.209	A	4.760	A	9.931	A	16.330	B
34	4.213	A	6.512	A	11.434	A	16.764	B
35	10.153	A	3.926	A	8.245	A	11.459	A
36	10.086	A	9.841	A	7.473	A	8.159	A
37	10.389	A	6.824	A	5.127	A	5.024	A
38	9.743	A	5.267	A	9.190	A	12.058	A
39	25.004	D	5.863	A	7.995	A	12.268	A
40	4.621	A	8.120	A	7.062	A	9.406	A
41	3.634	A	0.000	A	8.023	A	16.817	B
42	7.800	A	15.006	B	3.303	A	3.451	A
43	4.366	A	16.645	B	15.899	B	5.454	A
44	10.221	A	26.976	D	15.867	B	8.933	A
45	8.120	A	3.425	A	10.414	A	14.444	A
46	14.287	A	8.739	A	9.928	A	7.579	A
47	5.707	A	7.642	A	7.327	A	4.850	A
48	18.129	B	6.758	A	1.288	A	4.385	A
49	12.144	A	10.777	A	7.599	A	9.049	A
50	7.562	A	10.314	A	5.022	A	7.903	A
51	8.788	A	8.378	A	14.163	A	13.137	A
52	8.170	A	5.842	A	5.116	A	8.819	A
53	7.117	A	5.519	A	8.417	A	9.968	A
54	2.784	A	5.443	A	6.069	A	5.197	A
55	6.240	A	10.437	A	1.851	A	6.198	A
56	6.081	A	10.240	A	22.036	C	3.117	A
57	8.549	A	11.134	A	10.124	A	8.531	A
58	34.501	D	16.747	B	11.636	A	7.484	A
59	9.467	A	6.017	A	5.197	A	4.940	A
60	9.231	A	4.525	A	6.374	A	5.322	A
61	8.464	A	9.818	A	7.119	A	11.339	A
62	1.690	A	6.348	A	4.787	A	9.785	A
63	3.864	A	7.273	A	13.087	A	8.139	A
64	10.428	A	11.295	A	6.144	A	10.085	A
65	9.449	A	6.077	A	3.278	A	4.326	A

表 5 不同回風口配置型態風擊不滿意度分析資料表(續二)

取樣點	長邊配置型態模組一		短邊配置型態模組二		角落配置型態模組三		中央配置型態模組四	
	DR(%)	DR 等級						
66	6.059	A	14.608	A	6.251	A	5.484	A
67	21.887	C	10.382	A	5.915	A	19.488	B
68	5.090	A	7.178	A	4.922	A	12.097	A
69	4.662	A	6.517	A	3.425	A	10.014	A
70	3.166	A	9.205	A	8.914	A	8.788	A
71	5.159	A	8.800	A	5.319	A	1.845	A
72	6.882	A	5.470	A	5.176	A	10.280	A
73	13.166	A	8.125	A	5.593	A	9.683	A
74	12.056	A	9.208	A	5.374	A	8.064	A
75	9.392	A	14.225	A	0.934	A	8.575	A
76	9.289	A	5.250	A	13.667	A	8.171	A
77	5.775	A	3.911	A	17.304	B	5.636	A
78	5.208	A	7.803	A	4.807	A	5.680	A
79	7.345	A	10.109	A	3.770	A	15.245	B
80	8.258	A	8.552	A	6.538	A	8.487	A
81	4.835	A	6.849	A	7.515	A	9.453	A
82	8.864	A	6.699	A	5.738	A	6.686	A
83	11.180	A	4.145	A	5.155	A	4.765	A
84	9.543	A	8.447	A	10.426	A	7.825	A
85	6.045	A	6.482	A	6.887	A	7.368	A
86	8.870	A	0.000	A	3.050	A	10.767	A
87	10.750	A	3.101	A	0.000	A	9.517	A
88	7.785	A	8.197	A	4.379	A	3.584	A
Min	1.657		0.000		0.000		1.845	
Max	34.501		26.976		22.036		30.338	
Ave	8.821		7.931		8.265		9.449	
Dev	5.169		3.999		4.090		4.993	

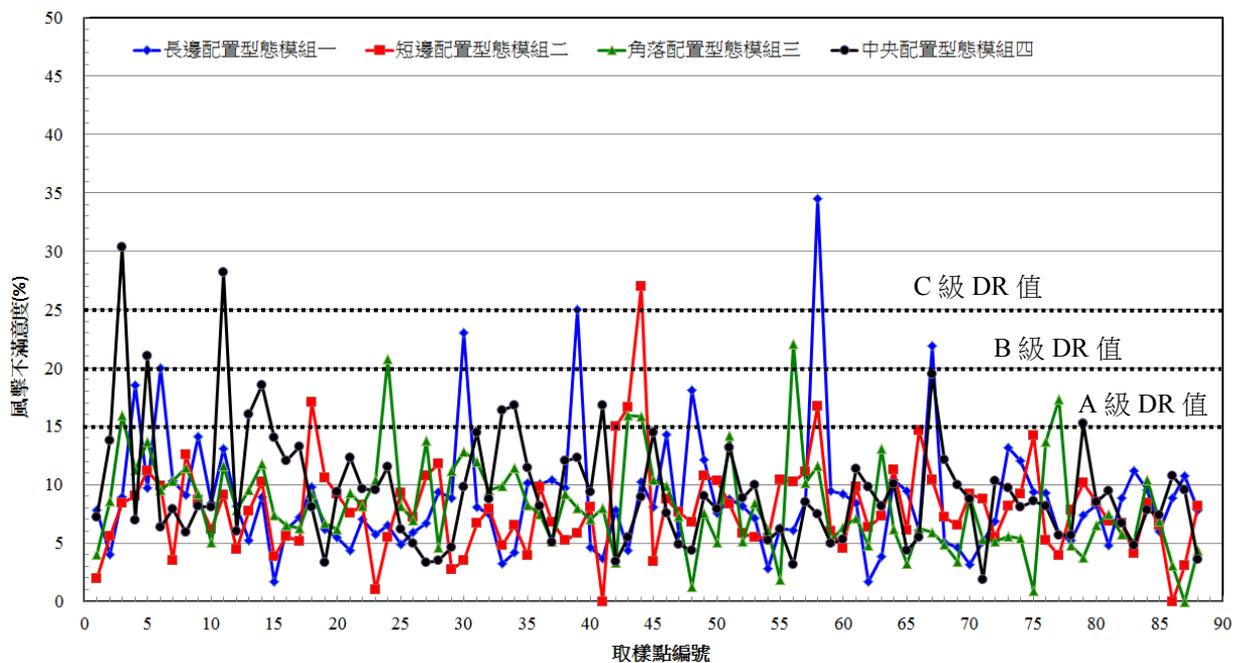


圖 21 不同回風口配置型態風擊不滿意度之分佈情形與其差異性

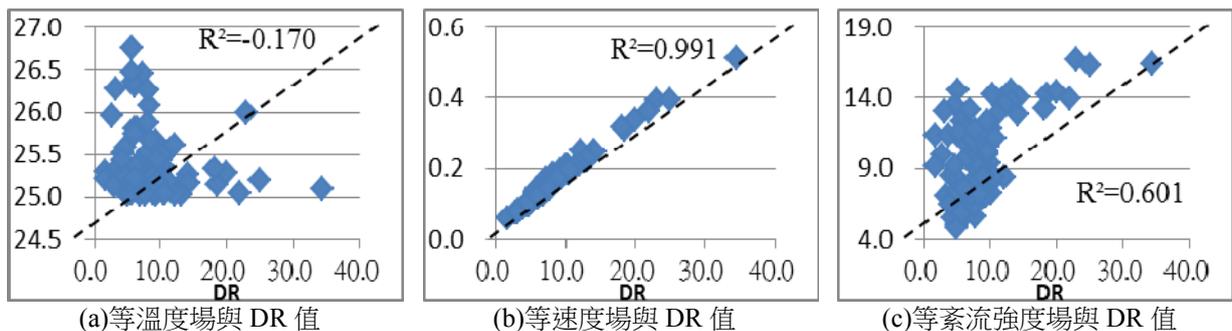


圖 22 長邊配置型態(模組一)風擊不滿意度之參數敏感度

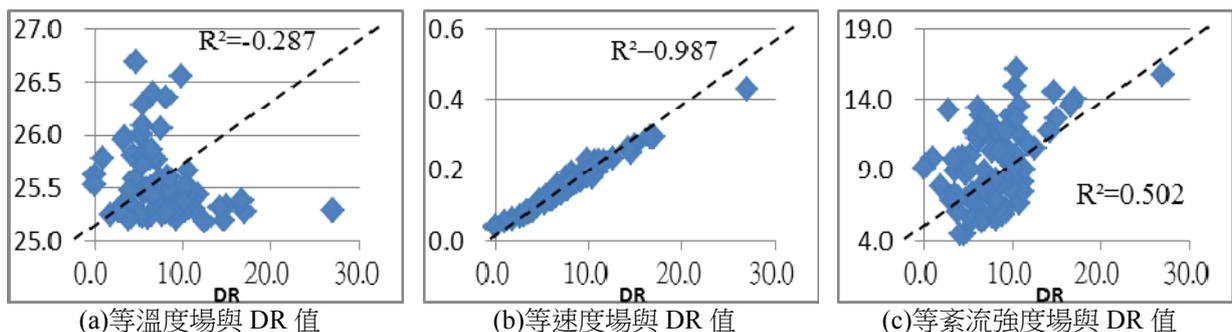


圖 23 短邊配置型態(模組二)風擊不滿意度之參數敏感度

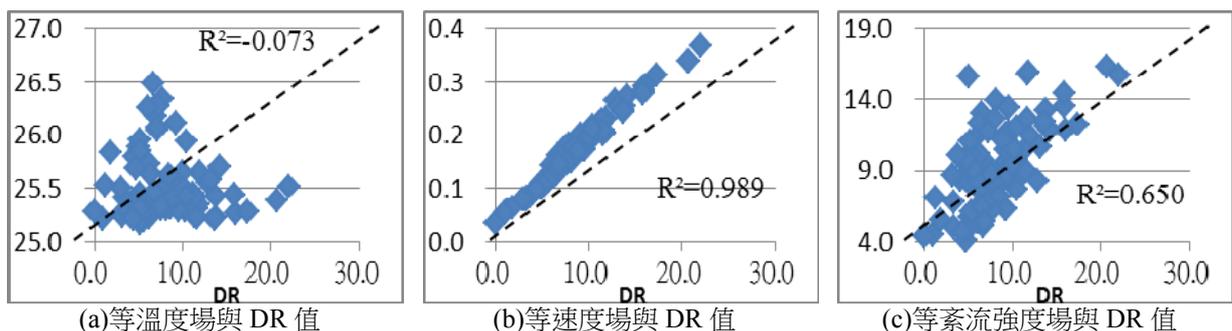


圖 24 角落配置型態(模組三)風擊不滿意度之參數敏感度

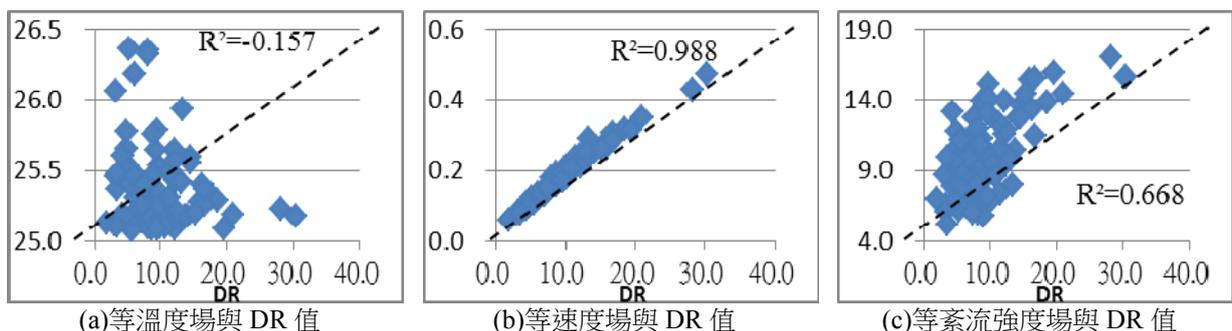


圖 25 中央配置型態(模組四)風擊不滿意度之參數敏感度

五、結論

本文嘗試利用 CFD 軟體 Fluent 結合 Gambit 進行室內空間流場與其舒適性的探討，在所模擬的空間條件下，所反應的等溫度場、等速度場以及等

紊流強度場滿足一般的物理現象，顯示 Fluent 軟體在室內空間流場的應用具有相當程度的適確性。此外，所模擬的四種回風口不同配置型態的流場特性與風擊不滿意度的差異性，則可初步獲

致下列幾點結論：

1. 回風口不同的配置型態，應非主導空調系統室內空間等溫度場的主要因素，主因在於空調系統開啟一段時間後，室內溫度場將逐漸趨於穩定流而迫使空間的溫度處於均質分佈的狀態，故與回風口配置型態之關連性低。
2. 回風口不同的配置型態，在本場址所模擬的條件下的室內空間等速度場並無重大的差異性，主因在於空調出風口擴散葉片將氣流以近似45°吹送後，其動能將因空間的擴散作用以及流場停滯點等影響而逐漸衰減，到達呼吸帶位置時已趨於緩和之故。然整體空間不同取樣點仍可發現中央與長邊配置型態有較大幅度起伏的風速反應，而角落與短邊配置型態的速度起伏則較為緩和。
3. 回風口不同的配置型態對於室內空間等紊流強度的影響，在本場址所模擬的條件下亦如同等速度場無顯著的重大差異，主因在於局部紊流強度係為風速之波動變化程度，並以局部風速擾動之均方根值除以局部平均風速計算而得，故等紊流強度場的分析結果與其等速度場息息相關且有相當一致性的反應。
4. 從整體空間不同取樣點的風擊不滿意度 DR 值來看，以回風口角落配置的 DR 值最低，短邊配置型態的 DR 值次之，而以長邊配置及中央配置兩種型態較高。顯示回風口以角落或短邊配置的型態，可較長邊及中央配置的方式提供較佳的舒適性。
5. 無論何種型態的回風口配置，以等速度場與 DR 值的相關性最高，有較佳的線性正相關，等紊流強度場次之，而與等溫度場之相關性極低。

六、參考文獻

1. 江哲銘，建築通風性能式規範之研究，內政部建築研究所專題研究計畫(1999)。
2. ASHRAE, "Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy," ANSI/ASHRAE Standard 55, pp.7-8 (2004).
3. Olesen, B.W., "Guidelines for Comfort," ASHRAE JOURNAL, August (2000).
4. Chen, Q., "Comparison of Different k- ϵ Models for Indoor Air Flow," Numerical Heat of Transfer, Part B:28, pp.353-369 (1995).

5. 周伯丞，建築軀殼開口部自然通風效果之研究，博士論文，國立成功大學建築研究所，台南(2000)。
6. 王瑞金、張凱、王剛，Fluent 技術基礎與應用實例—CAD/CAM/CAE 實用技術，清華大學出版社，北京(2007)。
7. 虎門科技股份有限公司，Fluent 軟體使用說明書，Release: 6.3.26(2006)。
8. 內政部營建署，建築技術規則建築設計施工編第三百十五條第二項，旅館餐飲類建築物節約能源設計技術規範(2010)。

現實治療團體對於減重男大學生之飲食態度、身體意象與 完美主義之輔導效果研究-以明志科技大學為例

Research on the Effects of Eating Attitude, Body image and Perfectionism of Weight Controlled Male Undergraduates by Reality Therapy Group Counseling – As the Sample of Ming Chi University of Technology

朱漢璇

Han-Hsuan Chu

摘要

本研究旨在探討現實治療團體諮商對減重男大學生之飲食態度、身體意象與完美主義之影響。研究對象為明志科技大學之減重班學生，採不等組前後測設計，針對 BMI 值超過標準的減重男大學生，進行為期八週、每週一次及每次九十分鐘之現實治療團體。團體開始前對實驗組 18 名、控制組 23 名成員進行「飲食態度量表」、「身體意象量表」與「完美主義量表」前測。團體結束後，再對其實施「飲食態度量表」、「身體意象量表」與「完美主義量表」後測。將這三份量表所得分數輸入統計軟體 SPSS for Windows 12.0 處理，進行無母數 Mann-Whitney U test 考驗。本研究發現：現實治療團體諮商對於減重男大生飲食態度中的暴食行為有正向輔導效果。綜合研究結果，研究者提出建議，以作為往後輔導減重男大學生實務工作上的參考。

關鍵詞：現實治療團體、飲食態度、身體意象、完美主義、減重男大生

ABSTRACT

The main purpose of this study was to investigate the influence of eating attitude, body image and perfectionism of weight controlled male undergraduates with reality therapy in group counseling. This study adopted the nonequivalent pretest-posttest designs to investigate the students of weight loss programs from Ming Chi University of Technology. The weight controlled male undergraduates of BMI over standard level were treated with reality therapy in group counseling 90 minutes each week, for 8 weeks throughout the study. The 18 control group and 23 experimental group students do the test of the eating attitude test-26 (EAT-26), the multidimensional body-self relations questionnaire (MBSRQ-AS) and perfectionism scale before group counseling. After that, they did the test of EAT-26, MBSRQ-AS and perfectionism scale again. The researcher analyzed the data above with Mann-Whitney U test by SPSS for Windows 12.0. Reality therapy in group counseling can improve the eating disorder to the weight controlled male undergraduates from this study. It provided the reference for counseling weight controlled male undergraduates in the future.

Key words : reality therapy , eating attitude , perfectionism , weight controlled male undergraduates

1.緒論

大學男生正處於建立自我形象、親密關係，尋求社會認同，且在現代生活中充滿對肌肉健壯與花美男的關注，及近日因馬總統女婿蔡沛然而造成轟動的人魚線議題，讓男大生同儕間比較的壓力如影隨行，而對自我身體意象較在意之男大生容易造成自我滿意程度降低及影響自我肯定，對心理健康的潛在傷害不可輕忽。過去研究多是針對女性身體意象，少有針對男性之研究，近期研究指出男性也可能有負面身體意象的問題，但國內相關研究仍少。且個人對體型的知覺對飲食行為的影響力很大（林宜親，1998），其中自覺肥胖是飲食異常最重要的相關因子(Wichstrom, 1995)。Wlodarczk-Bisaga 與 Dolan (1996) 的研究對青春期中少年發現飲食行為異常組有知覺扭曲及體型不滿意的情形。牛娟、張紅靜、杜鵑 (2009)，研究顯示在中國大學生中飲食疾患症狀的出現和身體意象、完美主義傾向及體型焦慮密切相關，完美主義的個體常常將自己正常的體格缺陷嚴重化，或者是將正常的體格作為不完美的象徵，期望通過努力（如節食）來形成完美的體格，這就有可能導致飲食行為混亂。由國內外研究結果發現，青少年對身體意象的關注，與飲食態度以及身體健康息息相關。

近年來已經有許多關於身體意象的相關研究，但大多數的研究都是在做飲食疾患相關特質研究，以及對飲食疾患的可能治療方法。研究者查閱過去文獻，大多學者會使用認知行為治療針對飲食疾患，且效果不錯。然認知行為治療法與現實治療法有某部份的概念是類似的，例如：認知行為治療會使用「想法和感覺的連結」、「利用蘇格拉底的對話挑戰自動化想法」及「反覆的練習」於飲食疾患治療中，其概念與現實治療中「整體行為」、「自我評估的問句」、「每週檢視並調整計畫」、「WDEP 諮商循環歷程」的概念與想法是相似的。因此，欲協助減重男大生建立正向飲食態度、提升身體意象及降低完美主義，可藉由認知治療取向，然現實治療強調「實踐改變」與「選擇影響行為」，看重當事人的行動力且切實的協助當事人執行改變，並不

斷的進行計畫評估，直至當事人找到最有效的方法滿足自我需求；且認為當事人的困擾是來自於錯誤的行為選擇，這與研究者發現減重的學生需要選擇一個對自己有效且合乎健康的執行計畫並持續行動的概念不謀而合，過去研究較少以現實治療介入，故研究者擬設計現實治療團體諮商的方式介入，了解現實治療團體諮商對於減重男大生的輔導效果。

現實治療團體主要目的在溫暖、支持的團體氣氛中，滿足成員的歸屬感，並透過融洽的互動，協助成員學習面對現實，教導成員學習「WDEP」系統：協助成員探索個人優質世界，澄清其欲求(wants)、方向和行動(direction and doing)，且自我評估(evaluation)目前行動是否能達成欲求，加以擬定計畫與付出承諾(planning and commitment)的諮商循環過程(Glasser & Wubbolding, 1995)。以現實治療觀點來看減重男大生，現實治療取向心理師的任務就是協助減重男大生透過清楚的行為與結果的關聯評析，然後做一個好的選擇以滿足基本需求(Glasser & Glasser, 1989)。透過學習 WDEP 與現實治療概念，讓減重男大學生檢視自己的飲食態度、自我身體意象、完美主義等向度，對於偏差的飲食態度、負向的自我身體意象以及過度的完美主義重新做選擇，許下承諾並建立計畫與實際行動，過程不斷檢視與修正。

統整上述，本研究目的是嘗試以現實治療團體諮商，於協助減重男大學生，幫助其建立正確的飲食態度、提升身體意象的滿意度、以及降低其完美主義傾向。同時了解減重男大學生對現實治療團體諮商的反應，及現實治療團體諮商在大學校園實施的可行性。最後，依據研究發現，針對減重男大學生問題之矯治與預防提出具體建議，並且進一步提供輔導界實務工作者以及相關主題研究者作為參考。

2.文獻探討

2.1 減重者飲食態度相關研究

飲食疾患中較容易被忽略的為暴食症及狂食症。2002 年學者 Grilo 研究指出減重者當中約有三

分之一有暴食的問題，雖然大多數的暴食症患者沒有過重的問題，但是他們大多對於體重問題極度敏感，也因此經常尋求各種減肥的方法，只是他們的真正問題不在肥胖，對於體重的過度強調反而會惡化他們的症狀。狂食症也和暴食症一樣，有反覆出現暴食的現象，從診斷標準可以看到，狂食症患者不會有代償行為，以至於他們大多有肥胖的狀況。有關狂食症的流行病學資料比較不成熟，2002 年學者 Yanovski 的研究發現在一般成人當中 3% 有狂食症，在肥胖者當中有 8%，在大學醫院的肥胖門診個案中則有高達 20% 到 40% 的盛行率，狂食症的男女流行比率較為相當，約為 1 比 1.5（女比男多）。狂食症患者因為沒有催吐等代償行為，比較無法確定狂食的次數，他們傾向在一整天當中多次的進食，DSM-IV 在定義時以天數取代次數。許多患者報告他們的狂食常常因為焦慮或憂鬱等情緒所引起，有些人則表示狂食可以減輕內心的壓力。在體重方面，到減肥門診求助的狂食者，比起沒有狂食的個案，平均較重而且過去體重的起伏也較劇烈。1993 年早期的國外研究指出在肥胖族群當中有 20% 到 30% 有暴食或狂食的行為 (Fairburn, Marcus, Wilson, 1993)。比起體重相當，但沒有狂食的肥胖者，狂食症患者有比較多的情緒精神問題，主要仍是憂鬱症與焦慮症，但是其發生的比率沒有暴食症患者高。簡言之，減重男大學生之中，或許隱藏有飲食疾患傾向的飲食偏差行為。

暴食症是越來越常見的飲食行為疾患，患者通常不會直接找精神科醫師治療，減肥門診、肥胖醫學的專家可能最常遇到這類患者。狂食症是相對新的疾病，它與肥胖之間的關係，以及對它最有效的療法，都有待更多研究來釐清，故本研究選擇以減重男大學生為研究對象。

2.2 減重者身體意象相關研究

身體意象是自我的一個象徵，個人對自己身體的看法就是身體意象。青少年對自己身體的看法除個人感受外，同時也受到生活中重要他人之反應及社會外在因素交互作用，並進而影響個人的行為。身體意象是一種「主觀的經驗」(subject

experience)；即雖然牽涉到生理的外觀，實際上卻是心理的認知現象。我們如何把自己身體的這一幅畫面 (picture)，轉換成心智上的印象 (impression)，這就是身體意象。擁有正面身體意象的人才可能有正面的自我意象 (許佑生, 2003)。Fisher (1990) 認為，身體意象是個體對於自己身體的知覺 (perceptions)、想法 (thoughts) 以及感受 (feelings)。Schilder 於 1950 年深入探討個體對於自己身體的覺察與體驗，也特別注意身體意象的本質；他將身體意象定義為，個體心中對於自己身體的描繪，其主要是在潛意識中形成的，但仍與日常生活中的活動有關，例如：買衣服時身體意象就會影響選購時的決定。張錦華 (1998) 研究對身體意象的解釋「個人是如何看待和評估身體的自我」，可由個人對體重的滿意、對外表的自尊、期望體重與理想體重的差距等作為測量的指標。Sheryl 與 Marita 在 1997 年將身體意象的組成分為身體意象知覺 (perceptual) 和身體意象態度 (attitudinal) 兩個部分，身體意象知覺主要是反應個人對身體的大小、體型和外貌的感覺；身體意象態度則指個人對其身體整個外型與身體功能的滿意程度。綜上所述，身體意象的內涵是多元的。

Cash 與 Green (1986) 發現有 34% 的男性及 38% 的女性對自身外表不滿意。儘管男性對於自身身體意象的評價不如女性來得苛刻，但男性亦不能完全免除身體意象所可能帶來的心理與社會壓力。研究結果指出，男性對於自己身體不滿意的程度有日漸增高的趨勢 (Cash & Brown, 1989)，並有超過四分之一的男大學生對於其肌肉、軀體、上半身與下半身感到不滿意 (Donaldson, 1996)。2007 年王正松、王建興與王美珍針對 984 位北部大專學生研究發現，男大學生於體能取向與身體各部位滿意度兩身體意象構面上之評價高於其女性同儕，但男大學生在身體意象量表中的外表取向、疾病適應與過重關注等三構面上的自我評價低於其女性同儕。綜上所述，表示不管是男性或女性對自身外表不滿意的程度有增加趨勢，且在減重男大生中亦是不可忽略的議題。

綜合上述定義，本研究認為的身體意象為對於身體我之評價、認知和行為的態度傾向，包括評價、感受和關注；也就是一個人如何看待自己的身體，個體對這個身體的感覺以及在這個身體裡面的感覺是什麼。

2.3 減重者之完美主義相關研究

完美主義是人格特質，也是一種思考的型態，其最主要的特性是凡事要求盡善盡美，也就是在個性中具有「凡事追求盡善盡美的極致表現」之傾向。本研究主要以 Hewitt 與 Flett (1991) 對完美主義的定義，這兩位學者將完美主義分成三個向度，分別為：1.自我取向完美主義，指個人為自己設定嚴格的標準，並以此標準進行嚴厲的自我評價，也會因害怕失敗而極力避免出錯，且容易自我責備。2.他人取向完美主義，意指個人在人際互動的過程中，以不盡合理的標準要求他人有完美的表現，也容易因此責備他人而產生人際問題。3.社會期許完美主義，指個人覺知到重要他人對自己有高度的標準及期許，盡力去符合這些標準及期許，以獲得重要他人的正面評價和喜愛讚賞。如上所述，自我取向完美主義著重於完美主義者的「自我」層面，其完美主義標準及要求對象皆是朝向自己。而他人取向完美主義及社會期許完美主義則皆著重於「人際」層面，所不同的是「他人取向完美主義」的完美標準來自於自己，而要求對象是重要他人或其他生活周遭的人；「社會期許完美主義」的完美標準則是源自重要他人，要求自己達到重要他人的標準，比較容易主觀認為重要他人對自己要求完美。這三種完美主義向度之建構效度已獲得支持，且被許多研究者用以連結與不同人格結構與行為之關係。

對於預測飲食疾患的產生，完美主義被視為一種顯著的個人特質對於預測飲食疾患傾向產生，研究中也證明完美主義與飲食疾患有高度相關 (Sherry, Hewitt, Besser, McGee, & Flett, 2004) 研究支持自我取向完美主義與社會期許完美主義與一般飲食病理症狀有高度的相關 (Hewitt, Flett, & Ediger, 1995; Sherry et al., 2004)。Hewitt、Flett 與

Ediger(1995)發現厭食症傾向與態度是為追求自己設定的不合理的標準(就是自我取向完美主義)，而混亂的飲食行為是為符合他人所設立的標準(社會期許完美主義)。研究顯示自我取向完美主義與社會期許完美主義皆可以預測一般性飲食疾患症狀(例如：節食，對食物的關注)，Sherry 等人(2004)發現這兩種完美主義與一般性飲食疾患症狀的相關是有差異的，自我取向完美主義與追求瘦的動機是有相關的，而社會取向完美主義與身體意象偏差相關。綜合上述研究，飲食疾患傾向的人，對瘦的渴望心理就是一種完美主義心態，愈高的完美主義將可能導致更嚴重的飲食疾患。

綜上所述，飲食疾患對於吃東西有著非常僵化與思考與規矩，例如：厭食症，個案會企圖以飢餓的方式來維持非常瘦的體重，對於發胖有非常深的恐懼，所以對於其認為會發胖的食物會堅持不吃，並且否認自己的體重過輕；然而暴食症，個案會在一段時間內毫無節制的暴飲暴食，除此之外會利用各種不同的策略行為來補償自己吃得過多，如催吐、吃瀉藥、吃利尿劑或過度運動等，如此僵化的標準與飲食習慣，與完美主義的特點不謀而合。

2.4 現實治療團體之相關研究

目前已經有許多的實證研究肯定現實治療法的輔導效果，它被廣泛性的運用在各種領域。現實治療法對於青少年問題與社會不良適應者的治療或與輔導均有所成效 (劉焜輝, 1987)。現實治療團體主要目的在溫暖、支持的團體氣氛中，滿足成員的歸屬感，並透過融洽的互動，協助成員學習面對現實，並教導成員學習 WDEP 概念，進而採取可行的計畫來改善自己的問題。現實治療取向心理師的任務就是協助青少年透過清楚的行為與結果的關聯評析，然後做一個好的選擇 (Glasser & Glasser, 1989)。國內學者鄭雪伶 (2006 以現實治療的輔導方案，針對大學生進行研究，以準實驗設計方式，將 68 名身體意象不滿的女性大學生分派至實驗組與控制組，實驗組進行每週一次，共 7 次之現實治療團體諮商；控制組皆不予以處理，研究結果發現現實治療團體諮商對身體意象不滿的女性

大學生「身體意象總表」上有顯著的立即、追蹤輔導效果。葉靜君（2003）以類實驗設計（Quasi-Experimental Research Design）的方式，將50位北部某大學有網路成癮傾向的大學生隨機分成實驗組與控制組一、控制組二，並針對實驗組設計一個8次的現實治療團體方案，為控制組一設計休閒娛樂團體，控制組二則不做任何處理。研究顯示，現實治療團體對網路成癮傾向的大學生在憂慮、焦慮、內、外控以及網路成癮嚴重程度的改善上，具有顯著的輔導效果。從上述研究可以了解現實治療在大學生的應用上亦有成功的輔導成效。在國外研究方面也顯示現實治療應用在大學生身上具有部分的輔導成效。Chang（1995）以217位台灣大學生為對象，實施現實治療團體諮商及教導現實治療理念的學習課程，研究發現現實治療團體諮商與課程對於提升學生自我概念、控制信念與選擇更有效的行為來滿足心理需求的介入輔導，具有立即性與長期性的效果。歸納上述研究可以了解，大多研究都是以現實治療方案、課程介入進行研究，可以顯示現實治療具有實際操作的應用特質，相當符合現實治療對於「實踐」的強調。

綜合上述探討，可以瞭解現實治療在輔導實務的應用，有相當多的實證研究，且主題範圍與研究對象的應用都相當廣泛。主題的部分包括身體意象、自我概念、自尊、自我效能、人際關係、網路成癮。特別是現實治療對於青少年，以及在校園的研究更是具有普遍應用的特性。不過到目前為止國內並無針對飲食態度的相關主題進行介入輔導，對於這方面的輔導成效仍是未知，因此希望透過本研究能夠增進現實治療對於提升個體正向飲食態度、身體意象滿意度以及完美主義效果的瞭解。本研究以大學階段的青少年為研究對象，基於現實治療廣泛的應用性，藉由現實治療諮商團體以輔導減重男大學生飲食態度、身體意象、完美主義，期望對於此一發展階段的青少年輔導工作能有所助益。

2.5 名詞解釋

(1)、飲食態度異常

飲食疾患（eating disorders）一詞通常用來描

述不正常的飲食型態，如厭食症和暴食症與其他未註明之飲食異常（Grogan, 1999）。本研究所指的飲食態度異常是指可能會產生暴食症飲食問題及不健康飲食習慣之態度、信念以及在行為上所展現出來的基本特徵。本研究採用陳宇平、陳信昭、蔡政潔在2008年翻譯自Garner和Garfinkel（1981）所發展的飲食態度量表（eating attitude test-26; EAT-26），來評定減重男大學生飲食態度異常的程度。台灣過去研究沿習國外研究用20分作為篩選高危險群之切截點。2008年陳宇平等人對於台南市高中生為對象，以臨床診斷作為黃金標準進行效度檢測，發現當EAT-26切截點為21時呈現更加之敏感度、特異度與鑑別效度，故本研究以21分為切截分數檢視成員飲食態度異常程度。

(2)、身體意象

身體意象（body image）泛指個人對自己身體各部位的一種主觀性、綜合性、或評價性的概念。身體意象是對於身體我之評價、認知和行為的態度傾向，包括評價、感受和關注（Much, & Cash, 1997）。本研究使用之「身體意象」量表，是以國內學者尤媽媽（2002）依據Muth與Cash（1997）的多向度身體和自我關係問卷（multidimensional body-self relations questionnaire; MBSRQ）中與外表相關的量表（appearance scale, 簡稱MBSRQ-AS）來施測，包括外表評價、外表取向、身體各部位滿意度等三個層面。在本研究中，各分量表分數愈高表示對自己的身體意象愈正向或愈滿意，反之分數愈低表示對自己的身體意象愈負向或愈不滿意。

(3)、完美主義

完美主義（perfectionism）係指個體為自身的行為或表現設定極端的高標準，凡事追求盡善盡美，極度在意錯誤，以致於完全依據表現成果嚴厲評價自我的一種傾向。本研究採用Hewitt與Flett（1991）所提出由人際關係的向度來界定完美主義。其中包含三個向度的完美主義，分別是：（1）自我取向完美主義：自我要求甚嚴、為自己設定極高的目標、嚴格評價自己的表現。（2）他人取向完美主義：嚴厲要求重要他人（significant others）、

為重要他人訂定極高的目標、對重要他人有不切實際的期望。(3) 社會期許 (socially-prescribed) 完美主義：認為他人會嚴厲的要求自己、他人對自己有完美的要求、他人要求自己達到其所設定的極高標準。在本研究中，各分量表分數愈高表示完美主義程度愈高，反之，分數愈低表示完美主義程度較低。

(4)、現實治療團體諮商

本研究之「現實治療團體諮商」(reality therapy group counseling) 係指以現實治療法為理論基礎，依研究對象之需要，所編擬的團體諮商方案。讓研究對象對於身體意象有進一步的自我覺察，瞭解自己優質世界的身體意象，並運用 WDEP 概念於團體中，讓研究對象學習正向的飲食態度，降低個人的完美主義，發展成員的正向身體意象，進而接受、喜愛自己的身體。內容將分成八個單元，每單元 90 分鐘，每週進行一單元，共進行八週，以團體諮商方式進行，經專家修訂、指導教授認可後實施。

3.研究方法

3.1 研究設計

本研究之目的在探討現實治療團體諮商對減重男大學生之飲食態度、身體意象及完美主義之輔導效果。研究分實驗組與控制組兩組，兩組均於團體前進行前測測量，待進入團體諮商之後，擬訂實驗組每週接受 1.5 小時，共 90 分鐘，總共八次之現實治療團體諮商方案。另外的控制組，則未接受任何團體治療處理，並同時於團體結束後當週進行後測測量。本研究採取「實驗組控制組前、後測」準實驗設計 (Quasi-Experimental Designs)，於團體諮商進行前，二組成員皆接受「飲食態度量表」、「身

體意象量表」與「完美主義」之成績為前測；並於團體進行至最後一週時，兩組成員均接受上述三份量表之成績為後測。

3.2 研究對象及場域

本研究擬探討現實治療團體諮商對減重男大學生輔導成效研究，以參加減重班之大學男生為研究對象，該減重班學生 BMI 值均超過標準，減重班課程維持八週，其中包含營養及運動相關課程。以大學生為對象，研究場所即在大學校園之學生輔導/諮商中心的團體諮商室。

3.3 研究工具

3.3.1 團體方案設計

依據現實治療團體階段表，研究者設計出一團體方案，協助減重男大生，對於飲食態度與身體意象的自我覺察，瞭解自己優質世界的身體意象，並運用 WDEP 概念於現實治療團體中，讓成員降低個人過度完美主義的信念，發展成員的正向身體意象，進而接受自己的身體。因此團體方案設計的理念如下 (表 1)：

- (1)、覺察負向的飲食態度以及負向的身體意象、過度的完美主義。
- (2)、培養正向的飲食態度以及學習正向的態度看待自我的身體意象。
- (3)、提升對身體意象的態度與降低過度的完美主義。

表1 減重男大學生現實治療團體諮商方案設計綱要

單元 次數	單元名稱	單元目標	活動內容	現實治療 理論精神
一	團體形成認識 你我	1.認識彼此 2.澄清團體目標、期待 3.建立團體信任度與凝聚力 4.協助成員了解五大需求，探求成員最想 滿足的需求	1.認識彼此 2.先介紹現實治療中的五大需求，請成員運用五 大需求作自我介紹(來到這團體對你而言是屬於 五大需求的哪一向度?) 3.制訂規範	1.建立共融關係 2.認識五大需求
二	覺察自我身體 意象與完美主 義，探討整體 行為	1.簡短重述團體目標 2.協助成員覺察自我理想的身體意象、完 美主義程度 3.介紹整體行為，且引導成員釐清自己的 整體行為	1.畫自我理想中得身體曲線，請其他成員描繪真 實的曲線 2.讓成員覺察自己的身體意象與完美主義	1.建立共融關係 2.整體行為
三	釐清整體行為 並探求另一種 選擇	1. 引導成員探索飲食偏差的基本需求因 素 2. 協助成員覺察自我了解與WDEP關係 3.介紹 SAMIC 特性，擬定並確實執行具體 可行的改善計畫加以執行	1.透過繪本「牛美女要減肥」，讓成員問自己不斷 的逼迫自己瘦，而危及健康這樣值得嗎? 2.檢視成員目前的整體行為	1.建立共融關係 2.五大需求 3.整體行為
四	評量式性問句 正向資源	1. 協助成員建立自己的支持系統 2. 了解學習前以及學習後的改變 3.覺察自我以及內在需求 4.運用 WDEP 概念，擬定具體可行的改變 計畫，並予以承諾做到	1.透過「失落的一角」繪本--- (1)本身所擁有的資源是什麼?用小卡寫出來， 帶在身邊隨時鼓勵自己。 (2)想追求什麼讓自己的生命更趨於完滿? (3)你做了什麼努力來追求自己想要的東西?得 不到的時候，你會如何面對? 2.再次運用 WDEP 概念，擬定具體可行的改變計 畫，並予以承諾做到。	1.優質世界 2.整體行為 3.WDEP

朱漢璇 現實治療團體對於減重男大學生之飲食態度、身體意象與完美主義之輔導效果研究
-以明志科技大學為例

五	建立具體可行的計畫，累積成功經驗	<ol style="list-style-type: none"> 1. 成員自我評量達成目標的狀況與感受 2. 繼續運用WDEP，達到成功認同 3. 彼此回饋分享，提升對於身體意象的自我態度 	<ol style="list-style-type: none"> 1.持續進行計畫或調整計畫 2.成員的相互回饋支持 	<ol style="list-style-type: none"> 1.整體行為 2.五大需求 3.WDEP 4.成功認同
六	累積成功經驗，成功認同	<ol style="list-style-type: none"> 1.檢視成員上週計畫的執行情形，並引導成員自我評估 2.成員相互鼓勵並增強行動力 3.持續運用 WDEP 概念，使其計畫的達成 	<ol style="list-style-type: none"> 1.請成員自由發表上週計畫實行的成果： (1) 有沒有發現生活有什麼不一樣？ (2) 身邊的人有沒有發現你的不同？ (3) 感覺如何？ (4) 下一步要怎麼做？ (5) 我現在作的事能幫助我得到我想要的嗎？ 	<ol style="list-style-type: none"> 1.整體行為 2.五大需求 3.WDEP
七	累積成功經驗，成功認同	<ol style="list-style-type: none"> 1.檢視成員上週計畫的執行情形，並引導成員自我評估 2.成員相互鼓勵並增強行動力 3.持續運用 WDEP 概念，使其計畫的達成 	<ol style="list-style-type: none"> 1.作些事情取代所有注意力在身體意象上，放鬆呼吸練習。 2.持續進行計畫或調整計畫 3.成員的相互回饋支持 	<ol style="list-style-type: none"> 1.整體行為 2.五大需求 3.WDEP
八	說再見和再接再厲	<ol style="list-style-type: none"> 1.協助成員回顧前七次團體的經驗與學習 2.引導成員對未來的建構，並可朝向目標前進 3.鼓勵成員將所學應用於日常生活中 4.共同見證成長，迎向新的未來 	<ol style="list-style-type: none"> 1.回顧成員重要表現 2.再進行一次描繪身體曲線的活動 	<ol style="list-style-type: none"> 1.整體行為 2.五大需求 3.優質世界 4.WDEP

3.3.2 研究工具

根據研究目的，本研究之研究工具主要「飲食態度量表」、「身體意象量表」與「完美主義量表」，依照量表內容、填答方式及計分方式與信效度分述如下：

(1)、飲食態度量表

飲食態度量表 (eating attitude test; EAT-26) 是最常被使用且接受的測量飲食異常之病理性態度、與食物、體重相關行為等症狀 (symptoms) 的工具 (Dancyger & Garfinkel, 1995; Garner, 1995)。EAT-26 分數高不代表就是罹患飲食異常，還需要進一步的診斷，在一般非臨床樣本的研究上，EAT-26 是用來偵測飲食異常高危險群的篩檢工具 (Garner & Garfinkel, 1981)。

本量表為 6 點量表，量表正向題的三個選項「完全不符合」、「20%符合」、「40 符合」為 0 分，另「60%符合」、「80%符合很常」、「100%符合」之三個選項，依序給 1 分、2 分、3 分，所以每題得分為 0-3 分，故總分為 0 到 78 分，得分越高表示飲食行為越傾向異常，得分大於等於 21 分者具有病理性 EAT 分數，為飲食疾患高危險群。EAT-26 因素分析的結果，得到三種題目類別：1. 節食 (dieting)；2. 暴食和食物偏見 (bulimia and food preoccupation)；3. 口腔控制 (oral control)，可以解釋 40.2% 的變異量。過去 EAT-26 以 20 分為切點時，鑑別臨床診斷上的飲食異常患者和正常人的敏感度及特異度都很高，鑑別診斷率 83.6% (Garner, Olmsted, Bohr, & Garfinkel, 1982)。

EAT-26 是區辨非臨床群體異常飲食行為者與正常飲食行為者，具有良好效度的工具。以 EAT 為工具來調查異常飲食行為傾向的研究很多 (陳玉欣, 1999; Stein, Meged, Bar-Hanin, Blank, Elizur, & Weizman, 1997; Wlodarczyk-Bisaga & Dolan, 1996; Miller, Verhegge, Miller, & Pumariega, 1999)，結果也證實 EAT 是具有良好信效度的工具。根據 Garner et al. (1982) 比較厭食症及一般女大學生所得的結果，EAT-26 的內在一致性 α 值分別為 0.90 及 0.83；根據陳玉欣 (1999) 調查我

國國中生的結果顯示，依不同的性別、年級、和學校來看， α 值介於 0.78 至 0.82 之間，再測信度之 r 值則介於 0.63 至 0.80 之因此，不論在國內外，EAT-26 都具有良好的信度。

(2)、身體意象量表

本研究所使用之「身體意象」量表，是以尤媽媽 (2002) 根據 Cash 等人 (1986) 所編製之「多向度自我身體相關問卷 (multidimensional body-self relations questionnaire, 簡稱 MBSRQ)」，加以翻譯修訂之量表，為主要研究工具。本量表共有三個分量表，分別為：外表評價、外表取向、身體各部位滿意度等分量表，題目共計 27 題。身體意象量表之計分方式是參照國內學者賈文玲之研究，所訂定之計分標準。本量表之類別與計分方式分述如下：

- 外表評價：1~7 題，計 7 題，採五點計分，由非常不同意 (1 分) 到非常同意 (5 分)，其中 6、7 題為反向題，反向題則採反向計分。各題之分數愈高，表示愈滿意自己的外表。此部分依據尤媽媽 (2002) 的研究所測得之信度為 .79。
- 外表取向：8-19 題，計 12 題，採五點計分，由非常不同意 (1 分) 到非常同意 (5 分)，其中 13、15、16、18 題為反向題，反向題則採反向計分。各題之分數愈高，表示愈在乎自己的外表。此部分依據尤媽媽 (2002) 的研究所測得之信度為 .85。
- 身體各部位滿意度：20-27 題，計 8 題，由非常不同意 (1 分) 到非常同意 (5 分)，各題之分數愈高，表示愈滿意自己的身體部位。此部分依據尤媽媽 (2002) 的研究所測得之信度為 .77。

(3)、完美主義量表

本研究所使用的多向度完美主義量表是由楊美華 (2005) 根據 Hewitt 與 Flett (1991) 所提出之完美主義概念所修訂的的完美主義量表，其 α 值介於 0.78 至 0.8 之間。此量表包含三個部份 (1) 自我取向的完美主義：自我要求甚嚴，為自己訂立極高的目標、嚴格的評價自己的表現、個體努力將所有

事情做得盡善盡美，對自己有很高的期望。(2) 他人取向的完美主義：嚴厲的要求重要他人 (significant others)、為重要他人訂立極高的目標、對重要他人有不切實際的期望、期望他人完美無缺，對他人的錯誤和不盡力完美之處感到不安。(3) 社會期許的完美主義：認為他人會嚴厲的要求自己(「自己」是指完美主義者)、他人對自己有完美的要求、他人苛求自己達到其所設立的極高標準、個體盡力去滿足別人對他的期望，生怕別人對他失望。而每一個部份皆再區分為適應性與適應不良完美主義，適應性完美主義有較彈性與合理的預期與標準，其成就動機來自於希望獲得正向回饋，且關注於本事情做好。而適應不良完美主義對行動懷疑、不確定、而有緊張焦慮的態度，無法從中獲得滿足與愉悅，選擇性注意失敗，並避免失敗，失敗就代表全面否定。故交叉而成六個分量(1)自我要求型適應性完美主義(2)自我要求型適應不良完美主義(3)社會要求型適應性完美主義(4)社會要求型適應不良完美主義(5)要求他人型適應性完美主義(6)要求他人型適應不良完美主義，本量表為六點量表，6分為完全符合自我敘述，1分為完全不符合，計分方式是依序從1-6分。本量表之類別與計分方式分述如下：

- 自我要求型適應性完美主義：第 2、17、19、24、30、32 題，計 6 題，各題之分數愈高，表示對自我要求愈高，自我完美主義愈高，且其行動有合理的確信與從容的態度，個案可以從中獲得滿足與喜悅。
- 自我要求型適應不良完美主義：第 11、15、20、22、25、31 題，計 6 題，各題之分數愈高，表示對自我要求愈高，自我完美主義愈高，較易緊張焦慮，且選擇性注意失敗。
- 社會要求適應性完美主義：第 4、5、12、14、34、36 題，計 6 題。各題之分數愈高，表示認為他人對自己完美的要求愈高，與傾向去符合他人完美要求，且其行動有合理的確信有從容的態度，可以從中獲得滿足與喜悅。

- 社會要求適應不良完美主義：第 1、8、16、18、21、27 題，計 6 題。各題之分數愈高，表示對他人要求愈高，對他人要求完美主義愈高，較易緊張焦慮，且選擇性注意失敗。
- 要求他人型適應性完美主義：第 6、9、10、23、26、29 題，計 6 題。各題之分數愈高，表示對他人要求愈高，對他人要求完美主義愈高且行動有合理的確信有從容的態度，可以從中獲得滿足與喜悅。
- 要求他人型適應不良完美主義：第 3、7、13、28、33、35 題，計 6 題。各題之分數愈高，表示對他人要求愈高，對他人要求完美主義愈高，較易緊張焦慮，且選擇性注意失敗。

在本研究中，各分量表分數愈高表示完美主義程度愈高，反之分數愈低表示完美主義程度較低。

3.4 資料處理

本研究將「飲食態度量表」、「身體意象量表」及「完美主義量表」所得之分數輸入統計軟體 SPSS for Windows 12.0 處理。本研究採不等組前、後以及追蹤測的準實驗設計，因樣本數較小，採用無母數 Mann-Whitney U test，先求出控制組與實驗組的等級平均數與等級總和，以進行兩組在前測、後測結果之比較。根據 Mann-Whitney U test 中的檢定統計量來比較實驗組與控制組之前後測結果，進行檢定各項研究假設是否獲得支持，並驗證實驗處理的有效性。

4. 研究結果

(1)、飲食態度輔導效果分析

實驗組與控制組受試者在「飲食態度量表」及其各分量表前、後測得分情形如表 2 所示。可以看出本研究之實驗組及控制組飲食態度總分均未超過 21 分，表示本研究之所有成員其飲食態度均未達飲食態度異常之切節分數。

表2 「飲食態度量表及各分量表」前後、測得分之平均數與標準差

		實驗組 (18人)		控制組 (23人)	
		平均數	標準差	平均數	標準差
飲食態度量表	前測	12.83	5.81	12.30	5.83
	後測	17.94	7.42	13	6.96
節食分量表	前測	8.83	4.36	8.17	4.34
	後測	11.28	5.54	8.27	5.03
暴食及對食物的關注分量表	前測	2.50	2.62	2.74	2.60
	後測	2.56	2.18	2.68	2.38
進食控制分量表	前測	1.50	1.29	1.39	1.34
	後測	4.44	2.54	2.05	1.76

實驗組與控制組在「飲食態度量表」、「節食分量表」及「進食控制」前測與後測之間得分差異，所進行的無母數檢定考驗，結果如表 3 所示。

表3 「飲食態度量表及相關分量表」前、後測得分之無母數定摘要表

	組別	等級 平均數	等級 總和	Mann-Whitney U 統計量	Wilcoxon W 統計量	Z檢定	漸進顯著性 (雙尾)
飲食態度量表	實驗組	25.97	467.50	117.500	393.500	-2.354	.019*
	控制組	17.11	393.50				
節食分量表	實驗組	24.78	446.00	139.000	415.000	-1.793	.073
	控制組	18.04	415.00				
暴食及對食物的關注分量表	實驗組	21	378.00	207.000	483.000	.000	1.00
	控制組	21	483.00				
進食控制分量表	實驗組	26.61	479.00	106.000	382.000	-2.686	.007*
	控制組	16.61	382.00				

* $p < .05$

從表 3 可看出，實驗組與控制組在「飲食態度量表」之後測差異達顯著 ($U=117, p < .05$)，顯示出實驗組在實驗處理後其飲食態度量表總得分顯著高於控制組，且「進食控制分量表」之後測差異達顯著 ($U=106, p < .05$)。即兩組在實驗處理後，實驗組的飲食態度反而是變得針對進食更加注意，更加關注自己吃進食物的多寡、熱量與健康性。

(2)、身體意象輔導效果分析

實驗組與控制組受試者在「身體意象量表」前、後測得分情形如表 4 所示。可以看出實驗組成員與控制組成員在「身體意象量表」、「外表評價分量表」、「身體各部位滿意度分量表」立即後測的得分均呈現分數上升情形；實驗組與控制組成員在「外表取向分量表」立即後測得分呈現下降情形。至於實驗組分數改變狀況是否有達到統計上的顯

著性，仍需進一步考驗方能得知。

表4「身體意象量表」前、後測得分之平均數及標準差

		實驗組 (18人)		控制組 (23人)	
		平均數	標準差	平均數	標準差
身體意象量表	前測	73.78	7.84	76.43	12.24
	後測	80.33	10.82	78.17	15.68
外表評價分量表	前測	13.78	3.67	15.52	4.78
	後測	17.22	5.21	18.09	5.34
外表取向分量表	前測	51	41.17	41.39	7.73
	後測	41.67	7.55	39.65	8.48
身體各部滿意度 分量表	前測	18.83	3.15	19.52	4.31
	後測	21.44	3.75	20.43	5.53

實驗組與控制組在「身體意象量表」、「外表滿意度分量表」、「外表評價分量表」、「外表取向分量表」及「身體各部為滿意度分量表」前測與後測之間得分差異，所進行的無母數檢定考驗，結果如表 5 所示。

表5身體意象量表」、「外表評價分量表」、「外表取向分量表」及「身體各部為滿意度分量表」前、後測得分之無母數檢定摘要表

	組別	等級	等級	Mann-Whitney	Wilcoxon	Z檢定	漸進顯著性
		平均數	總和	U 統計量	W 統計量		(雙尾)
身體意象量表	實驗組	22.69	408.50	176.500	452.500	-.145	.885
	控制組	19.67	452.50				
外表評價分量表	實驗組	20.69	372.50	201.500	372.500	-.777	.437
	控制組	21.24	488.50				
外表取向分量表	實驗組	22.64	407.50	177.500	453.500	-.753	.452
	控制組	19.72	453.50				
身體各部為滿意度分 量表	實驗組	22.58	406.50	178.500	454.500	-.802	.423
	控制組	19.76	454.50				

* $p < .05$

從表 5 可看出，實驗組與控制組在「身體意象量表」及各分量表之後測差異未達顯著，顯示出實驗組在實驗處理後其身體意象量表得分是未高過於控制組。

(3)、完美主義輔導效果分析

實驗組與控制組受試者在「完美主義量表」前、後測得分情形如表 6 所示。可以看出實驗組成員與控制組成員在「自我要求型適應性完美主義」、「自我要求型不適應性完美主義」、「社會要求型適應性完美主義」、「社會要求型不適應性完美主

義」、「要求他人型適應性完美主義」立即後測的得分均呈現分數下降情形。至於實驗組分數下降情形是否有達到統計上的顯著性，仍需進一步考驗方能得知。

表6「完美主義」前、後測得分之平均數及標準差

		實驗組 (18人)		控制組 (23人)	
		平均數	標準差	平均數	標準差
自我要求型適應性完美主義分量表	前測	25.56	3.82	24	3.79
	後測	24.17	3.65	23.65	3.88
自我要求型不適應性完美主義分量表	前測	21.94	3.46	21.57	3.73
	後測	20.61	3.43	20.17	4.56
社會要求型適應性完美主義分量表	前測	26.28	3.21	24.78	3.04
	後測	24.33	3.58	23.74	3.71
社會要求型不適應性完美主義分量表	前測	24.94	4.13	23.30	3.85
	後測	23.11	4.35	22.09	3.22
要求他人型適應性完美主義分量表	前測	23.16	3.88	23.13	3.45
	後測	22.78	4.25	22.35	3.56
要求他人型不適應性完美主義分量表	前測	19.83	4.21	19.65	4.17
	後測	21.17	3.80	18.74	3.63

實驗組與控制組在「自我要求型適應性完美主義分量表」、「自我要求型不適應性完美主義分量表」、「社會要求型適應性完美主義分量表」、「社會要求型不適應性完美主義分量表」、「要求他人型適應性完美主義分量表」、「要求他人型不適應性完美主義分量表」前測與後測之間得分差異，所進行的無母數檢定考驗，結果如表 7 所示。

表7：「完美主義量表」、「自我要求型適應性完美主義分量表」、「自我要求型不適應性完美主義分量表」、「社會要求型適應性完美主義分量表」、「社會要求型不適應性完美主義分量表」、「要求他人型適應性完美主義分量表」、「要求他人型不適應性完美主義分量表」前、後測得分之無母數定摘要表

	組別	等級	等級	Mann-Whitney U 統計量	Wilcoxon W 統計量	Z檢定	漸進顯著性 (雙尾)
		平均數	總和				
自我要求型適應性完美主義分量表	實驗組	21.83	393.00	192.00	468.000	-.396	.692
	控制組	20.35	468.00				
自我要求型不適應性完美主義分量表	實驗組	22.03	396.50	188.500	464.500	-.488	.625
	控制組	20.20	464.50				
社會要求型適應性完美主義分量表	實驗組	22.22	400.00	185.000	461.000	-.581	.561
	控制組	20.04	461.00				
社會要求型不適應性完美主義分量表	實驗組	22.64	407.50	177.500	453.500	-.778	.436
	控制組	19.72	453.50				
要求他人型適應性完美主義分量表	實驗組	21.58	388.50	196.500	472.500	-.277	.782
	控制組	20.54	472.50				

要求他人型不適應性完美主義分量表	實驗組	25.93	465.00	120.000	396.000	-2.302	.021*
	控制組	17.22	396.00				

* $p < .05$

根據表 7 顯示，實驗組在實驗處理後在適應性完美主義分量表得分上均未顯著高於控制組，且在不適應性完美主義分量表得分亦未顯著低於控制組，顯示兩組在完美主義量表上的得分無差異，故研究假設未獲得支持；反而實驗組於「要求他人型不適應性完美主義分量表」的後測得分還顯著高於控制組，顯示實驗處理後，實驗組對他人要求變高，容易因為他人的行為舉止不符合自我理想，而較易產生緊張焦慮，且選擇性注意他人失敗。

5. 討論與建議

5.1 討論

(1)、飲食態度量表得分具有顯著差異，但為實驗組得分高過於控制組，未呈現正向輔導效果

(1.1)、減重班營養課程介入因素

本研究成員來自於減重班學生，在減重班八週課程中，隔週隨即有營養師個別督導成員飲食記錄，監控成員飲食狀況，並提供相關營養資訊，故不僅實驗組成員在團體時針對飲食狀況討論，控制組也在營養師的監督下獲得正向的飲食態度以及正確的減肥營養資訊，故在實驗處理後，兩組飲食態度量表得分均同時下降，同時表現正向的飲食態度，但差異未達顯著水準。

(1.2)、飲食態度轉變未顯示於量表得分上

本研究是以 EAT-26 飲食態度量表總分來看成員飲食態度狀況，若以 EAT-26 量表最後的行為檢核，來檢視成員的飲食態度，在前測量表中實驗組有 10 位成員有一個月 2-8 次的無法控制的暴飲暴食狀況、控制組有 12 位。顯示，研究成員飲食態度較多為暴食狀況。然而後測暴食狀況，一個月內有 2-8 次無法控制的暴飲暴食狀況實驗組下降至 3 位、控制組仍維持 12 位。顯示實驗組成員針對暴食的飲食態度狀況有所改善，但這一部份無法顯示於量表得分上。

由上述可知，團體歷程中與成員討論「分辨情緒性和生理性的飢餓」是有效果的，實驗組成員知道當想利用進食來彌補心理的需求時，特別是傷心、憤怒、開心、沮喪、或是無聊時，瞭解其實還是有不同的方式可以用來滿足心理需求的。

(1.3)、成員飲食態度均未達切節點

本研究成員來自於減重班學生，其 BMI 值(實驗組 29.82；控制組 29.65)超過標準，而本研究成員在飲食態度量表前測得分均未超過切節分數 21 分，顯示本研究成員飲食態度在實驗處理前即呈現較正向態度，未呈現偏態狀況，故後測得分差異就較小。

(2)、身體意象總分、外表取向以及外表評價與各部位滿意度未具有顯著輔導效果

(2.1)、身體意象來自於多元因素

實驗結果顯示，大部份的成員，在自我整體外表的觀感滿意度提升了，卻仍沒有達到顯著差異。這與學生體型有很大的相關，實驗組學生在減重計畫八週後平均減了 2.9 公斤，BMI 均為 29 仍處於肥胖狀態，外觀並未有多大的改變，故，其身體意象滿意度提升相對較低。

(3)、完美主義未具有顯著立即輔導效果

(3.1)、團體成員篩選上之限制

現實治療的團體成員，是經由三份量表實際施測，只要符合減重班 BMI 超過標準，且假設其身體意象不滿，即可經由團體領導者發送邀請函邀請參加團體，且該成員自願參加之受試者；這是因為礙於現實環境中的限制，且有意願參加者為主。因此成員中有部份並非完全是低適應性完美主義與高不適應性完美主義，所以這也可能是影響完美主義各分量表不顯著的因素之一。研究者亦發現，本研究並未有預試團體，因為現實環境的限制下，能夠符合該團體的受試者且又有意願參加者有限，在諸多限制下，即造成影響研究成效的可能性

因素。

(3.2)、人格特質之特性與實驗之限制

人格特質乃多方面交互作用下的產物。張春興(1991)認為人格特質乃個體在其生活歷程中，對人、事以及整個環境適應時，所顯示出的獨特個性。此一獨特個性係由個體在其遺傳、環境、成熟、學習等交互作用下，表現於需求、動機、興趣、能力、性向、態度、氣質、價值觀念、生活習慣以及行為等身心多方面。從心理學的角度來定義，完美主義(perfectionism)是一種人格特質，也就是在個性中具有「凡事追求盡善盡美的極致表現」之傾向。因此從心理學的觀點來看完美主義的人格特質，絕非單一的要素所構成，因此若僅施以12小時的現實治療團體諮商，實施的時間恐怕是不夠長久到足以改變個體的人格特質。綜上所述，團體實施的時間長短，對於人格特質變項像是完美主義，皆須考量其特性與實驗之限制。

(3.3)、團體方案的設計與成員目標著重於飲食態度與身體意象議題

本團體的方案設計，主要目標在於探討飲食態度與身體意象不滿之議題，參加的受試者，在特性上大多是因為飲食狀況混亂與身體的關注程度上較高的受試者；因此團體設計的活動內容，大多著重在探討與培養良好飲食態度與改善身體意象議題為主要目標，故較少活動探討各類完美主義議題，未來若有其他研究者想要使用此團體方案時，可以改善並留意的要點。

5.2 建議

根據本研究結果，研究者提出以下幾點建議，以作為往後輔導減重男大學生實務工作上的參考：

(1)、對於減重男大學生的輔導可進行現實治療的團體諮商

本研究採用現實治療的團體諮商，對於提升正向飲食態度有所幫助。減重行為是成員願意選擇健康行為，同時發展自主控制力，進而維持健康減重行為。透過成員回饋，了解減重行為中的「知易

行難」確為一普遍的現象，本研究團體方案將焦點放在成員個人內在的覺察與行為改變上，覺察自己的身體意象與完美主義，但了解不一定意味著改變，當個案了解自己的負向身體意象是來自於其外在，如何協助團體成員願意選擇健康行為並且真的持續行動，以促進健康。這與現實治療的理論基礎類似，透過循環的WDEP歷程，協助團體成員達到其目標。

(2)、未來研究變項可加入內外控量表測量

本研究團體方案未針對內外控加以討論，但在WDEP過程中，針對目標如何協助成員由外控信念轉變為內控信念，亦是在減重過程中相當重要的因子。透過成員回饋中發現，愈是內在歸因的人，其在飲食態度上的調整愈好，也愈能接受減重行為是自己的選擇此一概念。因此，在團體諮商歷程中，領導者可以評估成員的內外制控信念，協助成員由外控信念逐漸轉變為內控信念，當案主內控信念愈強時，通常也愈能承擔起行為改變的責任，更能與團體領導者合作而共同投入改變歷程中。

(3)、學校辦理減重班時應加入團體或個別諮商服務

心理諮商可以幫助在減重期間針對個人的生活型態、營養、對食物的看法運用會談的方式加以重整。例如說，容易因為心情不好而暴飲暴食的人，透過諮商可以探討「進食」對個人的意義，為何無法改善生活習慣的困難，或是減輕減重帶來的壓力。另一方面，暴食症常見的心理狀態是「食物代表撫慰」，美食的確能為身心帶來滿足感，來達到心靈撫慰的效果，但利用食物來改善心情的代價便是過度飲食，有些人會用催吐、藥物等方式來取得攝取熱量的平衡，但長期下來反而是傷害了身體健康。以心理層面來解釋這樣的行為，就如同「自我傷害」，因為動物的本能就是需要吃喝來維持生命，而刻意讓自己的生命受到威脅的方式來減重，有時候這代表抗議著被傷害的痛苦，或是壓抑將「想反擊他人批評」的力量而攻擊自己……。這些深層的心理機轉，可以透過心理諮商來轉化，讓減重轉換為照顧自我，為個人生命意義重新詮釋，隨

朱漢璇 現實治療團體對於減重男大學生之飲食態度、身體意象與完美主義之輔導效果研究
-以明志科技大學為例

之帶來對自我的重新認識、提昇自信，而是不會對體重患得患失，能更加欣賞自己。

(4)、學校可建立固定營養諮詢制度，提供學生相關營養健康資訊

透過團體成員回饋，營養知識在其減重行為中佔了很重要的一個因子，當知道什麼是健康的飲食行為與態度，其行為才得以逐漸調整、修正。藉由諮詢讓學生知道正確飲食與規律運動的重要性，且可以在遇到瓶頸困難時亦可尋求協助，而不盲目執行錯誤的減重行為。

參考文獻

1. 劉焜輝 (1987)。「現實治療法及其在學校的應用(一)(二)(三)」。諮商與輔導，第 18 期，頁 25-34。
2. 張春興 (1991)。現代心理學。台北：東華。
3. 林宜親 (1998)。「青少年體型意識與節制飲食行為之研究」。國立台灣師範大學家政教育研究所碩士論文，未出版，台北市。
4. 張錦華 (1998)。「女為悅己者容？瘦身廣告的影響研究—以台北市一般高中職學生為例」。民意研究季刊，第 203 期，頁 61-90。
5. 陳玉欣 (1999)。「國中生飲食行為及相關因子的流行病學研究」。國立台灣大學公共衛生學院流行病學研究所碩士論文，未出版，台北市。
6. 賈文玲 (2001)。「青少年身體意象與自尊、社會因素關係之研究」。中國文化大學兒童福利研究所碩士班論文，未出版，台北市。
7. 尤媽媽 (2002)。「大學生體型及其身體意象相關因素之研究—以中原大學新生為例」。國立臺灣師範大學衛生教育研究所博士論文，未出版，台北市。
8. 許佑生 (2003)。跟自己調情：身體意象與性愛成長。台北市：心靈工坊。
9. 葉靜君 (2003)。「現實治療團體對改善網路成癮大學生之成效探討」。長庚大學護理學研

究所碩士論文。

10. 楊美華 (2005)。「完美主義性格與主觀壓力困擾、因應傾向及身心適應的關係」。輔仁大學心理學系碩士論文，未出版。
11. 鄭雪伶(2006)。「現實治療團體諮商對身體意象不滿的女性大學生輔導效果之研究」。國立高雄師範大學輔導與諮商研究所碩士論文。
12. 王正松、王建興、王美珍 (2007)。「性別、性別角色、運動行為與身體意象之分析研究」。修平學報，第 15 期，頁 21-36
13. 陳宇平、陳信昭、蔡政潔(2008)。飲食態度量表-26 題版(EAT-26)本土最佳切點之探討—以台南市兩所高中為例。中華衛誌，第 21 卷，第 4 期，頁 379-405。
14. 牛娟、張紅靜、杜鵑 (2009)。「大學生進食障礙症狀的相關心理因素」。山東大學學報，第 1 捲，第 47 期，頁 167-170。
15. Cash, T.F., & Brown, T.A. (1989). "Gender and body images: Stereotypes and realities." *Sex Roles*, No.21, pp.361-373.
16. Cash, T.F., & Green, G.T. (1986). "Body weight and body image among college women: Perception, cognition, and affect." *Journal of personality Assessment*, No. 50, pp.290-301.
17. Chang, C. (1995). "A comparison of the effectiveness of counseling or teaching Taiwanese university students with control theory / reality therapy as the model." *Doctoral Dissertation, Texas Tech University.*
18. Dancyger, I.F., & Garfinkel, P.E. (1995). "The relationship of partial syndrome eating disorders to anorexia nervosa and bulimia nervosa." *Psychological Medicine*, No.25, pp.1019-1025.
19. Donaldson, C. (1996). "A study of male body image and the effects of the media."

- Unpublished Dissertation. Manchester Metropolitan University.
20. Fairburn, C.G., Marcus, M.D., Wilson, G.T. (1993). "Cognitive-behavioral therapy for binge eating and bulimia nervosa: A comprehensive treatment manual. In: Fairburn CG, Wilson GT (eds) Binge eating: Nature, assessment and treatment." Guilford Press, New York, London, pp.361-404
21. Fisher, S. (1990). "The evolution of psychological concepts about the body, in T. Cash, and T. Pruzinsky, (Ed.), Body images development, deviance and change." New York: Guilford Press.
22. Garner, D. M., & Garfinkel, P. E. (1981). "Body Image in anorexia nervosa: measurement, theory and clinical implication." *International Journal of Psychiatry in Medicine*, No.11, pp. 263-284.
23. Garner, D. M., Olmsted, M., Bohr, Y., & Garfinkel, P. E. (1982). "The eating attitudes test." *Psychological Medicine*, No.12, pp.871-878.
24. Garner, D.M. (1995). "Assessment of eating disorder psychopathology. In K.D. Brownell & C.G. Fairburn (Eds.), *Eating disorders and obesity*." Guilford Press, New York, pp. 117-121
25. Glasser, W., & Glasser N. (1989). "Control Theory in the Practice of Reality Therapy." New York: Harper & Row.
26. Glasser, W., & Wubbolding, R. (1995). "Reality therapy." In Corsini & D. Wedding (Eds.), *Current psychotherapies*. Itasca, IL: Peacock.
27. Grilo, C. M.(2002). "Binge eating disorder, in Fairburn, C.G., & Brownell, K.D., (eds.): *Eating Disorders and Obesity. A Comprehensive Handbook*. 2nd Edition." Guilford Press, New York, pp82-178.
28. Grogan, S.(1999) . "Body Image: Understanding Body Dissatisfaction in Men, Women and Children." London: Routledge.
29. Hewitt, P. L. & Flett, G. L. (1991). "Perfectionism in the self and social contexts: Conceptualization, assessment, and association with psycho-pathology." *Journal of Personality and Social Psychology*, No.60, pp. 456-470.
30. Hewitt, P. L., Flett, G. L., & Ediger, E. (1995). "Perfectionism traits and perfectionistic self-presentation in eating disorder attitudes, characteristics, and symptoms." *International Journal of Eating Disorders*, No.18, pp.317-326.
31. Miller, M. N., Verhegge, R., Miller, B. E., & Pumariega, A. J. (1999). "Assessment of risk of eating disorders among adolescents in Appalachia." *Journal of The American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, Vol38, No.4, pp.437-443.
32. Much JL, Cash TF. (1997). "Body- Image Attitudes: What Difference Does Gender Make?" *Journal of Applied Social Psychology*, Vol.27, No.16, pp. 1438-1452.
33. Schilder, P. (1950). "The image and appearance of the human body." New York: International Universities Press.
34. Sherry, S. B., Hewitt, P. L., Besser, A., McGee, B., & Flett, G. L. (2004). "Self-oriented and socially prescribed perfectionism in the eating disorder inventory perfectionism subscale." *International Journal of Eating Disorders*, Vol.35, No.1, pp.69-79.
35. Sheryl, A. M., & Marita, P.M. (1997) . "The influence of societal factors on female body image." *The Journal of Social Psychology*, Vol.137, No.6, pp.708-72.
36. Stein, D., Meged, S., Bar-Hanin, T., Blank, S.,

- Elizur, A., & Weizman, A. (1997). "Partial eating disorders in a community sample of female adolescents." *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, No.36, 1116-1123.
37. Wichstrom, L.(1995). "Social psychological and physical correlates of eating problems:A study of the general adolescent population in Norway. " *Psychological Medicine*, Vol.25 , No.3,pp.567-580.
38. Wlodarczyk-Bisaga, K. & Dolan, B. (1996). "A two-stage epidemiological study of abnormal eating attitudes and their prospective risk factors Polish schoolgirls. " *Psychological Medicine*, Vol.26 , No.5,pp.1021-1232.
39. Yanovski, S.Z., (2002). " Binge eating in obese persons. In: CG Fariburn & KD Brownell (eds.): *Eating Disorders and Obesity. A Comprehensive Handbook*. "2nd Edition.Guilford Press, New York, pp7-403.

由草酸酯、光敏靈到芳香族雙醌烯系列 之氧化化學發光研究

Study on the Oxidizing Chemiluminescence of Luminol, Oxalates and Aromatic Dioxenes

孫崇文

鄧昌蔚

陳順基

方泰山

Chung-Wen Sun

Chang-Wei Teng

Shun-Chi Chen

Tai-Shan Fang

摘要

本篇論文為本實驗室研究化學發光的成果，共分三部份：(1)草酸酯系統化學發光，分析發光棒(Cyalume)的成分，並藉由合成一系列的對位取代之苯基草酸酯來探討此系統的化學發光。(2)光敏靈系統化學發光，利用能鑑別能量的單重態-叁重態電子能量傳遞螢光劑(DPA、DBA、BPEA及BPEA_{Br})，來研究光敏靈與螢光劑間能量傳遞的情形。(3)芳香族雙醌烯系統化學發光，探討雙醌烯化合物(A)、(B)、(C)，針對其臭氧化反應及伴隨的化學發光性質進行研究，研究結果發現雙醌烯化合物(A)、(C)均有化學發光的現象，而雙醌烯化合物(B)則無。雙醌烯化合物(A)進行單態氧氧化反應，研究結果經證實產生高能中間體1,2-雙氧烷(1,2-dioxetane)化合物，再經熱分解形成激發態的雙酯化合物，當激發態的雙酯化合物回到基態時伴隨化學發光，其高能中間體1,2-雙氧烷化合物形成之證據為可觀察到化學發光光譜與光激發態雙酯化合物的螢光光譜一致。

關鍵詞：化學發光、草酸酯、光敏靈、芳香族雙醌烯

ABSTRACT

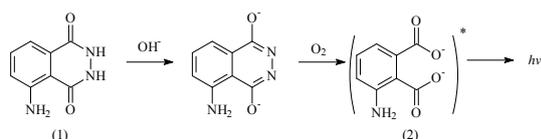
Three chemiluminescent systems were studied in this report. The first part is to explore the oxalate system by analyzing the components of the Cyalume light sticks and preparing a series of para-substituted phenyl oxalates. The second part is to study the energy transfer between luminol and fluorescent agents DPA, DBA, BPEA, and BPEA_{Br} by employing such singlet-triplet transferring fluorescent agents that are capable of energy distinguishing. The third part is the research of ozonization and the subsequent chemiluminescent behavior of aromatic dioxenes A, B and C that have been intensively investigated in our laboratory. It was found that compounds A and C exhibit chemiluminescence while compound B does not. Compound A underwent oxidation by singlet-oxygen (¹O₂) in dichloromethane. Reaction intermediate dioxetane was formed followed by its thermal decomposition into diester. Evidence of the formation of dioxetane is the observation of its chemiluminescent spectrum which corresponds to the fluorescent spectrum of the electronically photo-excited diester.

Keywords: chemiluminescence, oxalates, luminol, aromatic dioxenes

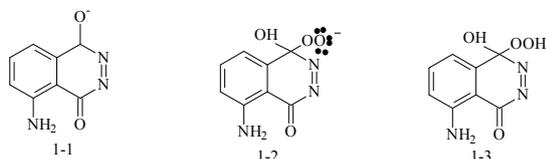
1. 緒論

化學發光是藉由化學反應產生激發態分子，當回到基態時，以放光而非放熱的形式釋放能量，所產生的發光現象[1-5]。自從1928年，德國Albrecht首先發表光敏靈(luminol)的化學發光現象以來[6]，很多化學研究者深為此華麗奇特現象所吸引，過去八十餘年，不下數百篇論文做這

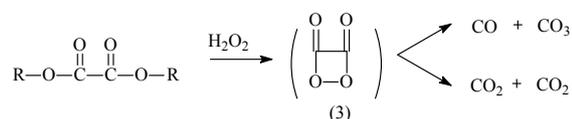
方面研究，尤其是如何產生化學發光的步驟；已知光敏靈(luminol, 5-amino-2,3-dihydro-1,4-phthalazinedione)化合物(1)在鹼性條件下產生天青色螢光的化學發光，且已確認是由化合物(1)脫去氫而氧化為鄰雙酯基鹽化合物(2)(3-aminophthalate, 簡稱3-APA)所發出的螢光，如果有催化劑如赤血鹽(K₃Fe(CN)₆)，則效果更好。



光敏靈系統的化學發光，當推美國 Johns Hopkins 大學 E. H. White 研究群，在這方面所下的功夫最多[7]；化合物(1)在鹼性水溶液中和氧作用產生某一種高能中間體，以達到激態化合物(2)，Wurzberg[8,9]研究群、Lind[10]研究群和 Baxendale[11,12]研究群以電子束(e-beam)-脈衝輻解(pulse radiolysis)研究本系統，在鹼性水溶液中，中間體化合物(1-1)受 pH 值影響，和 O₂ 結合成中間體化合物(1-2)，化合物(1-2)被認為產生高能中間體，而兩個化合物(1-2)經互毀(annihilation)脫去氫而形成激態化合物(2)，另一條反應機制則形成不發光之中間體化合物(1-3)。



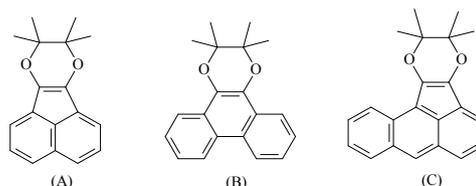
一般非生物的化學發光中，當首推草酸酯系統最有效；在適當的條件下，光量子效應大約可達 0.3 左右。最早文獻可考的草酸酯的化學發光報告，為 Chandross 於 1963 年發現氯化乙二醯(oxalyl chloride)與過氧化氫(H₂O₂)反應，在有螢光劑存在下會產生光[13]，Rauhut 亦於 1965 年進行氯化乙二醯、過氧化氫與螢光物質的化學發光研究[14]，激發了美國氰胺公司走向一實用化學發光光源的研究；其間不斷的改良化學發光反應劑的成分，以期達到最佳組成及發光之條件。事實上，雖然化學發光現象很耀眼且已製成商品，但於此系統中的重要高能中間體至今仍舊是一個謎。無論如何幾乎可確定是由草酸酯和過氧化氫反應，形成高能的中間體，最後產生相當量 CO₂ 氣體，其如下之方程式。其中化合物(3)為環狀的過氧環乙烷雙醯(1,2-dioxetanedione)被認為可能是高能中間體，但此中間體至今尚未曾成功地觀察到與分離過。



在我們有機光化學實驗室的主要研究方向，為有機化合物可見-紫外光發色團(chromophore)在凝相的光物理與光化學；以及芳香族化合物之雙鍵氧化，包括臭氧化、單態氧化及其他氧化化學發光等；而將其聚焦於有機化合物的氧化化學發光之三大系統—草酸酯(oxalates)、光敏靈(luminol)和芳香族雙醯烯(dioxenes)系統，其中「氧」更是相當重要的媒介。

特別要指出的是，此處所謂「氧化」化學發光並非指一般有機物與基態氧反應所產生非常微弱的發光現象，而是指以特殊氧化劑—單態氧、臭氧，與有機化合物反應所產生的波長在可見光範圍內，強度為肉眼可辨的發光現象。

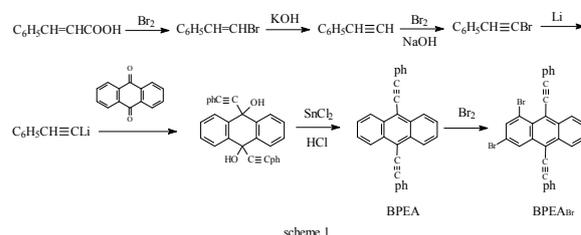
本實驗室長久致力於芳香族雙醯烯化合物(dioxene)相關之光化學反應，其中著墨於臭氧化反應和單態氧化反應尤甚，並研究其化學發光。再探究本實驗室芳香族雙醯烯化合物(A)、(B)、(C)，針對其光化學反應其伴隨的反應性質，推究其反應機構並探討其化學發光性質。



2. 實驗方法與步驟

2.1 BPEA 及 BPEA_{Br} 的合成

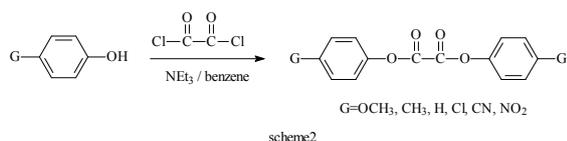
BPEA [9,10-bis(phenylethynyl)anthracene] 其合成方式為取 0.5 莫耳的肉桂酸(cinnamic acid)溶於 500 毫升四氯化碳中，加熱回流下，逐滴加入 0.5 莫耳的溴，並反應直到紅棕色完全消失為止。將溶液迴旋濃縮，加入水及碳酸鈉，進行蒸氣蒸餾，棄置水層，以氯化鈣脫水乾燥，再經減壓蒸餾可得約 40 克的β-bromostyrene。將 30 克的β-bromostyrene 以 50 克的氫氧化鉀進行脫水反應，經減壓蒸餾可得約 11.5 克的苯乙炔。取 5 克的苯乙炔於冰浴下加入溴進行溴化反應可得約 2g 的溴代苯乙炔。以 3.5 克的蒽醌、1.25 克的鋰溶於無水乙醚，再加入 2g 的溴代苯乙炔反應 48 小時，停止反應後取出未反應之鋰，將溶劑抽乾，再滴入氯化亞錫的醋酸溶液可得橘紅色固體之 BPEA，BPEA_{Br}[1,3-bibromo-9,10-bis(phenylethynyl)anthracene]的合成則繼續將 BPEA 進行溴化反應即可得到，整個反應如 scheme 1 所示。



2.2 對位取代苯基草酸酯的合成

將 0.2 克的對位取代苯酚(取代基分別為 -OCH₃、-CH₃、-H、-Cl、-CN、-NO₂)溶於 500 毫升苯溶劑中冰浴冷卻至 10℃，加入 0.2 莫耳新蒸餾過的三乙胺，在攪拌下慢慢滴入稍過量的氯化

乙二醯，水洗掉三乙胺鹽類，生成物以乙酸乙酯或硝基苯作再結晶，即可得到對應之對位取代苯基草酸酯，整個反應如 scheme 2 所示。



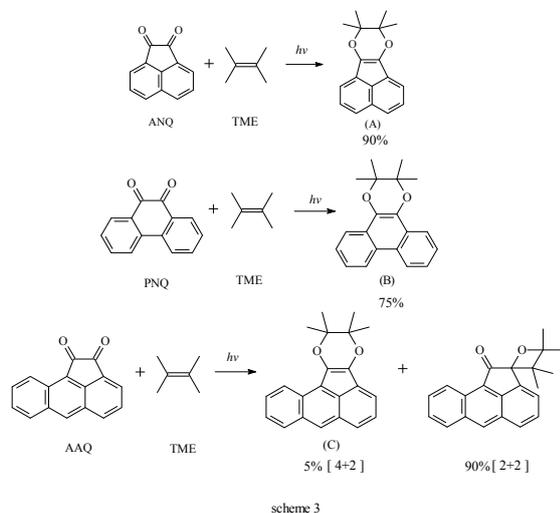
2.3 芳香族雙醯烯化合物(A~C)的合成

取純化後的 acenaphthenequinone (ANQ) 0.5 克，置於照光玻璃儀器內，加入 600mL 光譜級苯溶劑，通氮氣並且充分攪拌。再加入等莫耳數四甲基乙烯(tetramethylethene, TME)，攪拌完全後，以 450W 中壓汞燈照光進行光環化反應，約 35 分鐘後溶液顏色逐漸由黃色變為紅色，收集溶液以迴旋濃縮儀濃縮，再以矽膠管柱分離產物，收集紅色部分的產物，迴旋濃縮後，用甲醇再結晶得到粒狀紅色晶體，即為芳香族雙醯烯化合物(A)，產率約 90%。芳香族雙醯烯化合物(B)的合成是使用 phenanthrenequinone(PNQ)與 TME 進行照光反應，其照光時間約 90 分鐘，溶液顏色逐漸由橘紅色變為淡黃色，結晶後晶體為無色，產率約 75%。芳香族雙醯烯化合物(C)的合成是使用 aceanthrenequinone(AAQ)與 TME 進行照光反應，其照光時間約 8 小時，溶液顏色逐漸由淺黃色變為暗褐色，結晶後晶體為紫黑色，產率約 5%，光環化主產物為[2+2]加成產物，產率約 90%，整個反應如 scheme 3 所示。雙醯烯化合物(A)~(C)的 ¹H-NMR (400 MHz, CDCl₃)光譜數據如下所示：

化合物(A)：7.60-7.58 (d, 2H, Ar-H, *J*=8 Hz), 7.42-7.40 (d, 4H, Ar-H, *J*=8 Hz), 1.44 (s, 12H, 4CH₃).

化合物(B)：8.45-7.55 (m, 8H, Ar-H), 1.44 (s, 12H, 4CH₃).

化合物(C)：8.40-7.30 (m, 8H, Ar-H), 1.53 (s, 6H, 2CH₃), 1.47 (s, 6H, 2CH₃).



2.4 臭氧化反應

由臭氧發生器產生的臭氧導入經過丙酮-乾冰之杜耳瓶(-78°C)的螺旋管中冷卻，再導入裝有 0.1g 化合物(A~C)的二氯甲烷溶液之低溫反應瓶中(-78°C)，持續通入臭氧至溶液顏色改變後停止，利用在圍有冰塊的展開槽中的二氯甲烷溶劑作沖提液展開 TLC 片，展開後取出 TLC 片，將不同 R_f 值之臭氧化生成產物刮取並鑑定之。另亦可以吹風機吹向 TLC 片背面，檢驗是否有肉眼可見的化學發光產生。

2.5 單態氧氧化反應

本實驗使用三苯基亞磷酸酯-臭氧法產生單態氧以進行單態氧氧化反應[15]，取 10 克三苯基亞磷酸酯(triphenyl phosphite)溶於 10mL 二氯甲烷中，在 -78°C 下通入臭氧，因為臭氧溶於二氯甲烷呈藍色，所以當通臭氧時間約兩小時後，溶液會呈微淡藍色，此時表示已通入過量臭氧，以冷卻的氮氣趕掉沒有反應的臭氧；之後加入事先冷至 -78°C 之溶有 0.5 克雙醯烯化合物(A)的二氯甲烷溶液，移去低溫冷卻槽，使溫度慢慢升至 -35°C，可見到氣泡產生，並且溶液顏色漸由紅色變成淡黃色。迅速在低溫下抽掉溶劑，殘餘物以低溫(0°C)矽膠管柱粗分(以正己烷為沖提液)，收集最先沖提出來的淡黃色溶液，在低溫下濃縮後再以低溫 TLC 分離(正己烷：二氯甲烷=1：1)，刮取 R_f 值約 0.9 處的矽膠，以二氯甲烷萃取，萃取液經低溫濃縮得到淡黃色固體，即為雙醯烯化合物(A)之 1,2-雙氧烷(1,2-dioxetane)高能中間體。當加熱高濃度的 1,2-雙氧烷化合物到 50°C 以上，肉眼即可看到顯著的化學發光，另 1,2-雙氧烷化合物可配成適當濃度之二氯甲烷溶液，在螢光儀下測量其化學發光光譜。

3. 結果與討論

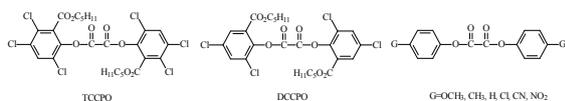
3.1 動力學控制-草酸酯系統化學發光

本實驗室研究分析 Cyalume 發光棒的成分，發光棒之構造是由內含玻璃管之塑膠管所組成，研究結果得知其分別的成分是由 2 種反應試劑所組成：反應試劑(1)為約 5%之草酸酯 TCPPO [bis-(2,4,5-trichloro-6-(pentylloxycarbonyl) phenyl) oxalate]，5×10⁻³M 螢光劑 BPEA 與約 95%溶劑鄰苯二甲酸二丁酯(dibutyl phthalate)；反應試劑(2)為約 5%過氧化氫(H₂O₂)，少量的催化劑水楊酸鈉鹽(sodium salicylate)，以及約 78%鄰苯二甲酸二甲酯(dimethyl phthalate)與約 17%的第三丁醇(t-butyl alcohol)混合而成的溶劑。

BPEA 是一具有高螢光量子產率、發綠色光之螢光劑，由於市面不易購買，因此嘗試合成 BPEA，合成產物由結構鑑定證實與 Cyalume 發光棒的螢光劑成份相同，其橘紅色固體在有機溶液

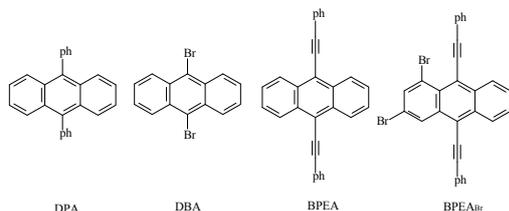
呈現綠色之特異現象，在不同濃度與不同溫度之螢光光譜與激發光譜結果，推測苯乙炔基(phenylethynyl group)與蒽環(anthracene)在固體時可能為平面狀，而在有機溶劑時為互相垂直狀。此外，繼續嘗試合成發光棒中的反應劑之一的TCPPO；以水楊酸(salicylic acid)為起始物，合成結果顯示無法在其結構上之苯環接上3個氯取代基，只能得到2個氯的草酸酯DCPPO [bis-(2,4-dichloro-6-(pentyloxycarbonyl) phenyl) oxalate]，判斷接上第3個氯有些許立體障礙，並且太多拉電子基團的引入降低苯環的活性，導致不易合成TCPPO，但由發光實驗顯示，DCPPO亦是良好的發光劑[16]。

TCPPO或DCPPO的結構皆具有氯及酯類等拉電子基團，為了呈現取代基對化學發光的影響，進行合成一系列的對位取代苯基草酸酯，並探討此系統於室溫下化學發光的動力學。結果顯示取代基為推電子基者(G = -OCH₃, -CH₃)，即使在催化劑存在下，亦無法觀察到化學發光現象，而其為拉電子基者(G = -Cl, -CN, -NO₂)，則可見到化學發光現象，結果顯示與具有拉電子基團之TCPPO或DCPPO有同樣的發光現象，判斷拉電子基團有助於高能中間體過氧環乙烷雙酮的形成。



3.2 動力學控制—光敏靈系統化學發光

本實驗室研究光敏靈化學發光系統分子間能量傳遞的化學發光，利用能鑑別高能量單重態-叁重態電子能量傳遞的DPA(9,10-diphenyl anthracene)、DBA(9,10-dibromo anthracene)和低能量單重態-叁重態電子能量傳遞的BPEA[9,10-bis(phenylethynyl) anthracene]、BPEA_{Br}[1,3-bibromo-9,10-bis(phenyl ethynyl) anthracene]，來研究光敏靈分子間能量傳遞的情形。所獲得之結論為：光敏靈在放入能量低於其化學激發中間體能量的螢光劑，如BPEA、BPEA_{Br}，及螢光劑Fluorescein、Rubrene皆能看到因為能量傳遞而由螢光劑所放出的化學螢光，然而高能的DPA、DBA，則無可見的化學螢光。比較BPEA及BPEA_{Br}加入光敏靈在過量的N(Me)₄OH(0.022M)和過量飽和的溶氧(2×10⁻³M)的條件下，BPEA(~10⁻⁶M)所得化學螢光約只有BPEA_{Br}(~10⁻⁶M)的二分之一螢光效應[17]。



另外本實驗室將上述化學發光的兩大系統的研究成果，轉化成兩套「由化學能轉換成光能的示範實驗」之方便教具，並溶入高中教材當中，成果並發表於「化學」期刊[18]。其中所述「光敏靈系統」的示範方法是：將0.1克光敏靈溶在10毫升5%NaOH溶液裡構成甲溶液，另在10毫升3%H₂O₂中加入些許催化劑如赤血鹽構成乙溶液；將甲溶液和乙溶液混合一起，則會激起漂亮的天藍色可見光。而「草酸酯系統」的示範步驟為：準備一張可吸液體的濾紙或衛生紙(宣紙亦可)，並準備約10⁻³M的螢光劑溶液-天藍色(如DPA)、紫色(如anthracene)、黃綠色(如BPEA)、橘紅色(如Rubrene)和紅色(如Rodamine B)等分別溶於鄰苯二甲酸二甲酯(dimethyl phthalate)，並準備一可壓擠的氯化乙二醯(oxalyl chloride)純液；示範時，先在所預備吸液紙上不同位置各滴2~3滴螢光劑溶液，再於其上各滴2~3滴30%過氧化氫(H₂O₂)溶液，再壓擠氯化乙二醯塑膠滴瓶，使其滴嘴噴向塗有螢光劑之吸液紙，此蒸氣就可把紙片點綴得金碧輝煌，煞是壯觀。

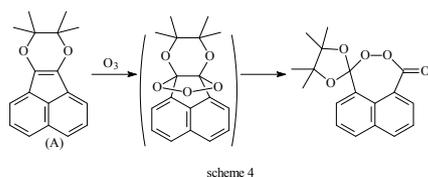
這兩套教具可藉著化學發光的兩個系統說明「直接發光」與「間接發光」；如光敏靈系統就是直接發光，由於發光的本身就含有很好的螢光劑—鄰雙酯基鹽化合物(3)，其在3-位置有胺基(-NH₂)，可發天藍色螢光。而在草酸酯系統，其能產生高能中間體，加入能量比較低的各種螢光劑，可經由能量傳遞而發所置入螢光劑的螢光，如在氯化乙二醯的化學發光所置的各種螢光劑，故此為一種間接發光。

3.3 熱力學控制—芳香族雙醯烯系統化學發光

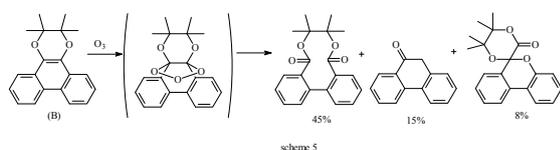
雙醯烯化合物(A)、(B)、(C)係由ANQ、PNQ及AAQ分別與TME進行光加成反應而得。將雙醯烯化合物(A)、(B)、(C)分別溶於二氯甲烷中，並在-78°C下進行臭氧化反應，當溫度慢慢回復至室溫，可以發現雙醯烯化合物(A)、(C)均有化學發光的現象，而雙醯烯化合物(B)則無此現象，致光物質經實驗證實為1,2-雙氧烷，而主產物為經臭氧化重排的穩定過氧化物，我們亦將三種化合物進行臭氧化反應和單態氧化反應的反應機構作深入的探討與比較。

本實驗室進行雙醯烯化合物(A)的合成與臭氧化反應化學發光的研究並發表於「Tetrahedron Letters」期刊[19]，橘紅色的雙醯烯化合物(A)，可以ANQ和TME經光照進行光合成而得，產率約90%，並利用合成的產物進行臭氧化反應的研究與觀察其化學發光情形，在暗室中可見到此未經分離的產物放出天青紫色的化學發光，溫度越高亮度越大，加入BPEA則發生能量傳遞使其放出黃綠色光，將臭氧產物分離，可得到主產物為白色固體，由元素分析、質譜、NMR及X-ray分析，鑑定為重組的臭氧化過氧化物，其結構如

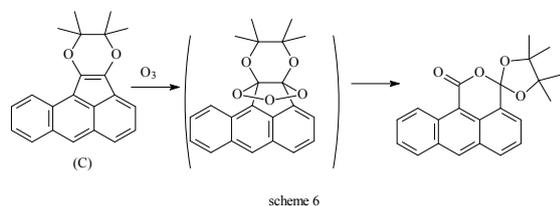
scheme 4 所示。



接著將 PNQ 與 TME 進行光加成反應，形成雙醯烯化合物(B)，其產率約 75%。雙醯烯化合物(B)進行臭氧化之研究，此未經分離的產物在螢光儀中並未測得化學發光，分離純化臭氧化產物，經元素分析、質譜、NMR 及 X-ray 分析，鑑定主產物為雙酯化合物及少量副產物，其結構如 scheme 5 所示。雙酯化合物產率高達 45%，且無 ANQ 系統所呈現穩定的五氧結構之臭氧化產物。



接著將 AAQ 與 TME 進行光加成反應，形成雙醯烯化合物(C)，值得注意的是光加成反應時雙醯烯的產率相當低(約 5%)，而主產物為[2+2]光加成產物，產率約 90%。將多次收集純化後的雙醯烯化合物(C)進行臭氧化之研究，如同 ANQ 系統亦可見到化學發光，而產生的主產物為穩定 spiro lactone，但此結構為四氧結構異於 ANQ 系統的五氧結構之臭氧化產物，其結構如 scheme 6 所示。



雙醯烯化合物(A)、(B)、(C)在氧化過程中容易由顏色的變化得知反應是否完成，尤其是反應激烈的臭氧化反應，即用此易於觀察的溶液顏色變化來決定反應時間。臭氧化的反應機制先經由一個三氧環加成雙鍵的中間體，再由此三氧環中間體進行複雜的重排反應，但是雙醯烯化合物(A)所進行的臭氧化反應得到五氧結構之臭氧化產物，卻意料之外的特別安定，而雙醯烯化合物(B)、(C)卻無五氧結構臭氧化產物的形成，反而形成四氧結構之重排產物。在低溫之下進行臭氧化反應時，雙醯烯化合物(A)、(C)有伴隨化學發光的現象，而雙醯烯化合物(B)則無。推究其原因可能為(1)雙醯烯化合物(B)形成雙酯化合物是經由臭氧反應後重排而得。(2)雙醯烯化合物(B)因聯苯較易鬆動於溶液中易因分子扭動而分散能量，以熱的方式釋放。反觀雙醯烯化合物(A)和(C)其臭氧化反應中也都有少量雙酯化合物的生成，推測其在低溫時進行臭氧化反應皆生成 1,2-雙氧烷之致光中間產物。

縱觀上述之三種化合物，得到一重要結論，無論是雙醯烯化合物(A)、(B)或(C)在進行臭氧化反應時，產物中均有一雙酯產物(diester)；而由雙醯烯化合物(A)與(C)得到的少量雙酯化合物，推測是由臭氧當中少部分的單態氧參與反應而得，因此雙酯產物的產率並不高。另外雙醯烯化合物(B)進行臭氧化反應時，有大量的雙酯產物生成，推測是由雙醯烯化合物(B)的臭氧化中間體重排所形成，其形成雙酯類產物的路徑有別於雙醯烯化合物(A)和(C)。

由草酸酯系統化學發光與光敏靈系統化學發光都有高能中間體的致光物質，導致「直接發光」與「間接發光」的現象，而在臭氧化反應中，雖有化學發光現象卻無法由產物分析判斷其致光物質，我們假設推斷雙醯烯化合物(A)、(C)經臭氧化所產生之化學發光，其原因可能是臭氧中含有少量單態氧，單態氧與雙醯烯化合物(A)、(C)進行單態氧化所產生之化學發光，因此，嘗試將雙醯烯化合物(A)進行單態氧化反應。

將雙醯烯化合物(A)以三苯基亞磷酸酯-臭氧法所產生的單態氧進行單態氧化反應，於低溫下分離純化得到淡黃色固體，即為接上單態氧之 1,2-雙氧烷化合物。將低溫分離得到的 1,2-雙氧烷化合物以螢光儀測定，得到化學發光光譜如圖 1 所示，由圖中顯現 1,2-雙氧烷化合物的化學發光在 383nm 有最大發射波長。將 1,2-雙氧烷化合物熱分解後的產物純化，並經 ^1H NMR 分析確認為雙酯化合物之結構。將純化後的雙酯化合物配成 10^{-4}M 濃度，以 330 nm 波長激發作放射光譜，由圖可以發現雙酯化合物的激發光譜與 1,2-雙氧烷的化學發光光譜一致，因此可以確認 1,2-雙氧烷熱分解後可產生雙酯化合物的激態，並由激態發光回到基態。雙醯烯化合物(A)單態氧化形成 1,2-雙氧烷化合物及其熱分解形成雙酯化合物，如 scheme 7 所示。

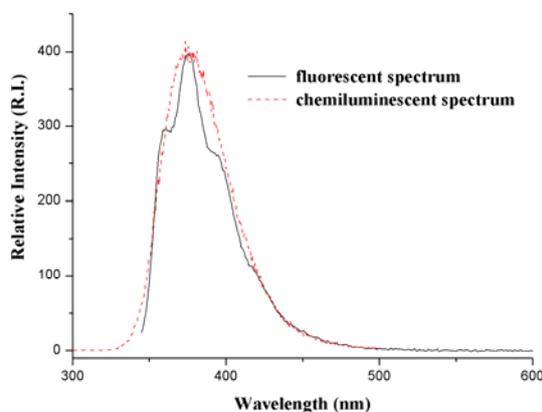
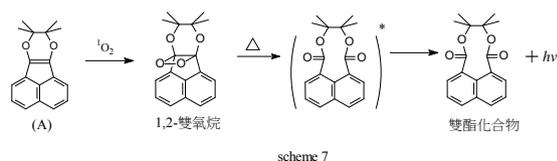


圖 1 雙酯化合物的放射光譜與 1,2-雙氧烷的化學發光光譜



4. 結論

草酸酯系統可產生高能中間體，利用所合成的螢光劑(如 BPEA、BPEA_{Br})皆能看到因為能量傳遞而由螢光劑所放出的化學螢光，此外合成一系列的對位取代苯基草酸酯，結果顯示推電子基者(G = -OCH₃, -CH₃)，即使在催化劑存在下，亦無法觀察到化學發光現象，而拉電子基者(G = -Cl, -CN, -NO₂)，則可見到化學發光現象，推測拉電子基有助於環狀的過氧環乙烷雙醯高能中間體的形成。光敏靈系統本身具有螢光發色團，經鹼及過氧化氫催化後能產生高能中間體(3-APA)，可直接化學發光放出天藍色螢光。另利用能量傳遞亦可經由螢光劑間接發光，其中 BPEA_{Br} 比 BPEA 有 2 倍的化學螢光量子產率。本實驗室亦將上述化學發光的兩大系統的研究成果，轉化成兩套「由化學能轉換成光能的示範實驗」之方便教具。

雙醯烯化合物(A)或(C)在低溫之下與臭氧反應均有化學發光的現象，推究其原因可能是臭氧中含有少量單態氧而來，而雙醯烯化合物(B)則因聯苯較易鬆動以熱的方式釋放能量導致無化學發光。將雙醯烯化合物(A)與單態氧進行單態氧化，可得到高能中間體 1,2-雙氧烷化合物，於室溫下熱分解成雙醯化合物並產生化學發光。由雙醯化合物的激發光譜與 1,2-雙氧烷的化學發光光譜呈現一致的實驗結果，顯示雙醯烯化合物(A)或(C)經單態氧化產生高能中間體 1,2-雙氧烷化合物，再經熱分解成激發態的雙醯化合物，當激發態的雙醯化合物回到基態時伴隨化學發光。

參考文獻

1. Fraga, H., (2008), "Firefly luminescence: a historical perspective and recent developments." *Photochemical & Photobiological Sciences*, Vol.7, pp.146-158.
2. Vico, L.D., Lin, Y-J., Krogh, J.W. and Lindh, R., (2007), "Chemiluminescence of 1,2-dioxetane. reaction mechanism uncovered." *Journal of Physical Chemistry A*, Vol.111, pp.8013-8019.
3. Isobe, H., Takano, Y., Okumura, M., Kuramitsu, S. and Yamaguchi, K., (2005), "Mechanistic insights in charge-transfer-induced luminescence of 1,2-dioxetanones with a substituent of low oxidation potential." *Journal of the American Chemical Society*, Vol.127, pp.8667-8679.
4. Adam, W., Kazakov, D.V. and Kazakov, V.P., (2005), "Singlet-oxygen chemiluminescence in

peroxide reactions." *Chemical Reviews*, Vol.105, pp.3371-3386.

5. Matsumoto M., (2004), "Advanced chemistry of dioxetane-based chemiluminescent substrates originating from bioluminescence." *Journal of Photochemistry and Photobiology C: Photochemistry Reviews*, Vol.5, pp.27-53.
6. Albrecht, H.O., (1928), "Über die Chemilumineszenz des Aminophthalsäurehydrazids." *Zeitschrift für Physikalische Chemie*, Vol.136, pp.321-330.
7. Roswell, D.F. and White, E.H., (1978), "Methods in Enzymology." Ed. by M. A. Deluca, Academic Press, N. Y., Vol.57, p409.
8. Wurzburg, E. and Hass, Y., (1978), "Chemiluminescence of luminol and related compounds under e-beam excitation. Absolute chemical and light yields." *Chemical Physics Letters*, Vol.55, pp.250-253.
9. Wurzburg, E. and Hass, Y., (1979), "Quantum and excited-state yields in luminol chemiluminescence by pulse radiolysis." *Chemical Physics Letters*, Vol.62, p193.
10. Lind, J., Merenyi, G. and Eriksen, T.E., (1983), "Chemiluminescence mechanism of cyclic hydrazides such as luminol in aqueous solutions." *Journal of the American Chemical Society*, Vol.105, pp.7655-7661.
11. Baxendale, J.H., (1971), "Precursors to the chemiluminescence of luminol, 6-aminophthalazine-1,4(2H,3H)-dione." *Journal of the Chemical Society D: Chemical Communications*, Vol.22, pp.1489-1490.
12. Baxendale, J.H. and Mayer, J., (1972), "The yield of solvent excited states in the radiolysis of cyclohexane solutions." *Journal of Chemical Physical Letters*, Vol.17, pp.458-460.
13. Chandross, E.A., (1963), "A new chemiluminescent system." *Tetrahedron Letters*, Vol.12, pp.761-765.
14. Rauhut, M.M., Roberts, B.G. and Semsel, A.M. (1966), "A study of chemiluminescence from reactions of oxalyl chloride, hydrogen peroxide, and fluorescent compounds." *Journal of the American Chemical Society*, Vol.88, pp.3604-3617.
15. Mendenhall, G.D. and Priddy, D.B., (1999), "A reexamination of the ozone-triphenyl phosphite system. The origin of triphenyl phosphate at low temperatures." *Journal of Organic Chemistry*, Vol.64, pp.5783-5786.

16. 吳素慧，(1981)，「(一)過氧草酸酯化合物的化學發光研究(二)教具製作：能階量子化淺釋—光激螢光與化學螢光(三)石油之螢光光譜分析與其對比」，國立臺灣師範大學化學研究所碩士論文，頁 70-71。
17. 吳連宗，(1987)，「第壹篇：光敏靈化學發光系統分子間與分子內能量傳遞的研究：螢光劑鍵入光敏靈模式化合物的合成與化學發光。第貳篇：dl-8-酮基-2,2,3,3-四甲基-9,10,11-萘基(1',8',9')-1,4,6,7-四氧螺(4,6)十一烷的光分解反應」，國立臺灣師範大學化學研究所碩士論文，頁 67-69。
18. 方泰山，(1984)，「化學能轉成光能的示範實驗」，化學，第 42 卷，第 3 期，頁 52-56。
19. Fang T-S and Mei W-P, (1987), "Ozonation and chemiluminescence of 8,8,9,9-tetramethyacenaphtho-[1,2-b]-1,4-dioxin: evidence for dual reaction pathways." *Tetrahedron Letters*, Vol.28, pp.329-332.

學校興建競技型運動場館可行性研究—以羽球館為例

The feasibility of construction competition-oriented sport facility in school –The case of badminton arena

許成源 曹健仲 蔡瑞祥 林柏化

Cheng-Yuan Hsu Chien-Chung Tsao Jui-Hsiang Tsai Po-Hua Lin

摘要

國內公設運動場館林立，但功能性不足，每逢大型賽會，常無法提供符合標準之場館設施。因此本研究使用文獻探討法試圖以不同的面向，主要目的在了解學校體育設施是否能與競技型場館設施結合，提供教學與競技之用。本文首先探討學校運動場館的功能與管理、學校運動場館的開放及民間機構參與學校運動場館興建營運等相關議題。並以羽球館為例，分別以興建經費、消費者分析、競技需求、時間區隔及人才培養的幾個面向，探討學校興建競技型運動場館之可行性。本研究認為在學校興建符合國際標準的競技型運動場館，對於未來相關運動設施的興建而言是一個可行的發展方向，在學校中競技型運動場館的興建，不僅供學校教學使用，也解決了國際標準運動賽事場館不足的問題，提高申辦國際性運動賽會的機會。而透過學校的管理與開放，提供了民眾一個休閒運動的場地，亦可滿足一般大眾的休閒運動需求。

關鍵詞：運動場館管理、羽球館、運動賽會

ABSTRACT

There are lots of public sport facilities but they lack of functionality and can't meet the international standards. The purpose of this study was to discuss the feasibility of constructing competition-oriented sport facility in school. This article first examined the functions and management of school sports facilities, the issues opening up school sports facilities for community use and constructing competition-oriented sport facility in school. This study used four dimensions to analysis the possibilities of construction badminton arena in school. According to the result, this study suggested that the construction of competition-oriented sport facility in school was feasible. The competition-oriented sport facility not only provided the function for education purpose, but also for the sport events and public leisure purposes.

Keywords: Sport Facility Management, Badminton Arena, Sport Events

1. 緒論

2009年台灣舉辦了兩項的重要運動賽會，分別為在高雄所舉辦的世界運動會（World Games）及在台北進行的聽障奧林匹克運動會（Summer Deaflympics），舉辦如此重大的運動賽會，首先需要的就是大型的運動主場館以及各項運動賽事的場地。在主場館方面，高雄市在左營新建了「龍騰」主場館，並且在舉辦世運之後，移交體委會管理，並結合原有的左營國訓中心，統籌規劃成各項賽事訓練及競賽的「國家體育園區」（陳政強，2009）。爾後，高雄市政府於2011年6月1日起接管國家體育場。而在台北的聽奧主場館，則是將原有的台北市立田徑場改建，以因應如此大型賽會的舉辦。

但在各項運動賽事的舉辦上，大多是以學校現有的運動場地為主，以高雄世運為例，使用了高師大體育館作為「合球」、「巧固球」的比賽場地，中山大學體育館作為「健力」的場館，以及「花式溜冰」、「直排輪曲棍球」在義守大學體育館舉行。台北聽奧也同樣的借用了學校的現有場館，作為各項比賽的場地，如「角力」在中國文化大學體育館，「排球」在台灣大學體育館，以及在台北教育大學的體育館舉行「跆拳道」比賽，顯示出在台灣舉辦的運動賽事，除了主場館之外，其實大部分的比賽項目，還是借用了學校的體育場館作為比賽的場地。

一年之內舉辦兩個大型的運動賽會，顯示出台灣已逐漸透過運動賽會的舉辦，逐漸走向國際。兩項大型賽會的圓滿落幕，證明了台灣舉辦大型運動賽會的能力。但是也顯示出了一個問題，就是除了大型場館之外，缺乏各個專項運動的場地，因此每當舉辦各項運動賽會時，就會以學校的體育館作為比賽的場地，但是這種權宜的措施並非長久之計。誠如行政院體育委員會（2008a）指出國內公設運動場館林立，惟功能性不足，每逢大型賽會，常無法提供符合標準之場館設施，也彰顯出本研究之重要性。從運動競技長遠的發展來看，台灣未來要舉辦各項運動賽事，還是需要更專業的場地設備，才能夠獲得國際的青睞，對於未來舉辦各項運

動賽會才能更有幫助。

從這兩個舉辦的大型運動賽會來看，所興建或整建的運動設施，皆為提供田徑賽所用之國際標準的主場館，即「非主體運動設施」，這類由政府投資興建的運動設施，主要為因應政策或大型比賽之需求而規劃設，不符合一般使用者需求，導致許多運動設施的使用率不高甚至荒廢，形成投資的浪費（蕭信余，2006），特別是運動場館建築所需的大筆經費，不僅對於國家體育經費造成了排擠作用，而後續的經營管理更是一大問題。鄭志富（1999）亦指出，長期以來，我國運動場館，包含各級學校運動場地設施、縣立體育場，因缺乏有效之管理，人力資源缺乏，經費不足等諸多因素下，影響運動場地設施發揮應有之功能。蕭嘉銘（2002）也指出公營運動設施皆以大型體育設施為主要規劃標的，面對初始規劃設計以競賽目的為考量，著重主體建築物設置，並缺乏整體開發的考量，導致非競賽時設施長期處於閒置狀態，整體使用效率低落，經營管理面臨極大挑戰。因此，在興（整）建運動場館的同時，要如何有效的利用運動場館設施，是目前台灣在運動場館的管理上必須要面對的重要課題。

以對岸中國大陸為例，2008年北京奧運亦有多項比賽場館興建或改建於大學校園之中，如位於中國農業大學體育館是摔跤項目專用的比賽場館，並會於當年9月進行的殘疾奧運會中進行坐式排球項目的比賽。北京大學體育館是為北京奧運乒乓球項目而新興建的比賽場館，隨後的殘疾奧運會中，該大學體育館會進行輪椅乒乓球項目。北京工業大學體育館位於北京工業大學校舍，同時又名奧運會柔道館、跆拳道比賽館，是為北京奧運柔道及跆拳道項目而建的比賽場館，奧運結束後的一個月左右，該體育館也進行殘疾奧運會的輪椅橄欖球比賽。北京工業大學體育館位於北京工業大學校舍內，同時又稱為北京奧運會羽毛球和藝術體操比賽場館，是為北京奧運而建的比賽運動場。又如2011年深圳世界大學運動羽毛球比賽，亦在深圳資訊職業技術學院體育館（比賽及熱身場）舉行。

從上述的舉辦大型運動賽會就可以看出，其實學校的運動場館是目前舉辦運動賽會的一個重要基礎，如果能夠以學校為基礎，將學校運動設施更加專業化，建構出符合各項專業競技比賽所需之場館，除了提供在教學上使用外，不僅對於資源的使用更有效益，並且提昇我國競技運動水準。例如2001年花蓮縣政府籌辦全國中等學校運動會後，於運動園區中設置了縣立體育實驗中學，透過體育專業學校教學、訓練與管理之力量，提高運動場館之使用效益；2004年行政院體育委員會台中體育場併入國立台灣體育學院，正式成為學校之編制（王慶堂，2005），可以看出學校興建競技型運動場館是一個可行的方向。

本文使用文獻探討法試圖以不同的面向，主要目的探討學校體育設施是否能與運動競技場館設施的結合，興建專業的運動競技場館，提供政府與學校單位未來在興建運動場館時的一個新的思考方向。

2. 運動場館的分類

邱金松（1992）認為運動設施可由其活動領域、經營性質、設置目的、使用年齡層、生活圈等加以分類，綜合其使用性質可區分為主體與非主體運動設施。其中主體運動設施為提供一般民眾使用；非主體運動設施則為迎合競賽運動而設施。

林國棟（1996）認為運動設施可依照體育的領域、運動的場所、使用的目的、設施的型態、設施的特性等五種方式加以區分。

(1) 依體育的領域區分：學校之運動設施與社會之運動設施。

(2) 依運動的場所區分：室內運動設施、室外運動設施。

(3) 依使用的目的區分：競賽用運動設施、非競賽用運動設施、競賽與非競賽兼用運動設施。

(4) 依設施之型態區分：綜合性運動設施、單項運動設施、相關性運動設施。

(5) 依設施之特性區分：主體性運動設施、從屬

性運動設施。

蕭信余（2006）整理國內學者對於運動場館的分類，大至可分為：

(1) 競賽用運動場：為大型運動設施，主要供選手競賽用，各縣市體育場、訓練中心及部分運動公園屬之。

(2) 一般民眾使用之運動設施：為提供一般民眾休閒運動之所在，各鄉鎮村里之公私立運動場所或運動公園等。

(3) 學校體育之運動設施：其設備多屬體育教學用，各學校之體育設施屬之。我國體育一直以學校體育為發展的基礎及中心，且各級學校之體育場屬之。

王凱立（2000）將運動設施之功能以全民運動與競技運動來區分，並簡化為三大功能，分別為學校體育運動功能—提供體育教學所需；競技運動功能—鍛鍊與競技錦標性比賽之場所、社會活動功能—其他聯誼性比賽、休閒運動、遊戲、娛樂與組織聚會。

可以看出，以學校的運動場館為基礎，設置專供正式比賽所用之標準場館，並非是創新之舉，只是目前各個學校因為經費或管理等因素，大都興建多功能的運動場館，重視其多功能性而犧牲了各項競賽所需要不同場地設置的專屬性，例如在多功能的體育館中從事羽毛球運動，會因燈光不足、或是電燈裝在屋頂，打球時頭抬起來眼睛就被燈光直射給影響（行政院體委會，2008b）。國內的競技型運動場館卻大多為了舉辦國際性賽會或是全國性比賽而興建，忽略民眾對休閒設施的需求（張璟揚，2006），因此結合學校運動場館及競技型運動場館的興建，不僅解決了國際標準運動賽事場館不足的問題，而透過學校的管理與開放，也提供了民眾一個休閒運動的場地。

3. 學校運動場館的功能與管理

3.1 學校運動場館的功能

根據教育部（1999）的各級學校體育實施辦

法第十七條，指出「各校體育設備應優先使用於體育教學，於不影響學校教學與生活管理原則下，應訂定規定，開放社區民眾體育活動使用。」可以看出學校的體育設施最主要的目的在於體育教學，在此之外，可以開放給民眾使用。行政院體委會（2000）統計顯示，全國的運動設施有 41% 是位處各級學校中，因此對外開放學校運動設施，是解決設施不足的重要方法（王凱立，2000）。不可諱言，學校的開放運動場地設施，提供了社區民眾一個經濟、便利的活動休閒空間（林國棟，1996）。

葉公鼎（2001）認為，討論學校體育運動設施時，應先思考其定位，由於學校屬於教育機構體系，運動設施的角色應具備下列功能：(1)教學、(2)訓練、(3)競賽、(4)休閒、(5)研究、(6)社區服務。田文政（1991）提出學校運動場地具有五種功能，分別為(1)教學場所之教育功能；(2)訓練場所之鍛鍊功能；(3)表演場所之娛樂功能；(4)組織場所之社會功能；(5)比賽場所之表現團隊精神之功能。

教育部體育司近來也積極的提倡「一人一運動、一校一團隊」計劃，其中規劃了「充實改善運動場地設施」此一方針，內容包括了(1)辦理補助學校充實運動社團體育器材經費撥款；(2)輔導促進民間機構參與學校運動場館興建及營運；(3)推動學校運動設施開放社區居民使用措施。

「充實改善運動場地設施」的方針除了經費的補助之外，重點還包括了：「輔導促進民間機構參與學校運動場館興建營運」以及「推動學校運動設施開放社區居民使用措施」。以下首先針對此二項問題加以分析：

3.2 學校運動場館的開放

根據行政院體委會（2000）統計顯示，全國的運動設施有 41%是位處各級學校中；陳鴻雁與謝邦昌（2003）研究也顯示民眾從事休閒運動的場所「公園」最多（37.28%），其次為「學校運動場館」（35.08%），再其次以地方政府公共建設所提供之場所，包括「縣（市）立體育場館」（6.73%）、「鄉鎮市區運動場館」（7.5%）及「社區運動場館」（8.28%）。就「推動學校運動設施開放社區居民使

用措施」而言，過去已經有許多相關研究對此一議題加以探討（王凱立，2000；林國棟，1996；周靈山，2000；黃聖惠，2001；葉公鼎，2001；葉憲清，1999；廖尹華，1997；蔡秀華，2002；鄭志富，1997，1999；錢紀明，2001）。黃聖惠認為政府鼓勵各級學校運動場地設施開放的相關法令，其重點在於：(1)法令之公布以鼓勵與倡導為主，由各校視實際設施及教學情況，酌情開放；(2)學校的場地開放以不影響正常教學、訓練及校園管理為原則；(3)部份開放的運動場地設施應訂定收費標準，酌收費用，以推廣「使用者付費」的理念。

廖尹華（1997）提出學校運動場地設施經營管理之道：(1)組織健全的運動場地管理委員會；(2)訂定明確的運動場地「管理辦法」及「收費標準」；(3)開發人力資源的運用；(4)設計並推展各項體育活動；(5)培養運動設施經營管理、規劃、維修之專業人員；(6)改善經費使用的制度。

蔡秀華（2002）認為鼓勵學校運動場地作規劃管理以利開放，其要點為：(1)鼓勵學校得視適當的時間及空間安排，規劃開放管理辦法。(2)學校場地開放仍應以不影響教學及生活管理為原則。(3)場地得規劃收費制度，並安排專人輔導，以建立使用者付費與提高場地服務效能的互惠作用。(4)目前法令仍以宣導為主，各校基於設施功能使用維護之需求，在政府財源不足之情形下，鼓勵朝合理收費的方向做規劃，以自籌經費做為場地開放之經費來源。

可以看出，在政府的積極鼓勵下，各級學校也積極的配和此一政策，但是在管理上還是存在著場地、人員及經費的管理等必須面對的問題。特別是在人員的管理上，目前學校體育場館的管理，還是以體育老師為主。

3.3 輔導促進民間機構參與學校運動場館興建營運

政府為鼓勵民間廠商積極投入公共建設，提昇公共服務水準，加速社會經濟發展，促進民間參與公共建設，設立「促進民間參與公共建設法」，其第八條規定，民間機構參與公共建設之方式與定

義說明如下：

(1)BOT (Build-Operate-Transfer)：由民間機構投資興建並為營運；營運期間屆滿後，移轉該建設之所有權予政府。

(2)BTO (Build-Transfer-Operate)：無償BTO由民間機構投資興建完成後，政府無償取得所有權，並委託該民間機構營運；營運期間屆滿後，營運權歸還政府。

(3)有償BTO：由民間機構投資興建完成後，政府一次或分期給付建設經費以取得所有權，並委託該民間機構營運；營運期間屆滿之後，營運權歸還政府。

(4)ROT (Rehabilitate-Operate-Transfer)：由政府委託民間機構，或由民間機構向政府租賃現有設施，予以擴建、整建後並為營運；營運期間屆滿後，營運權歸還政府。

(5)OT (Operate-Transfer)：由政府投資興建完成後，委託民間機構營運；營運期間屆滿後，營運權歸還政府。

(6)BOO (Build-Own-Operate)：為配合國家政策，由民間機構投資興建，擁有所有權，並自為營運或委託第三人營運。

(7)其他經主管機關（行政院公共工程委員會）核定之方式。

與本研究相關之「公共建設」法規有第三條第六款之「文教設施」、第七款之「觀光遊憩重大設施」及第九款之「運動設施」。依據「促進民間參與公共建設法施行細則」第十四條中規定，運動設施之定義為：「本法第三條第一項第九款所稱運動設施，係指下列各項設施：一、國際及亞洲奧林匹克委員會所定正式比賽種類，並符合其標準之室內外運動設施。但不包括高爾夫球運動設施。二、經目的事業主管機關認定，結合前款二種以上運動設施及休閒設施之運動休閒園區。三、其他經中央目的事業主管機關認定之室內外運動設施。」

綜觀目前體育設施委外經營的項目，在上述的七種方式中，以 BOT、OT、ROT 等三種模式較

為常見，例如高雄市現代綜合體育館（高雄巨蛋）的 BOT 案，綜觀目前學校委外經營的體育設施，以游泳池為大宗，張政輝（2006）整理各級學校游泳池辦理方式以 OT 最多，ROT 和 BOT 次之。

委外經營的目的在有效增加工作效率、減少部門人力支出及維持市場之競爭優勢（陳郁雯，2000；張川鈴，2008；詹中原，1993；Savas, 2000；Seidenstat, 1999）。但張川鈴探討游泳池的委外經營時發現：

(1)採BOT方式委外經營者：實際經營後主要面臨的問題困難有校長及學校同仁間溝通管理不良、業者經營獲利不佳及繳交稅款增加成本等困擾。

(2)採ROT方式委外經營者：實際經營後面臨地方稅款繳交、游泳教學政策不落實、業者經營辛苦、雙方委外觀念不同以及業者遲繳權利金等困擾。

(3)採OT方式委外經營者：主要面臨泳池老舊設計不良、業者經營辛苦、雙方委外觀念不同、地方稅款繳交、教育局介入經營價格、業者財務報表繳交、契約內容不明確以及學生破壞設施等方面之困擾。

由上述的研究可以看出，學校體育設施不論以 BOT、ROT 或採 OT 方式委外經營，都會有不同的問題產生，特別是各個學校的運動設施現況各有不同，因此面臨到的問題也有所差異。而且在專業與管理人員的不足、無專責機構負責、以及法令政策的困擾下，大學院校體育設施委外經營的比例都偏低，約有 90.5%的學校選擇自行營運管理運動場地設施（李宗鴻，2004），在此一現狀下，大專院校應該還是以自行營運管理為大宗，因此接著以學校自行興建與管理專項運動場館為出發點，並以羽毛球館為例，探討其可行性。

4. 學校競技型運動場館的興建—以羽球館為例

目前學校的體育場館，除了游泳池外，大部分的體育館，為了配合教學的需要，其發展的方向還是以多功能的體育館為主，各個縣市雖然都有羽毛球館，但大多屬於簡易型，或是學校的體育館充作羽球場使用，缺乏專業的羽球場館。在競技運動

層面上，國內對於國際標準的羽球場館，有其需求性，簡英智（2006）探討九十五年全國大專校院運動會羽球選手參賽滿意度研究，就指出整體而言以羽球場的「運動設施」構面滿意度最低。蔡忠信（2007）研究指出國內在羽球館的興建上比較缺乏，到目前為止缺乏一個較具國際標準的羽球館，可以利用 BOT 等方式來興建標準的羽球館。在休閒運動層面上，陳麗雪（2008）發現專用羽球場館的消費者認為最需改善的是場地設施數目；而借用學校場地的消費者則更重視照明設備、地板材質、設施標準性等屬性。因此，本研究以羽球館之興建為例，探討學校興建競技型運動場館之可行性。

4.1 興建費用較為節省

首先由興建的經費而言，興建專項競技型運動場館的成本較興建多功能的體育館為少，對於民間或學校而言，其投資成本較少，不會因為投資成本過高，而使得投資意願不高，或對於學校的財務產生較大的負擔。根據王鳳琴(2005)國立大學運動設施以 BOT 方式營運之可行性研究，認為體育館內部空間包括游泳池、羽球場、健身房、桌球室等，預估需工程款二億四千多萬元。而以桃園縣蘆竹鄉立羽球館來說，館內在 1 樓和 3 樓共提供八個比賽場地，包含了空調設施和淋浴休息空間，總計耗資八千萬元興建此一專業場地，因此興建羽球館在成本上較為節省。在行政院體委會（2008a）的中程施政計畫中提出「改善國內現有運動場館，輔助地方政府興（整）建競技運動設施場館，使運動場館更具功能性及標準化，並建構區域性（標準）運動設施場館網絡，俾地方政府辦理各級之運動賽會，並培養優秀運動選手。」可以看出興建「競技運動設施場館」是體育政策的重點之一。因此，學校可以透過與教育部、體委會的整合，以「專案」的方式來籌措資金興建場館。

4.2 在競技上有殷切需求

在眾多競技運動項目中羽球運動是亞洲的強項之一，亞洲選手居於領導世界羽球運動的地位，我國選手如程文欣、簡毓謹及鄭韶婕等選手，近幾年也都在國際間有優異的表現（周財勝，2006）。

行政院體委會（2006）的「挑戰 2008 黃金計畫」中羽球亦是重點項目之一，顯示羽毛球運動因此羽球運動是適合我國發展的運動競技項目，但是蔡忠信（2007）研究指出國內到目前為止缺乏一個較具國際標準的羽球館。官文炎（2003）認為，運動場館的規劃與建造，是現代化國家重要的建設指標，在規劃運動場館時，必須滿足國際性運動競賽管理的要領，以及競賽規則的規定，以利比賽的進行。例如 2009 年台北聽奧在舉辦游泳池比賽項目時，由於規劃的游泳池興建不及或是規格不符，導致了該項比賽竟然要到新竹的國際標準游泳池進行比賽。根據統計台北市的各級學校約有 116 座游泳池，但是目前卻沒有一座符合國際標準的游泳池。身為舉辦大型運動賽會的城市，卻缺乏可供專業競技之用國際標準場館，因此，興建符合國際標準的羽球場地是有其殷切的需求。

4.3 羽球運動消費者多

羽球運動在台灣受歡迎的程度非常高（呂芳陽，2003），根據周財勝（2004）統計台灣地區大約有 120 萬羽球運動人口。目前全國各縣市羽球館總計約有 329 座，但大多是學校禮堂或是社區活動，私人羽球館也如雨後春筍般的增建，現以台北市、台北縣、台中市及屏東縣等地區的羽球館數為最多（蔡忠信，2007）。顯示羽球場有很大的需求，因此在使用的人口上，羽球運動可以說非常具有發展的潛力。

4.4 明顯的時間區隔

學校運動場館的開放，有一個重要的因素，就是「學校場地開放仍應以不影響教學及生活管理為原則」，過去相關研究顯示，羽球運動的消費者，運動的時間多以晚上的時段居多（李政道，2006；歐正聰、歐正明，2006），因此對於學校的教學而言並不會有衝突產生。此外，在寒暑假、及星期例假日等時段，都是學校教學的空窗期，如能將場館開放經營，對於學校的教學上亦不會產生任何影響。

5. 培養運動管理人才

孫顯鋒（2000）研究指出學校運動場館經營管理之人員編制中，經營管理人力來源有接近九成為學校教職員工，且大部份為教師兼任，管理幹部專任者亦不到二成，在人力資源上，不論是正式或臨時人員均明顯不足，張璟揚（2006）也指出學校場館的開放面臨最大的問題是管理人手不足。

蔡厚男（2001）指出，管理人員的專業不足與管理不善，容易使體育場館場管理發生問題，但是綜觀目前國內許多大專院校，都有「運動與休閒」相關系所的設置，如果能夠利用學校本身系所學生的人力資源，或是以建教合作的方式與相關系所合作，不僅一方面能夠解決人力不足的問題，一方面也提供了學生在運動場館的管理上一個學習實務經驗的機會，因此透過運動管理人才的培養，可以解決目前運動場館管理專業人員不足的問題。

6. 結論與建議

6.1 結論

透過大型運動賽會的舉辦，不僅可以讓運動走向世界舞台，更可以藉此來提昇我國的競技水準。但是賽會的舉辦，除了符合國際標準的主場館之外，更需要有符合國際標準的各個單項運動競技場館。學校運動場館的主要功能在於教育，其次為提供社區民眾從事運動休閒。但從各項賽會的舉辦中，可以看出學校的運動場館還兼具了競技的功能。特別是目前學校體育設施委外經營的比例都偏低，且政府所經營的競技型運動場館績效不彰的情況下，由學校興建競技型運動場館，不僅可以解決競技型場館使用效率不高的問題，也可以提高申辦國際性運動賽會的機會，是一個值得相關單位未來思考的方向。

6.2 建議

(1)在未來興建競技型運動場館時，可以與學校運動場館結合，不僅可以提升運動設施的使用率，也可以提供爭辦國際性運動賽事所需。

(2)在未來的研究上，可以針對各個單項運動的需求加以分析，以更符合現實的需要。

參考文獻

1. 王凱立（2000）。民間機構經營學校運動設施之可行性研究--以台北市市立國民中學學校游泳池設施為例。未出版碩士論文，國立台灣大學，台北市。
2. 王鳳琴（2005）。國立大學運動設施以 BOT 方式營運之可行性研究-以國立高雄餐旅學院為例。未出版碩士論文，屏東師範學院，屏東縣。
3. 王慶堂（2005）。台灣運動建築之發展趨勢。2005 亞太青年高等體育學術研討會論文集（97-106）。屏東市：國立屏東師範學院。
4. 田文政（1991）。運動場地規劃與管理。台北市：教育部體育司。
5. 呂芳陽（2003）。臺灣地區民營羽球館消費者滿意度、參與行為與未來參與意願之調查研究。大專體育學刊，5(1)，27-38。
6. 李政道（2006）。羽球場管消費者參與動機與參與行為之研究。成大體育，39(1)，28-43。
7. 李宗鴻（2004）。全國大專校院運動場館現況與經營管理之研究。屏師運動科學學刊，創刊號，20-31。
8. 周財勝（2004）。淺談羽球生命線之探討。東師體育，11，30-32。
9. 官文炎（2003）。運動場地設施管理入門—運動管理學。台北市：華格納。
10. 林國棟（1996）。學校體育之運動設施事業。

- 大專體育，28，29-45。
11. 邱金松（1992）。體育設施的概念與問題之探討。建築師雜誌，18(6)，45-48。
 12. 孫顯鋒（2000）。校務基金制度實施後國立大學校院運動場館經營管理因應策略之研究。未出版碩士論文，國立體育學院，桃園縣。
 13. 張川鈴（2008）。我國學校游泳池委外經營之研究。未出版博士論文，國立臺灣師範大學，台北市。
 14. 張政輝（2006）。高級中等學校推動民間參與學校運動場館之現況及影響因素。學校體育雙月刊，16(5)，46-54。
 15. 張璟揚（2006）。台中市大專校院體育館設施設置與經營管理之研究。未出版碩士論文，台灣體育學院，台中市。
 16. 教育部（1999）。各級學校體育實施辦法。台北市：教育部。
 17. 陳政強（2009）。世運過後場館運用。行政院體委會運動時報，9期。
 18. 陳郁雯（2000）。外包—再造競爭優勢。人力發展月刊，75，39-42。
 19. 陳鴻雁、謝邦昌（2003）。我國國民運動意識之調查研究。台北市：行政院體育委員會。
 20. 陳麗雪（2008）。涉入與羽球場館屬性滿意度及重要程度之研究。未出版碩士論文，佛光大學，宜蘭縣。
 21. 黃聖惠（2001）。台北市中等學校運動場地設施對外開放影響因素之探討。未出版碩士論文，台北市立體育學院，台北市。
 22. 葉公鼎（2001）。學校體育運動設施之經營管理。載於國立台南師範學院（編），二十一世紀體育人文社會科學國際研討會研習手冊（55-77頁）。台南市：國立台南師範學院。
 23. 葉憲清（1999）。臺灣公立體育場之體育館之經營研究。體育學報，27，1-10。
 24. 詹中原（1993）。民營化政策：公共行政理論與實務之分析，台北：五南。
 25. 廖尹華（1997）。臺灣地區大專院校運動場地設施開放與經營管理考量因素之研究。未出版碩士論文，國立臺灣師範大學，台北市。
 26. 歐正聰、歐正明（2006）。羽球場館消費者消費動機因素之研究—以高雄市羽球館為例。生物與休閒事業研究，4(1)，41-53。
 27. 蔡秀華（2002）。大學體育館營運績效指標之個案研究-以國立台灣大學綜合體育館為例。未出版碩士論文，國立臺灣師範大學，台北市。
 28. 蔡忠信（2007）。我國羽球運動推展職業化之可行性--以羽球從業人員及選手為例。未出版碩士論文，國立台東大學，台東縣。
 29. 蔡厚男（2001）。體育運動園區規劃設置之研究。台北：行政院體育委員會。

30. 鄭志富 (1997)。學校運動場地設施經營管理策略之研究。行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告 (NSC-86-2413-H-003-022) (116-119頁) , 未出版。
31. 鄭志富 (1999)。營造滿足民眾需要的城鄉運動環境--我國運動場館現況與發展策略。陳正宏 (主持人) , 二十一世紀體育的新格局。第一次全國體育會議 [引言人資料] , 台北市 : 行政院體育委員會。
32. 蕭信余 (2006)。台北市中正市民運動中心用後評估研究。未出版碩士論文, 國立台灣體育學院, 桃園縣。
33. 蕭嘉銘 (2002)。民間參與運動設施營建、經營之可行性研究--以新竹科學工業園區戶外休閒區 BOT 計劃為例。未出版碩士論文, 國立成功大學, 台南市。
34. 錢紀明 (2001)。大專體育運動場館經營管理。國民體育季刊, 30 (1) , 18-22。
35. 簡英智 (2006)。大專羽球選手參賽滿意度之研究—以中華民國九十五年全國大專校院運動會為例。未出版碩士論文, 國立臺灣師範大學, 台北市。
36. 行政院體委會 (2000)。中華民國體育統計。台北市 : 行政院體育委員會。
37. 行政院體委會 (2006)。96 年度工作計劃。台北市 : 行政院體育委員會。
38. 體委會 (2008)。運動設施場地規範參考手冊。台北市 : 行政院體育委員會。
39. 體委會 (2008)。行政院體育委員會中程施政計畫 (九十八至一〇一一年度)。台北市 : 行政院體育委員會。
40. Savas, E. (2000) . Privatization and Public-private Partnerships. N.Y.: Chatham House.
41. Seidenstat, P. (1999). Theory and Practice of Contracting Out in the United States, in P. Seidenstat (ed.), Contracting Out Government Services.(pp.3-25), Westport, CT.: Preger Publishers.

