

建築通風塔之百葉通風口型式對住宅室內通風效益研究

A Study on Ventilation efficiency of Louvers type in the Dwelling Unit

侯建成¹ 周鼎金¹

¹臺北科技大學建築與都市設計研究所

摘要

本研究將探討建築通風塔之百葉通風型式整合設計，並透過軟體模擬實際通風效益佐證。建築通風塔是應用浮力通風原理達到室內自然通風換氣效果，除了能降低室內溫度提高室內舒適度外，優良的自然換氣效果亦能改善室內空氣品質，並減少機械通風的耗能，達到節能等多重效益。

透過軟體模擬得知， 120° - 60° 結合 6cm、10cm 之組合為較佳之組合。雖然 135° - 45° 與 120° - 60° 結合不同密度之葉片兩者降溫效果差異不大，但 120° - 60° 在整體模擬中較趨於穩定，溫度曲線較平穩下降，室內氣流也較平均分佈。而葉片密度越疏、長度越長，雖然讓整體通風降溫效果更快速，但也表示室內風速的上升，並降低整體室內環境之舒適度。

關鍵字：室內流場、百葉通風口、自然通風、流體力學計算 (CFD)

CornerStone 成基應用科技

A Study on Ventilation efficiency of Louvers type in the Dwelling Unit

Jain-Cheng Hou¹ Ding-Chin Chou¹
¹National Taipei University of Technology

ABSTRACT

In this study, will be discussion the ventilation tower of the building ventilation louver integrated design, and stand by CFD for ventilation benefits. Building Ventilation Tower is the application of the principle of buoyancy ventilation to achieve the effect of indoor natural ventilation. In addition to reducing the indoor temperature to improve indoor comfort, excellent natural ventilation effect can also improve the indoor air quality, and reduce the energy consumption of mechanical ventilation, to achieve energy-saving and the other benefits.

The sample of 120 ° -60 ° combined with 6cm, 10cm are better than the others. Although 135 ° -45 ° and 120 ° -60 ° combined with louvers of different densities of the cooling effect have little difference, but the 120 ° -60 ° in the overall simulation is more stable, and the temperature's curve more stable decline, the indoor flow field is more evenly distributed. When the more sparse leaf density, and the longer one, although the overall ventilation cooling effect more quickly, but represent for indoor wind speed of improve, and reduce the comfort of the indoor environment.

Keywords: Indoor Flow Field · Louvers Ventilation · Natural Ventilation · Computational Fluid Dynamics

CornerStone 成基應用科技

一、前言

永續與節能建築意識的興起，如何妥善在設計中導入相關概念並減少能源消耗成為值得探討的問題。台灣位處於亞熱帶氣候，屬海島型季風氣候國家，具備良好的自然通風設計條件，相當適合利用自然通風設計手法改善室內通風環境，可減少仰賴機械空調設備強制性改善室內通風環境，所產生的大量消耗能源，降低對地球資源的負荷，並更友善的去改善整體環境。

應用自然通風於節能設計中是經常探討與實踐的課題，作為建築節省能源、改善通風換氣為相當具成效的手法，受到廣泛的應用，若能妥善利用其優勢，不僅能改善室內環境品質，更可以實踐永續與節能設計概念，為未來創造一個更理想的生活環境。

本研究設定以單一居室空間結合通風塔為例進行自然通風效能之探討，探討建築通風塔百葉通風口型式與輔助軟體進行 CFD 模擬，執行計算流體力學計算 (CFD) 及室內溫度變化，應用所得之數值模擬與理論分析，並找出在自然通風條件下何種百葉通風口為最佳之組合型式，期望能為後續通風塔相關研究提供模組化數據與實際案例供參考。

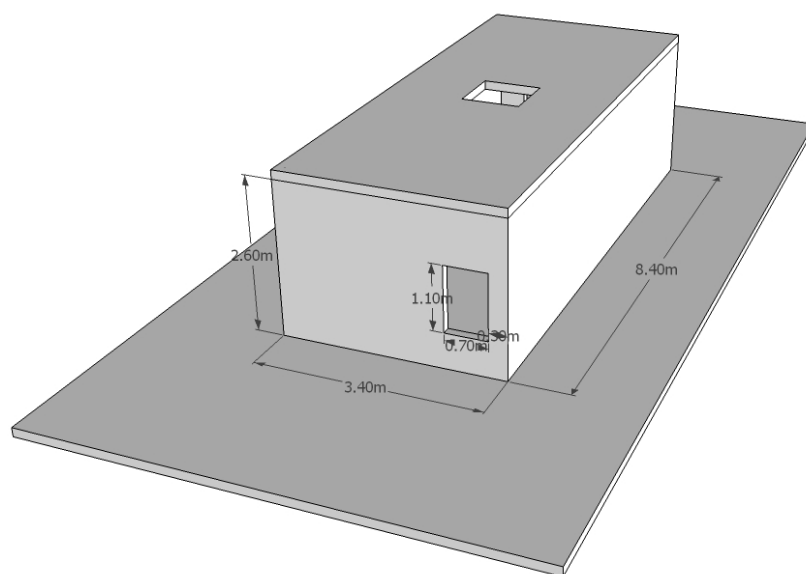
二、研究概述與方法

本研究採電腦數值模擬輔助，將設定之研究議題進行前置探討，同時修正並確立輔助運算數據模型所需之相關條件，以利於提升整體研究之可信度與精準度。

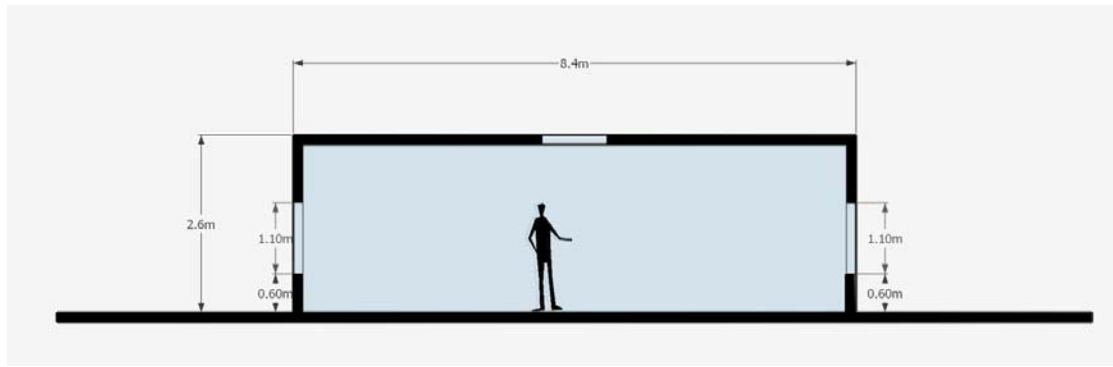
本研究設定與架構說明如下：

1. 實驗單元空間建置

本研究僅針對單一設定之單元空間 (單元空間為國立臺北科技大學設計館 651 研究室，為一長形居室空間) 進行探討，初步研究僅針對單一空間進行不同通風塔葉片組合的探討，因單一居室空間較為單純，可減少複雜的因素產生，較利於整體研究進行。設定之單元空間尺寸為長 8.4 公尺、寬 3.4 公尺、高 2.6 公尺，按實際開窗現況設定有進出口，並因實驗需求於頂蓋部分留設開口結合通風塔設計進行 CFD 模擬。(圖一、圖二)

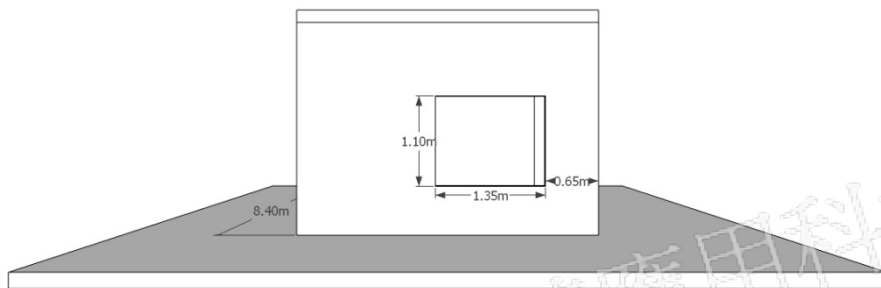


圖一、單元空間設定

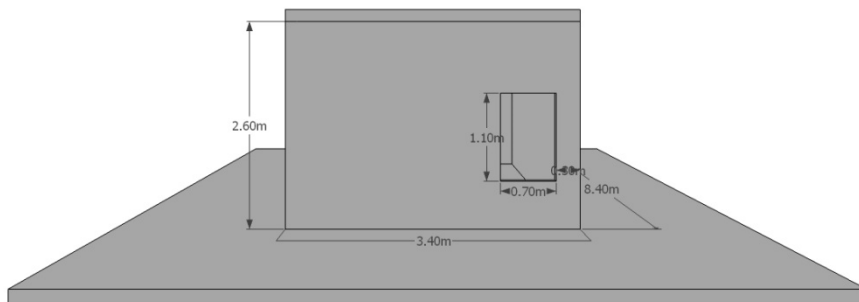


圖二、單元空間剖面

設定之單元空間，正反面留有固定之入流口與出流口，入流口尺寸為寬 1.35 公尺、高 1.1 公尺，出流口為寬 0.7 公尺、高 1.1 公尺（如圖三、圖四）



圖三、單元空間正立面圖



圖四、單元空間背立面圖

2. 研究方法

(1) 應用台灣邁達斯公司所引進之 midas NFX（圖五）進行 CFD 數值模擬應用

midas NFX軟體為CAE/CFD之模擬軟體。CAE/CFD是指透過電腦進行工程方面的設計、製造、企劃、診斷、修理等工程類的數值方法。透過CAE/CFD技術可以對於CAD模型做樣品和實驗之前先行驗算性能，然後利用其結果修改、改善模型。



圖五、midas NFX

(2) 文獻資料蒐集與整理。

本研究參考文獻主要為探討自然通風對於通風塔之百葉通風口裝設不同之導風板葉片組合相關研究，主要研究目的皆與如何結合自然通風於室內居室環境之研究。

[1]李彥頤，(1998)，以中央橫軸旋轉窗探討自然通風狀態下通風效率之研究：根據該研究結論，中央橫軸旋轉窗於導風板角度在 $120\sim 135^\circ$ 之間，能有效強化熱浮力效應，幫助室內自然通風換氣。

[2]李芝嫻，(2008)，垂直導光通風塔於室內通風性能之研究：根據實驗結果指出，室外風速只要超過 1m/s 時，及形成風力通風大於浮力通風現象，因此CFD數值模擬皆假設是外風速為 1m/s ，便於觀察室內空間通風性內之影響。

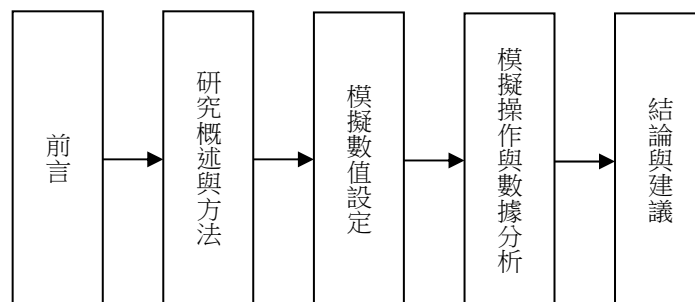
[3]連憶菁，(2003)，水平導風百葉開口部對室內自然通風效果影響之研究：本研究以居室空間單側通風模式為探討對象，根據研究數據得知，換氣量隨著百葉深度增大而提升，換氣量亦隨風速增大而逐漸增大。

[4]秦子傑，(2006)，垂直通風管對室內通風效益研究：CFD與風洞實驗之比對方式是將風洞實驗段重建於計算流體力學程式中，並經由改變紊流模型、邊界條件、網格數及模型位置方式來取得與實際流場最接近的設定值。

[5]陳念祖，(2007)，建築開口部裝設導風板對自然通風之效益：運用CFD數值解析方式配合足尺實驗檢視模擬之可信度， 9cm 以上水平導風板有助於提升單側通風時之換氣率，並隨導風板深度而遞增，導風板深度為 144cm 時，其換氣增加率最大，可達 $166\sim 230\%$ ，而導風板深度為 4cm 時，不僅無法提升室內換氣，在高風速下（ $1\sim 2\text{m/s}$ ），還會減少 $5\sim 13\%$ 的換氣率；若綜合考量各評估項目，導風板深度以 $18\sim 48\text{cm}$ 為較佳的選擇。

(3) 根據 midas NFX 進行 CFD 數值模擬應用結果及文獻資料，探討百葉通風口型式對自然通風之影響程度。

3. 研究架構



圖六、研究流程圖

三、模擬數值設定

建立3D模型參數之合理設定，再依定、變因設定進行模擬分析比較，定因包括：室內、外氣流環境、溫度、風速、流場大小…等；變因包括：百葉密度、百葉深度、百葉角度。

1. 邊界條件

表一、邊界條件

項目	電腦模擬基本假設
速度場	穩態流場(steady state)
	紊流流場(turbulent flow)
溫度場	考慮重力影響
壓力場	忽略牆表面粗糙度
	三維直角座標(creation coordinate)

2. 定因設定

表二、模擬定因設定

項目	控制定因
自然風條件	模擬風速固定為 1 m/s
溫度條件	室內、外溫度固定
氣流環境	室內、外環境條件固定
模擬流場範圍	範圍及大小固定
其他參數條件	相關參數一致

模擬之固定條件如：室內、外氣流環境、溫度、風速，流場環境溫度以中央氣象局所發佈臺北2016年6、7、8月溫度資料為數據參考（如表三），三個月數據之平均值定為室外溫度29.9℃，流場風速設定根據文獻回顧資料設為風速1 m/s較利於觀察數據模擬結果。

表三、中央氣象局臺北 2016 年 6、7、8 月溫度資料

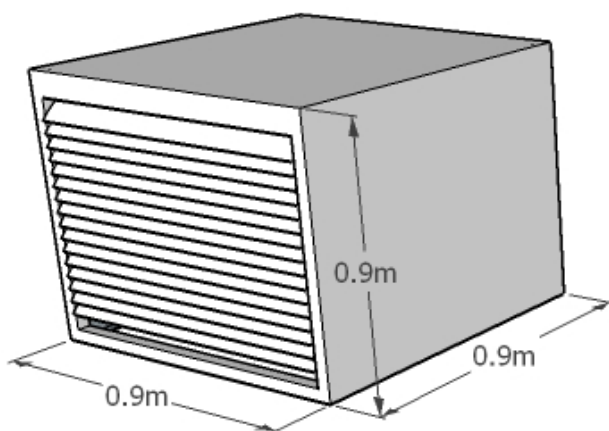
項目	溫度℃		
	平均	最高	最低
6 月	29.4	38.7	24.1
7 月	30.3	38.5	23.9
8 月	30.1	37.8	24.6

3. 變因設定

表四、模擬變因設定

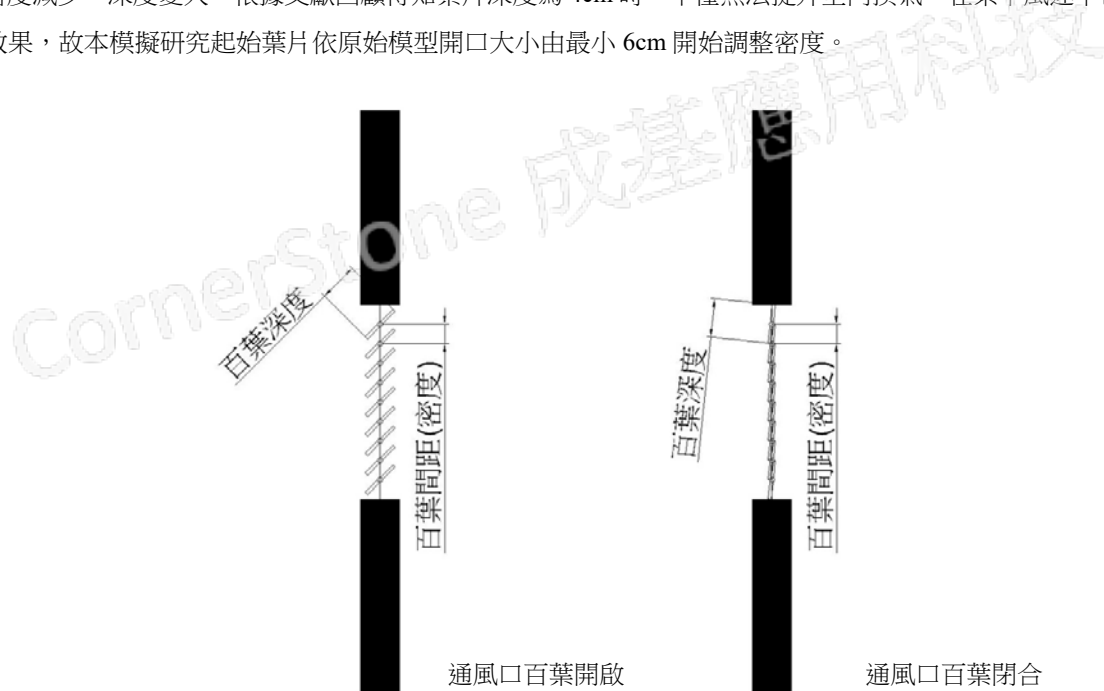
項目	電腦模擬基本假設
百葉型式	密度
	深度
	角度

模擬之空間尺寸為長8.4公尺、寬3.4公尺、高2.6公尺，通風塔尺寸延續北科大·李芝嫻·垂直導光通風塔於室內通風性能之研究中設定為方形長0.9公尺、寬0.9公尺、高0.9公尺；(圖七)。



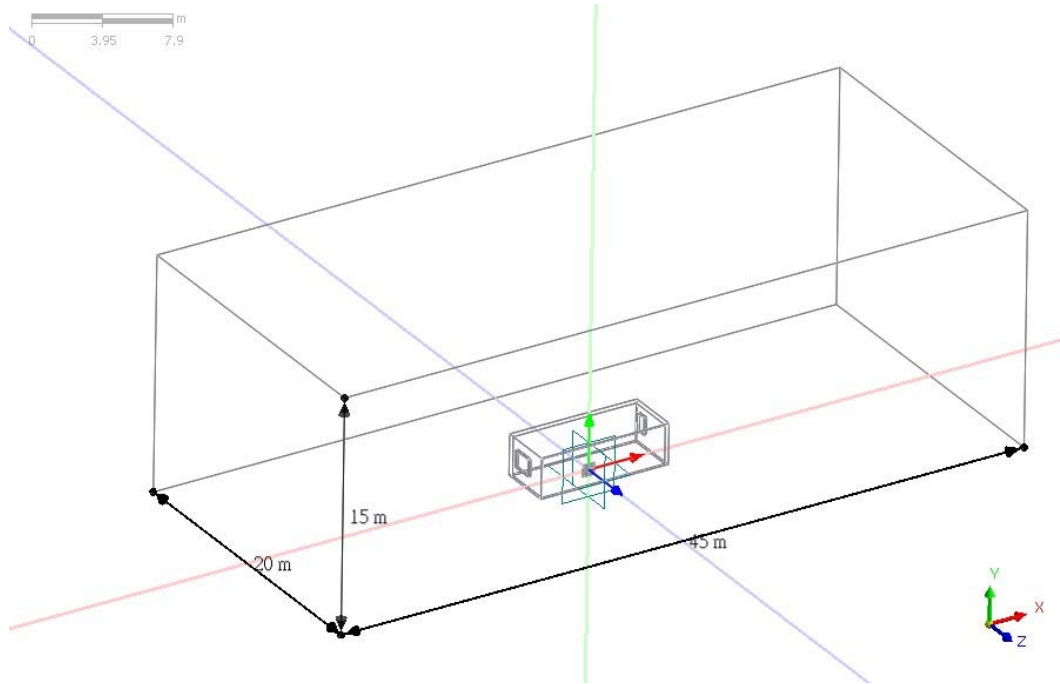
圖七、方型通風塔尺寸

模擬之葉片尺寸設定：本研究以活動式百葉通風口為研究對象，故百葉葉片之深度與密度會互相影響，密度增加、深度變小；反之，密度減少、深度變大。根據文獻回顧得知葉片深度為 4cm 時，不僅無法提升室內換氣，在某下風速下甚至有可能影響室內換氣效果，故本模擬研究起始葉片依原始模型開口大小由最小 6cm 開始調整密度。



圖八、百葉通風口剖面示意圖

模擬之外流場範圍則定為長 45 公尺、寬 20 公尺、高 15 公尺。(圖九)



圖九、外流場範圍

根據文獻回顧得知百葉導風板角度在 120~135 度時為最佳角度，因此簡化變因組數，由於通風塔相對側會設有百葉故將模擬組別分為 135°-45°、120°-60°及 90°-90°，並由最小 6cm 開始調整密度，分為 6cm(10 片)、10cm(6 片)及 20cm(3 片)，共九組模擬樣本設定如下：

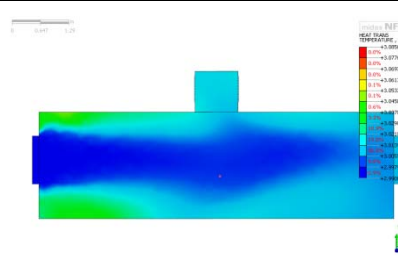
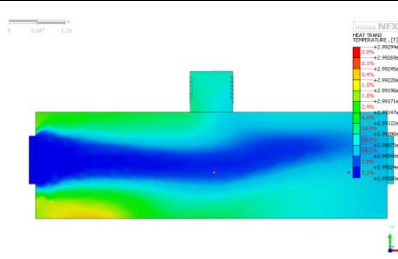
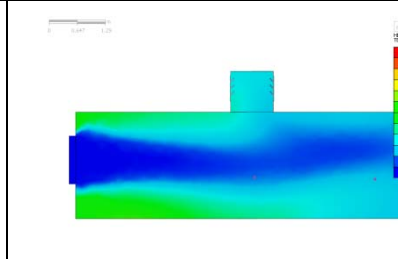
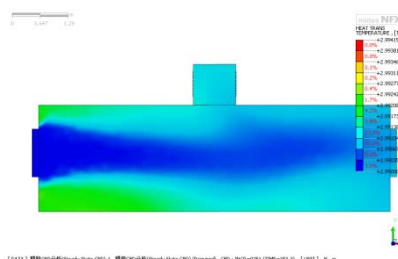
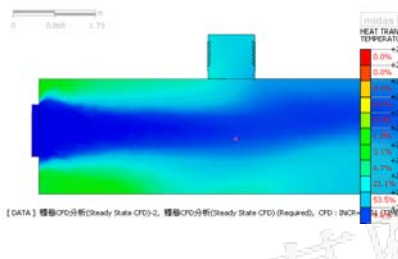
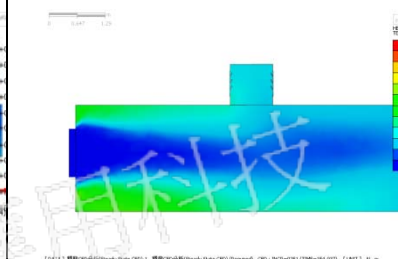
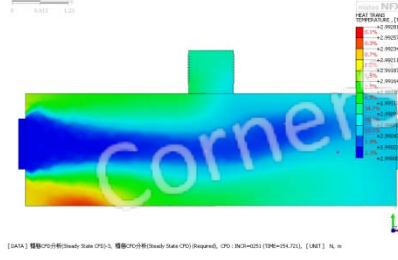
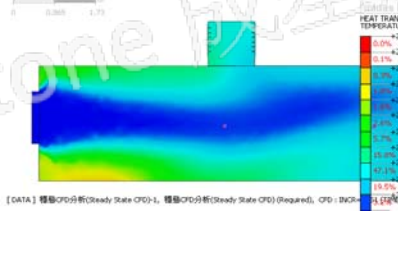
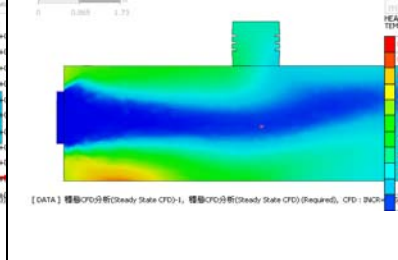
表五、百葉角度設定說明

項目	6cm(10 片)	10cm(6 片)	20cm(3 片)
135°-45°			
120°-60°			
90°-90°			

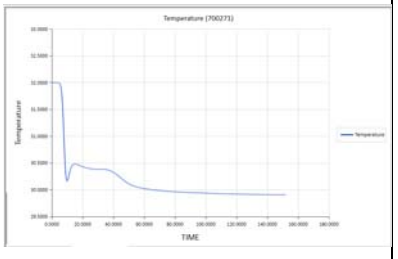
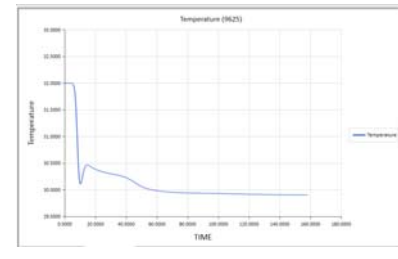
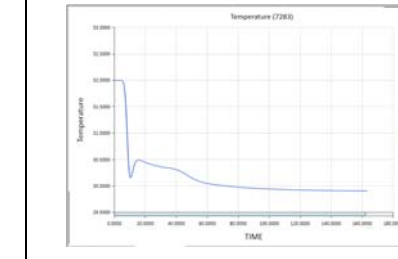
四、模擬操作與數據分析

本模擬研究以 midas NFX 進行模擬，根據前述之條件設定，且三組單元空間在相同的流場條件設定下進行探討，所得模擬結果如下表：

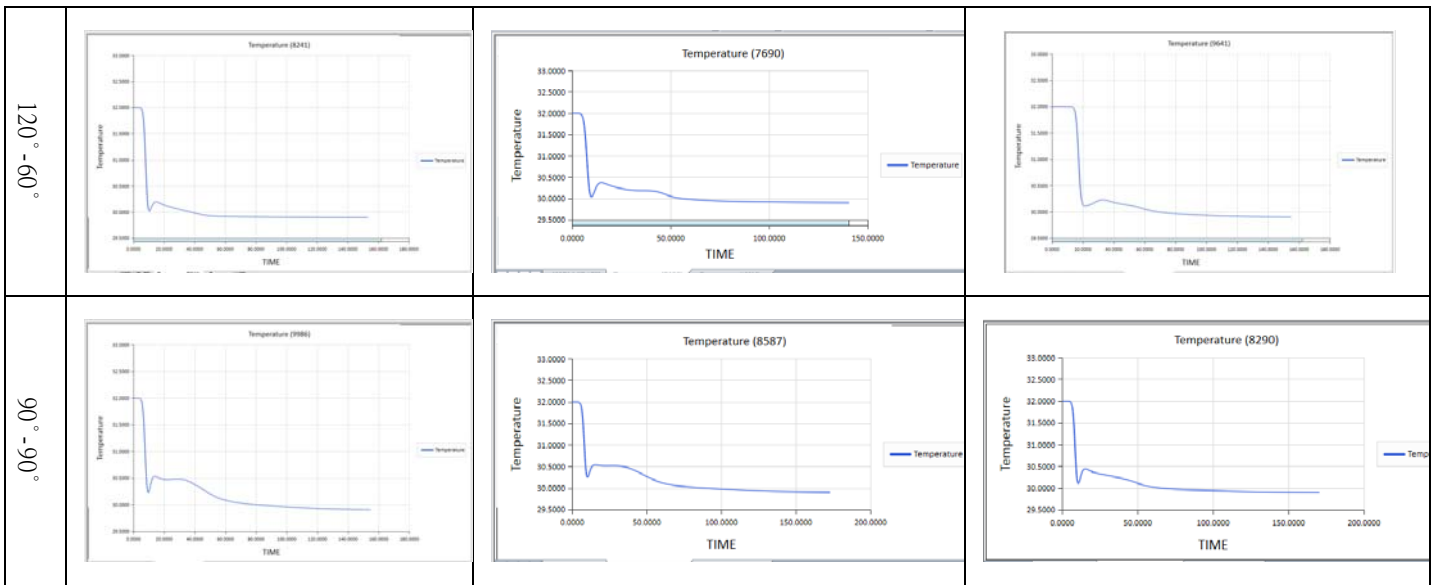
表六、溫度場模擬

項 目	6cm(10片)	10cm(6片)	20cm(3片)
135°-45°			
120°-60°			
90°-90°			

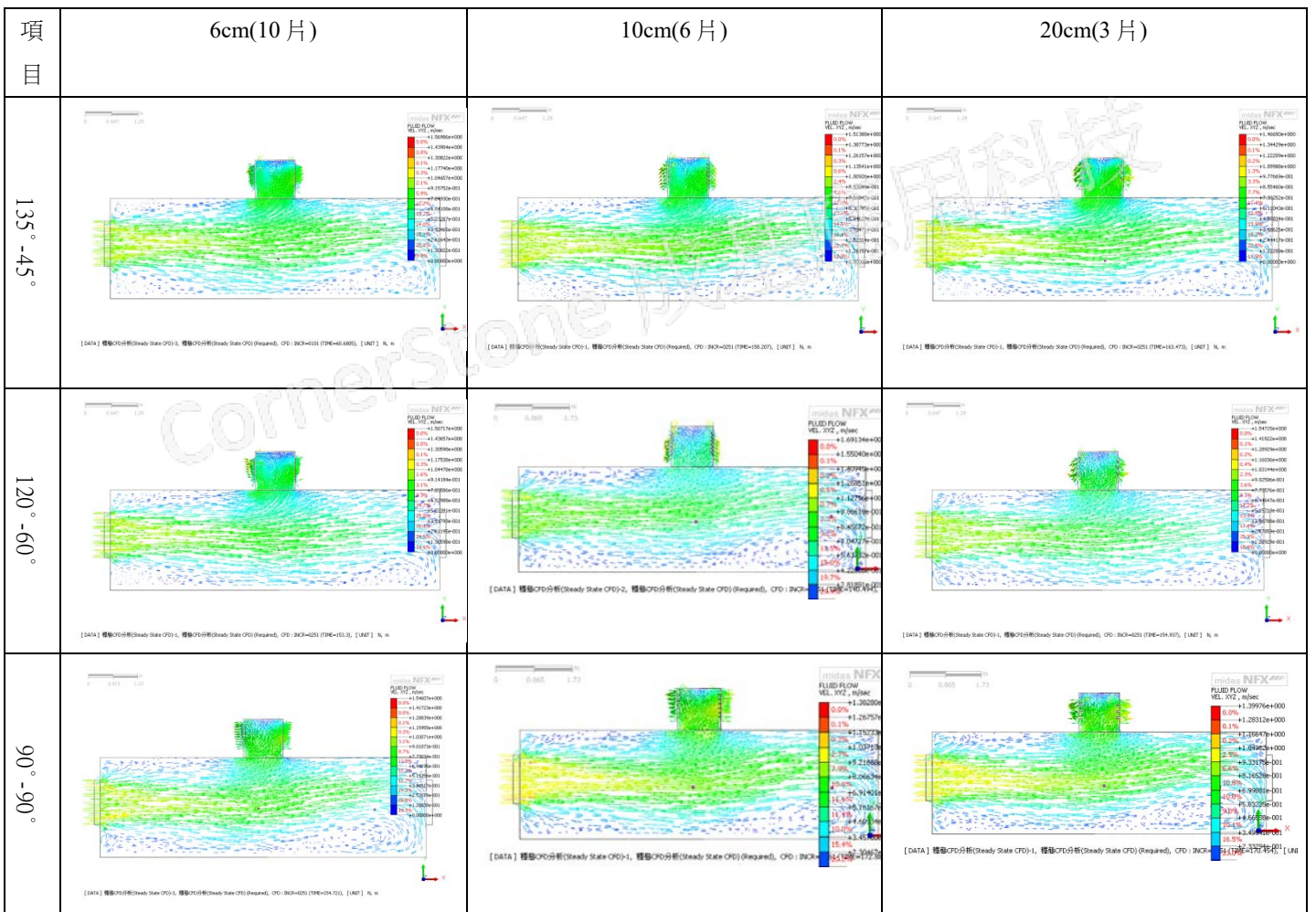
表七、室內測點溫度變化

項 目	6cm(10片)	10cm(6片)	20cm(3片)
135°-45°			

(續)表七、室內測點溫度變化



表八、氣流場模擬



根據模擬結果觀察室內測點溫度曲線，整體溫度場模擬，可發現三組角度中 120° - 60° 整體的效益較佳，並趨於穩定。而觀察三組百葉密度模擬結果可發現，百葉長度越長，室內風速越快，雖然散熱效果越佳，但可能造成室內環境風速過快降低整體舒適度。

五、結論與建議

透過模擬結果得知，裝置通風塔後室內自然通風、溫度皆有獲得改善，能達到較好的室內舒適度。根據模擬操作的結果得知 $120^{\circ}-60^{\circ}$ 結合 6cm、10cm 之組合為較佳之組合。雖然 $135^{\circ}-45^{\circ}$ 與 $120^{\circ}-60^{\circ}$ 結合不同密度之葉片兩者降溫效果差異不大，但 $120^{\circ}-60^{\circ}$ 在整體模擬中較趨於穩定，溫度曲線較平穩下降，室內氣流也較平均分佈。而葉片密度越疏、長度越長，雖然讓整體通風降溫效果更快速，但也表示室內風速的上升，並降低整低室內環境之舒適度。

本研究是設定在一穩態模擬下，理想之浮力通風狀態，然而在現實環境的變化應更劇烈，若能同時進行足尺或縮尺模型的實際測量便更能提高本研究之整體完整度，且本研究僅針對文獻回顧所得之數據做分組模擬研究探討，未來研究可將整體組合作更細的劃分，增加更多變化模擬以獲得更詳細的數據驗證，對於整體通風塔的設計與實踐應更有幫助。

六、致謝

首先要誠摯的感謝指導老師周鼎金教授，老師細心的指導與討論指引我正確的研究方向，使我在研究的過程中獲益良多。並要感謝研究室同學們與學長姐的協助，本研究能順利完成並非我一己之力，而是全體研究室師生共同激盪鑽研出的成果，謹以此文獻給老師、同學及學長姐，感謝你們在研究過程中的指教與協助。

七、參考文獻

1. 中文期刊論文

- (1) 李彥頤、江哲銘，(1998)，以中央橫軸旋轉窗探討自然通風狀態下通風效率之研究，國立成功大學碩士論文
- (2) 李芝嫻、周鼎金、邱英浩，(2008)，垂直導光通風塔於室內通風性能之研究，國立台北科技大學碩士論文
- (3) 連憶菁、江哲銘，(2003)，水平導風百葉開口部對室內自然通風效果影響之研究，國立成功大學碩士論文
- (4) 秦子傑、周鼎金、邱英浩，(2006)，垂直通風管對室內通風效益研究，國立台北科技大學碩士論文
- (5) 陳念祖、江哲銘，(2007)，建築開口部裝設導風板對自然通風之效益，國立成功大學博士論文