

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

主動型建築外表帷幕系統(ABE)：風力太陽能驅動氣、電、 熱整合之研究 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 96-2221-E-216-015-
執行期間：96年08月01日至97年07月31日
執行單位：中華大學機械與航太工程研究所

計畫主持人：蔡博章

計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理人員：李建和
碩士班研究生-兼任助理人員：林進宏

處理方式：本計畫涉及專利或其他智慧財產權，2年後可公開查詢

中華民國 97年10月31日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 成果報告
 期中進度報告

主動式外表帷幕系統(ABE)：風力太陽能驅動氣、電、熱之研究

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC -96-2221-E-216-015

執行期間：2007年08月01日至2008年07月31日

計畫主持人：蔡博章

共同主持人：

計畫參與人員：李建和、林進宏

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

赴國外出差或研習心得報告一份

赴大陸地區出差或研習心得報告一份

出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

執行單位：中華大學機械與航太工程研究所

中華民國 97 年 10 月 28 日

目錄:

一、 目錄

二、 報告內容

三、 參考文獻

四、 計畫成果自評

主動式外表帷幕系統(ABE)：風力太陽能驅動氣、電、熱之研究

蔡博章¹、李建和²、林進宏³

¹ 中華大學機械與航太工程研究所副教授

^{2,3} 中華大學機械與航太工程研究所研究生

國科會計畫編號.: NSC96-2212-E-216-015

摘要

本研究增加考慮到通風,使ABE系統精確接近實際物理現況,提出熱傳類比電路,作出新的分析模型,並以CFD軟體驗證,作出離型測試並與舊模型比較。另外將ABE系統整合小型導風扇風力機配置之雙核心(dual core)混成(hybrid)之氣、電、熱主動式系統,相輔相成,導風扇式風力發電提供空調氣源及電力並輔助ABE系統之輸入功率並提昇熱沉之散熱效率。本文先數值分析再實驗驗證,探討有、無風扇開啟,亦即有無強制對流對ABE系統氣、電、熱之影響。希望本研究成果可以促成冬暖夏涼、舒適空間的早日實現。

關鍵字：主動式建築外皮帷幕系統、熱電、太陽能、風力能

1. 前言

1970年代,世界連續發生兩次能源危機情況下,造成全球在能源取得方面,受到相當程度的影響,為了確保能源有效利用,許多先進國家能源管理方面陸續立法規範,這其中也包含了建築物的節約能源管理,至今也收到相當的效果,然而,各國的建築節能規範所採用的評估基準不盡相同,如美國部份地區及東南亞諸國是採用的外殼總傳熱值(OTTV)為基準;歐洲及加拿大是採用建外殼構造熱傳率(U值)規定;日本是採用外周區年間負荷係數(PAL)及空調能源消費係數(CEC)之基準系統,而我國則是採用外殼耗能量指標(ENVLOA)及空調系統耗能效率設計指標(PACS)之基準系統。

台灣地區自產能源貧乏,97%的能源均仰賴進口,且環保意識日益覺醒,使開發自產能源、利用綠色能源的重要性日益彰顯,我國政府在1998年召開全國能源會議,並宣布在公元2020年時,再生能源發電總裝置容量,占全國發電系統之10%為目標,而政府在2002年所通過之「再生能源發展條例」訂定再生能源發電容量獎勵總量為650萬瓩,進一步宣示加強推動再生能源發電之政策。並對再生能源定義為風力、太陽能、生質能、地熱、海洋能、非抽蓄水力、沼氣、潮浪、溫差等,帶動能源產業與使用,之後又有「京都預定書」之CO₂排放問題,故依據2006熱流暨能源學門研究規劃書之第二、第三及第八章內

容,提出與建築能源科技領域有關之研究。

主動式建築外皮帷幕系統:(ABE: Active Building Envelope System)系統代表著一個新的熱控制方法--去補償建築物在表皮或其他地方被熱傳遞,所造成熱的損失和獲得。在ABE系統中,太陽照射能量藉由光壓電電池轉換成電能。接著,這電能將提供熱電、熱沉系統所需要的電力,簡單地說,ABE系統包括二個基本元件,一個為光壓電(PV)系統和另一為熱電(TE)系統,PV系統改變太陽輻射能量變成電能。TE系統裝置改變電能成為熱能,或是反向改變熱能成為電能,而熱電TE元件則分佈在絕緣層內的各開口中,每一個TE元件具有兩個熱沉,一個吸熱,另一為散熱用,外部熱沉不管吸熱或放熱,都藉由自然對流或強制對流傳熱到空氣中,以上研究係由美國Dr. Steve Van Dessel研究團隊所提出並對ABE系統作出可行性評估之分析模型,針對總輸入電壓,可以觀察到BiPV產生的電能高於TE單位的總輸入功率,故ABE系統是可行的。

因此,本研究即在此動機之下,根據2004年Dr. Steve Van Dessel [1]提出的主動式建築外表帷幕系統(ABE)的模型並增加以風力亦即空調手段來驅動螺旋式板式熱交換器的一種新的熱控制技術--去補償建築物外表(Envelopes)或其他地方被熱傳遞,造成熱的損失和獲得(圖一),此系統並與進行模擬分析和縮小尺寸印證。

2 文獻回顧

2004年Dr. Steve Van Dessel研究團隊所提出[1]主動式外表帷幕系統(ABE)其中包括二個基本元件,一個為光壓電(PV)系統和另為熱電(TE)系統。PV系統是改變太陽輻射能量變成電能。TE系統裝置改變電能成為熱能,或是反向將熱能變成電能(圖二),其中模型分析中明確算出導熱到帷幕之 $Q_{load} = 6\text{ W}$ 。2004年Buist等人[2]使用數值軟體在TE致冷器工作時估計熱沉的效率並與Dr. Steve Van Dessel's模型作結果比對產生的數值較低,其中 $I=8$ 安培時,一個模型之間的最大區別大約是10%。

關於風機部分首先在1999年Fuglsang and Madsen [3]針對風力機轉子以不同參數規格之最佳化設計和Wright and Wood[4]軸向風力機之低速啟動的探討,設計與經驗公式溶入本研究設計中。2006年Epaarachchi and Clausen [5]提出小型風機葉片在負

載模式實驗測定後之疲勞預測。

熱交換器之部分首先在2007年B. J. Tsai[6] 應用到微渦輪引擎之熱交換器，作燃燒預熱提高引擎效率。利用熱再循環(heat-recirculating)或超焓(excess enthalpy)的燃燒技術是將燃燒所產生的熱能，透過熱交換器或其他設備將部分的熱能回收再利用，以提高系統效率或作為其他用途。而瑞士卷型燃燒器(Swiss roll burner)即利用此一熱再循環技術，以高溫產物的熱來預熱反應物，提高燃燒效率及可燃極限[7]。以上為組合實體元件。

本研究考慮實際物理現況增加考慮到通風現象，使ABE系統更精確接近實際物理現況，如圖1右邊所描述之所謂新模型之ABE系統之住家空間安排，清楚說明本研究之創新構想-以空調空氣動力機制達到風力太陽能驅動氣、電、熱之整合目的。

3. 研究目的和方法

3.1 模型概要

本文作者團隊研究的模型相較與Dr. Steve Van Dessel's團隊，並在x方向增加之回風口，在y方向則設由風力機導引經瑞士捲熱交換器產生空調之強制對流的A開口之出風口，而此出風口可考慮幾種熱產生量，亦可變成ABE系統之熱負荷，在此為簡化模型，開口只設1~2個及考慮1~2人之發熱平均量及照明系統之平均發熱量，以為系統之總熱負荷，更能真實模擬建築物一個單元約4m x 4m x 4m之氣、熱狀況。

其熱阻之類比電路圖如(圖三)所示，而其中 R_{wall} 設定最佳絕熱則變成極大值，以使總體熱阻overall thermal resistance求法可以變得容易。

$$T_i = \frac{q_i + \sum_j (T_j/R_{ij})}{\sum_k (1/R_{ik})} \quad (1)$$

依高斯-希德爾(Gauss-Seidel)疊代法[8]一步驟表示上方程式形式的差分方程式，即可得建築外皮帷幕內空間全面整體氣、熱狀況。而更詳細之建築設備配置如圖四新分析模型之單一ABE系統之住家空間示意所示。

3.2 模型總熱阻之概算

首先假設模型之牆壁為均質材質，其材質為石棉，熱傳遞係數為 $0.4 \text{ W/m}^2\text{C}$ ，然而在 R_{TE} 則是R材料1=R材料2，其 R_{TE} 之熱遞係數會因TE致冷器內部之熱電偶數量有所不同，所以在些是根據文獻[1]以不同之熱電偶數量的實驗值來代表 R_{TE} ($^{\circ}\text{C}/\text{W}$)，如表一：

從圖三中可表示： R_A 出風口則是代表風扇吹進室內，表示為強制對流，其對流系數為 $12 \text{ W/m}^2\text{C}$ ， R_B 回風口則是代表百葉窗，表示為自然對流，其對流系數為 $4.5 \text{ W/m}^2\text{C}$ 。在溫度的部分首先假設環境溫度 T_0 為 33°C ，太陽光照射到太陽能之 T_h 為 47°C ，熱交換器發出來的溫度， T_{SW} ，則假設為 38°C 。本文則以不同TE之熱電偶數和風扇吹進室內與無風扇吹進室內的整

體熱傳遞係數 $U(\text{W/m}^2\text{C})$ 來比較，如表二，有風扇U值小於無風扇U值。

3.3 軟體及模型輸入參數

並以Airpak軟體[9]輸入，建立建築模型，並採用四種不同方式來模擬分析如表三。

模型相關數值輸入如下：

1. 出風風量： $1.5 \text{ m}^3/\text{s}$ 。
2. 出風口風速： 10 m/s 。
3. 出風口數量：1組，下吹出風口1組，每組尺寸長0.25公尺，寬0.2公尺。
4. 出風口溫度： 14°C 、回風口溫度：環境溫度。
5. 人體發熱量以1~2人合計 $72\sim 144 \text{ W}$ ，地板發熱量可忽略，照明發熱量平均為 100 W/m^2 。
6. 周遭空氣風場可以看成是不可壓縮的，外流場應滿足的三維流動控制。
7. 空調氣流模擬時改量須於最大負荷值時氣流分佈需能達到環境要求，故空調環境採用空調設計日尖峰負荷環境為輸入值。故採用模型為一穩定狀態，於不影響客觀分析情形下，簡化ABE系統氣流模擬程序。

3.4 出風口風速分析參數輸入

依Nielsen(1978)[10]測試出風口風速經以Grapher軟體取得相關數據(圖五)所示。取得相近曲線圖及以出風口風速分佈，以迴歸分析得到二次曲線之湊合方程式為

$$\frac{u}{u_0} = a\left(\frac{y}{h}\right)^2 + b\left(\frac{y}{h}\right) + c \quad (2)$$

$$a=-1.4287, b=1.4287, c=0.7619$$

另對上式積分，求0~1間上式函數之平均值，其值為1.0

$$\begin{aligned} \frac{\bar{u}}{u_0} &= \int_0^1 \left[a\left(\frac{y}{h}\right)^2 + b\left(\frac{y}{h}\right) + c \right] d\left(\frac{y}{h}\right) \\ &= \left[\frac{a}{3}\left(\frac{y}{h}\right)^3 + \frac{b}{2}\left(\frac{y}{h}\right)^2 + c\left(\frac{y}{h}\right) \right]_0^1 \\ &= 1.000 \end{aligned} \quad (3)$$

即代表以二次曲線之湊合方程式之速度分佈，與(y/h)在0~1區間以等速度輸入，有相同之平均流入速度。依照出風口風速，公式求得出風口平均格點十處的風速並輸入Airpack軟體中。

3.5 輸入參數

使用Airpack軟體時設定值如下：

1. 穩態steady。
2. 流動模式：Turbulent (Two equation model)。
3. 出風口Opening：
出風溫度 14°C
混亂強度10%

3.6 邊界條件設定

依使用Airpak軟體內建巨集，並搭配中央氣象局之氣象資料，計算與模擬大氣風場之邊界條件，其內建之巨集的輸入參數為當地外界環境之風向、風速、邊界層厚度與地形指數(terrain factor)，並以大氣風場

預測方程式為

$$U(h) = \begin{cases} U_{met} \left(\frac{d_{met}}{H_{met}} \right)^{a_{met}} \left(\frac{h}{d} \right)^a & h < d \\ U_{met} \left(\frac{d_{met}}{H_{met}} \right)^{a_{met}} & h \geq d \end{cases} \quad (4)$$

U_{met} = 氣象站附近之平均風速

H_{met} = 風速計高度

a_{met} = 氣象站地形指數

d_{met} = 氣象站邊界層厚度

a = 不同地況之地形指數

d = 不同地況之邊界層厚度

本文以新竹地區之風速計高度為15.6m，地形指數為0.19，邊層厚度為350m。

3.7 鬆弛係數

由於解析方程式各變數交叉影響，造成流場各變數離散性加大易導致數值發散，因此需要引入鬆弛係數以增加數值運的穩定性，模擬中所設定的鬆弛係數如表四。

3.8 收斂值設定

對於求解任一變數而言，在疊代過程中，二次解平均差值遠小於設定收斂值時，可得一滿足方程式之變數求解。模擬中所設定的收斂值，如表五。

3.8 格點獨立分析

由於不同程度之格點可能導致不同的數值結果，進而影響結果之可信度，因此必須採用獨立分析，在不同格點數中比較同一物理量，觀察當格點增加時，該物理量是否會產生差異，若差異很大則繼續增加格點數，直到格點數增加不會影響該物理量即可停止增加格點。圖六為本文數值模型求解域20m x 8m x 20m之外區域模擬室外周遭環境包含一4m x 4m x 4m之內區域模擬ABE系統，而數值模擬的構件如圖七所示，包含12片熱電之致冷晶片及通風之進、出風口。

本計算之網格數驗證是選取以高度H=1.0、2.0、3.0處為分析高度，並向四週取間距各1.6m，共計27點如圖八，在相同之設定下進行計算進行格點獨立測試。比較計算結果之差異，結果顯示，網格在64,216、143,246、180,718、280,129等條件下，網格數不同產生之結果互有些許差異，以誤差R求得最佳格點數。

$$R = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{T_{n+1} - T_n}{T_0} \right)^2}{N}} \quad (4)$$

T_{n+1} : 前一格點數量時所解之溫度(°C)

T_n : 目前格點數量時所解之溫度(°C)

T_0 : 環境值溫度(35°C)

N: 取樣點數

誤差R結果如表六。因格點4與格點3比較， T/T_0 誤差為 $8.9e-6 < 7.3e-7$ ，可為收斂完成。即網格在279,972，XZ格線距離0.5m，Y格線距離0.4m，以及風機、回風口和source均加密情形時有最佳格點。故以格點4方式進行本次氣流計算。

4. 結果與討論

4.1 氣流模擬結果

圖九為風扇開啟與無開啟和有heat sink與無heat sink之氣流分佈圖，其中所取的剖面為出風口所在的高度為3.5m，另一平面為風扇所在高度為4m位置。

依圖九(a)(b)(c)(d)之系統氣流分佈圖，風扇開啟與有heat sink(a)和無heat sink(c)與風扇無開啟與有heat sink(c)和無heat sink(d)之氣流分析比較，由速度向量及流線圖可以看出風從環境進氣，右上角再沿TE系統的右壁面，向下迴流地板，流到左壁面最後再從左上角出氣口出去，而當風扇開啟，相較未開啟時，有較強氣流與風速。取Z=0m處之氣流情形。風扇開啟與無開啟和有無heat sink之氣流強度平均分佈之比較如表七。

4.2 溫度模擬結果

依圖十為風扇開啟與無開啟和有heat sink與無heat sink之溫度分佈圖(a)(b)(c)(d)比較，由太陽能板與TE壁形成之間隙為熱端，其有無heat sink之效果會可達70~75°C，TE另一端產生致冷效果，並借空調將冷氣擴散到室內空間，並取Y=3.5m處之溫度情形。風扇開啟與有heat sink(a)和無heat sink(c)與風扇無開啟與有heat sink(b)和無heat sink(d)之氣流分析比較，風扇開啟可加快讓TE Cooling冷端快速散擴到整個室內其比較平均值如表八。

4.3 PMV值模擬結果

ISO 7730中建議採用的舒適度指標為PMV(Predicted Mean Vote)與PPD(Predicted Percent of Dissatisfied):

PMV在提供一個參考平均值，用來衡量人體在一個環境中的舒適度，PMV指標的產生的來自於許多受測試者，在特定的測量環境裡，對一些環境條件所做出的主觀評估，共分為7個階段，範圍由-3(極冷)延伸至+3(極熱)，中立點0代表熱度適中的狀況。

PPD用來估計人體對環境的不滿意程度。

圖十一為風扇開啟與有heat sink(a)和無heat sink(c)與風扇無開啟與有heat sink(b)和無heat sink(d)之PMV比較，亦即PMV值越小，代表人員滿意度越高，其比較平均值如表九。

4.4 實驗驗證結果

依圖十二Steve Van Dessel's實體建構簡易模型進行實體量測，儀器設備包括：Weather Pro 2317氣象儀、

TM-203型照度計、YK-2005AH型之熱線風速計及RH520型之溫、濕度計(如圖十三)，太陽能板、熱電之致冷晶片、熱沉及進、出風口等。依實驗之不確定性分析本實驗各參數之uncertainty約為10%，取六個測試點，環境溫度為35°C，進行環境因素及冷凍空調能力測試。其結果如表十和表十一。

5. 結論

上述的數值結果與實驗結果互相吻合，證明由風力發電導出氣源，其功能正如風扇開啟，足見強制對流大大改善TE、Heat sink的效率，相較自然對流COP增倍，而且靜音、潔能、省能且省成本，故本研究建立一個較接近實際物理情況的ABE系統全面整體包括次系統之新分析模型

- (1) ABE系統之BiPV、BiTE、Heat Sink效率提昇達到潔能省能功效並對減少CO₂ 排放有幫助
- (2) ABE系統之總輸入功率降低並達到主動式方式達到省能目標
- (3) ABE系統之使用材料變少達到降低成本目標
- (4) 完成增加考慮空調系統與周邊負荷之創新ABE系統分析模型，
- (5) 完成相關次系統、TE、Heat sink、空調系統之分析模擬與驗證
- (6) 導風扇式風力發電提供空調及電力並輔助ABE系統之輸入功率並提昇熱沉之散熱效率
- (7) 無開啟風扇開啟之自然對流有較好舒適度
- (8) 有風扇U值小於無風扇U值，風扇開啟可加快讓TE Cooling冷端快速散擴到整個室內

6. 誌謝

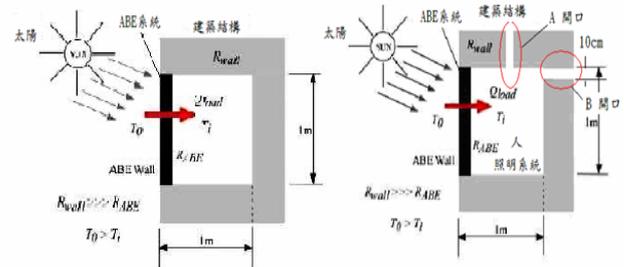
本研究承蒙國科會研究計畫NSC96-2212-E-216-015之支持，謹表謝忱。

7. 參考文獻

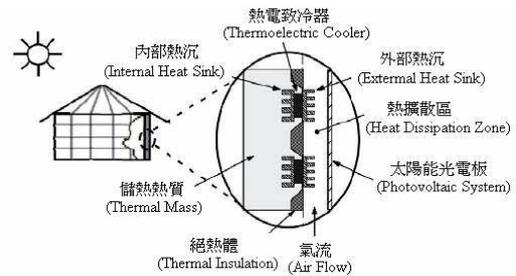
1. Van Dessel, S., Messac, A., and Khire, R., "Active Building Envelopes: A Preliminary Analysis," Asia International Renewable Energy Conference, Apr 2004, Beijing, China.
2. Nagy, M. J. and Buist, R., "Effect of Heat Sink Design on Thermoelectric Cooling Performance," AIP Conf. Proc., Vol. 316, No. 1, Aug. - Sep. 2004, pp. 147-149, 13th International Conference on Thermo-electrics, Kansas City, Missouri.
3. Fuglsang, P. and Madsen, H. A., "Optimization method for wind turbine rotors", Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics 80 (1999) 191-206.
4. Wright, A. K. and Wood, D. H., "The starting and low wind speed behavior of a small horizontal axis wind turbine", Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics 92 (2004) 1265-1279.
5. Epaarachchi, J. A. and Clausen, "The development of a fatigue loading spectrum for small wind turbine blades", Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics 94 (2006) 207-223

6. Tsai, B. J., and, Y. L., "A Swiss-Roll Recuperator for the Microturbine Engine", Applied Thermal Engineering, doi:10.1016/j.applthermaleng.2008.02.028,2008.
7. Holeman, J.P., Heat Transfer, ISBN 0-07-02961809, McGraw-Hill Inc., U.S.A.,5th ed., 1981
8. Fluent, Fluent 6.1 User's Guide,2003
9. AIRPAK2.1 User's Guide, Vol.1-4, Fluent Inc.2004.
10. Vahab Hassani, Terry Penney, "Room Air Motion; Effect of Buoyant Air Jets", Thermal Engineering & Science Branch,: National renewable Energy Laboratory, 1617 Cole Boulevard Golden, Co 80401.

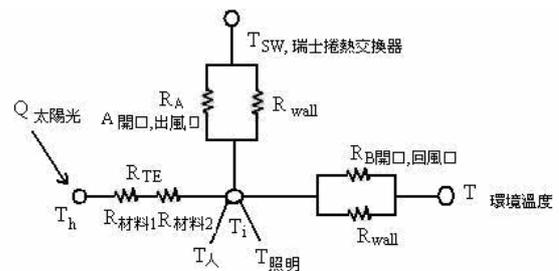
8. 圖表彙整



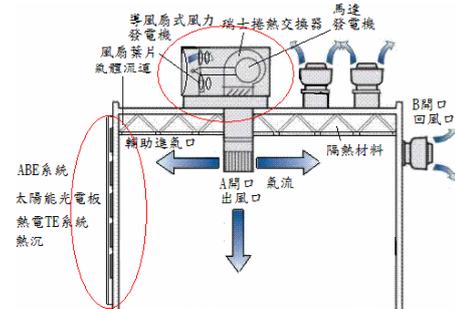
圖一 新、舊模型之 ABE 系統之住家空間示意



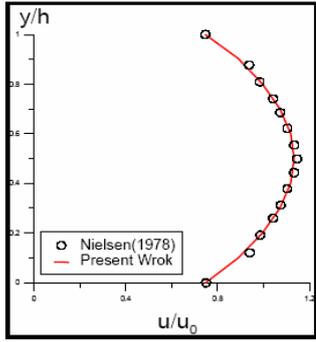
圖二 PV、TE 系統之示意



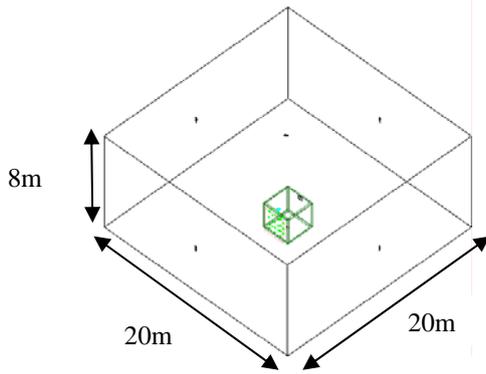
圖三 新分析模型之 ABE 系統熱阻之類比電路圖



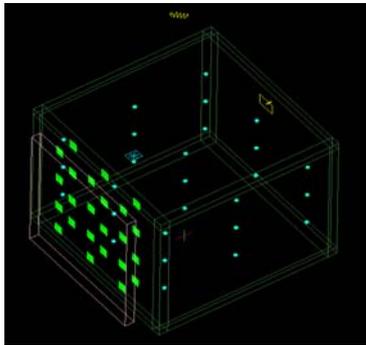
圖四 新分析模型之單一 ABE 系統之住家空間示意



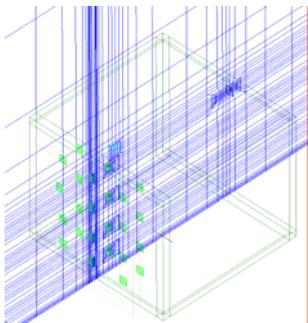
圖五 出風口風速分析



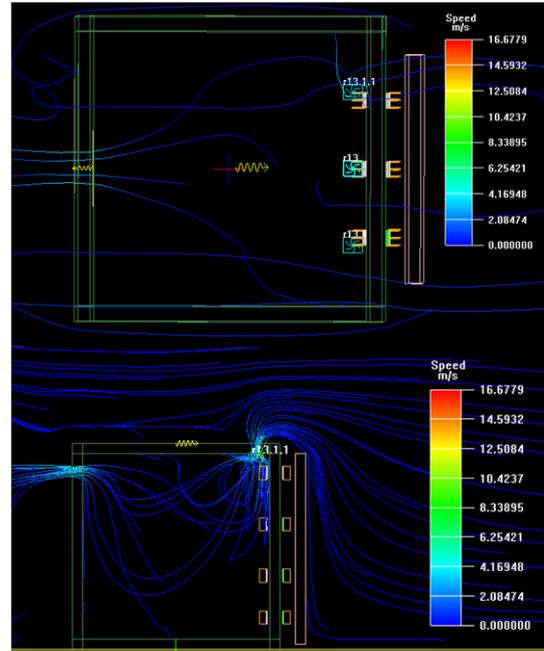
圖六 數值模型求解域



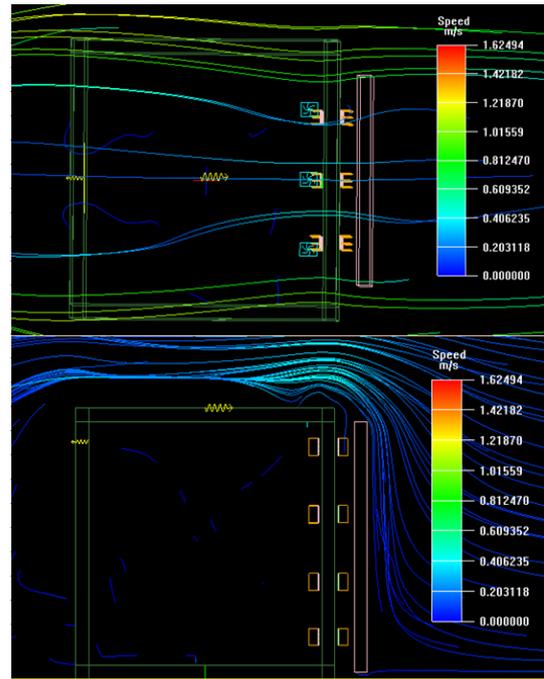
圖七 格點獨立測試示意



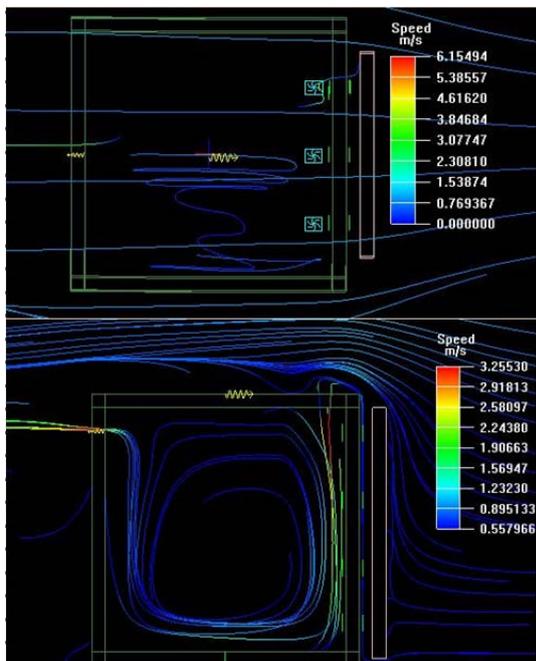
圖八 網格剖面系統示意



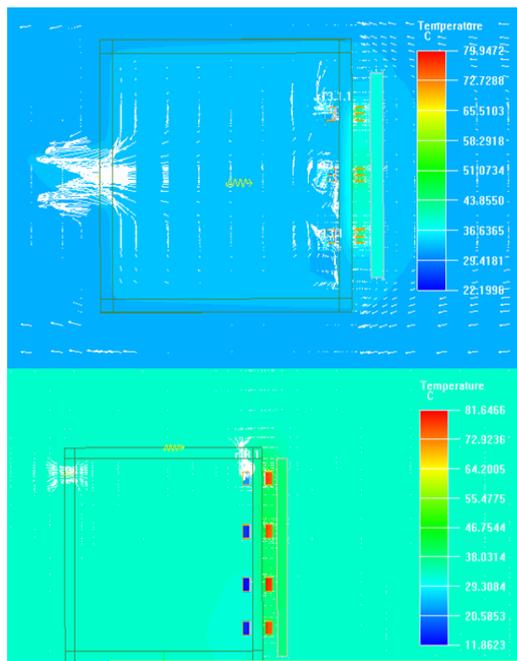
(a)



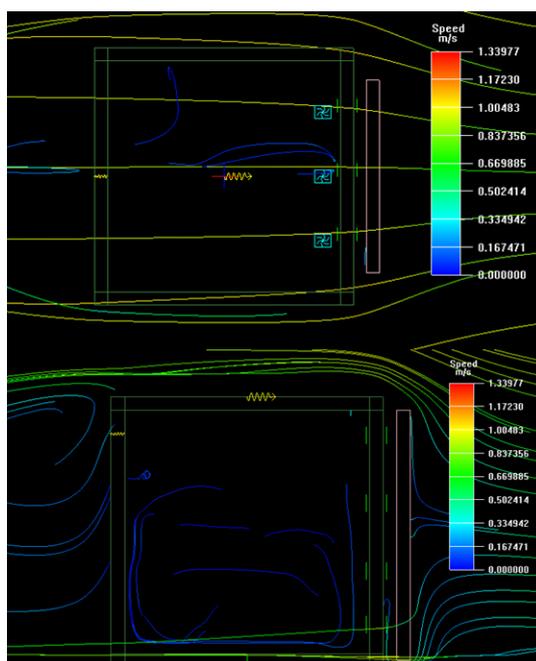
(b)



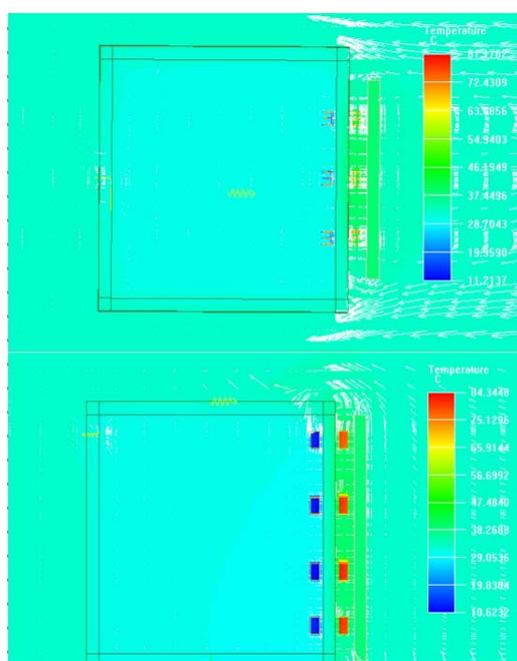
(c)



(a)

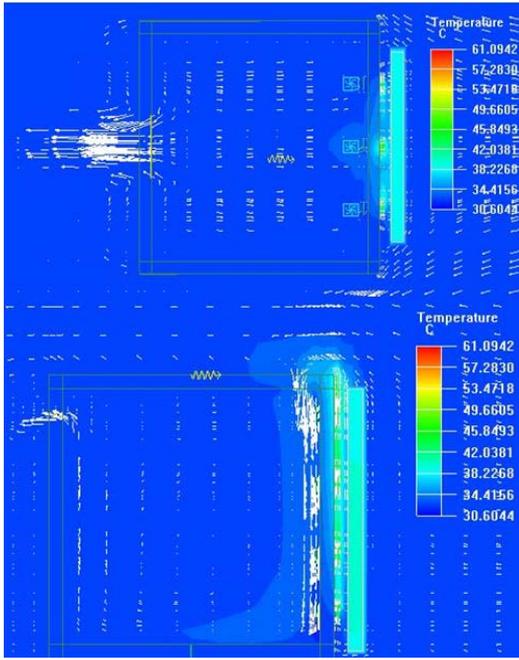


(d)

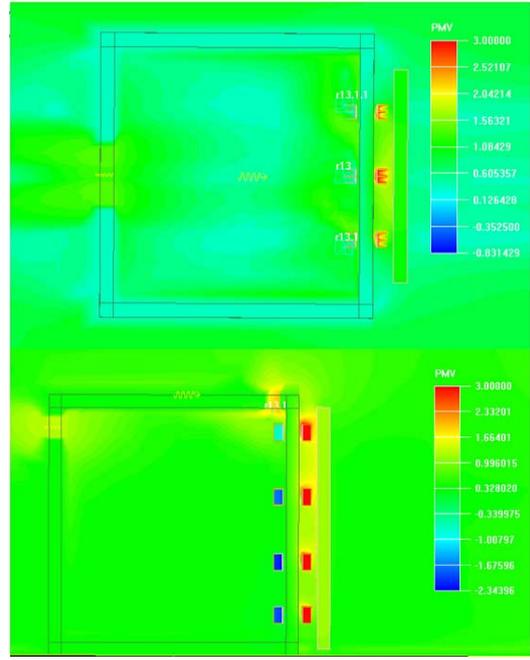


(b)

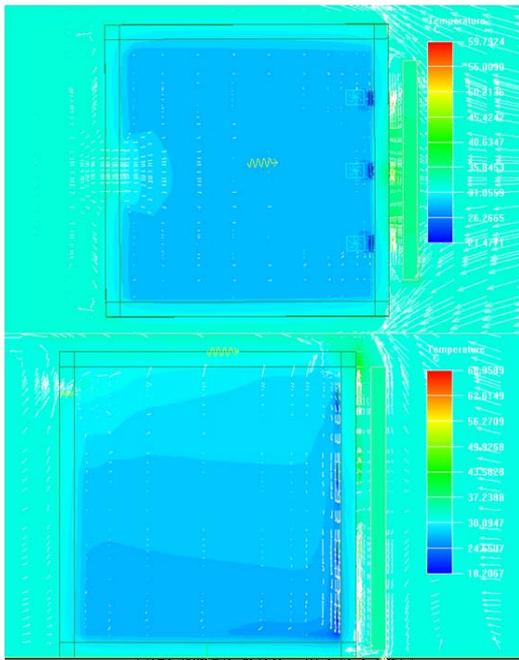
圖九 風扇開啟與無開啟和有無 heat sink 之氣流比較



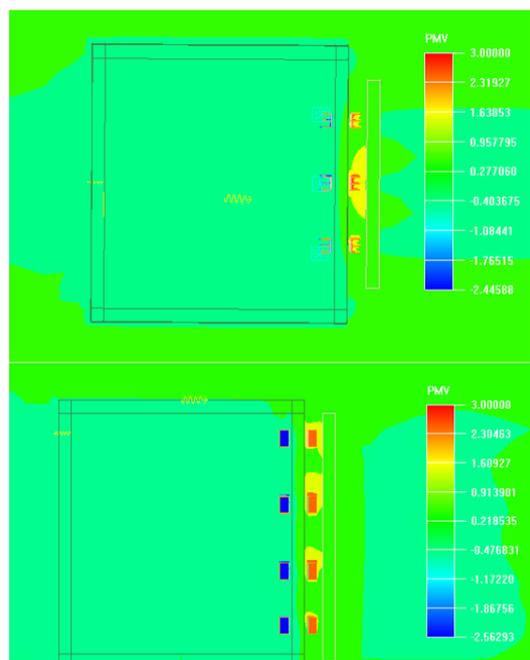
(c)



(a)

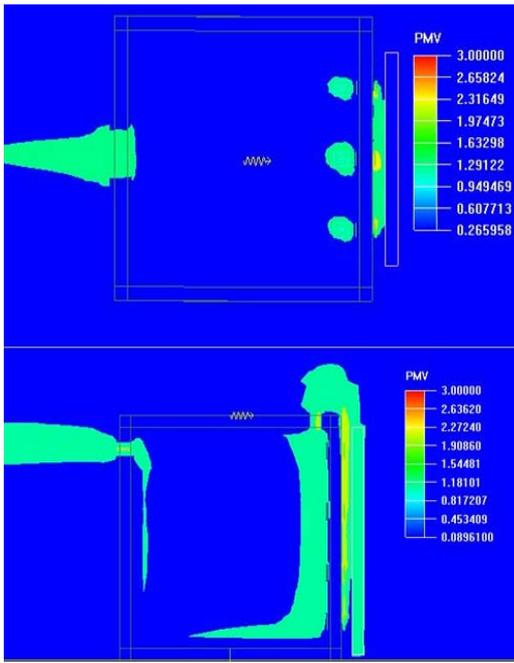


(d)

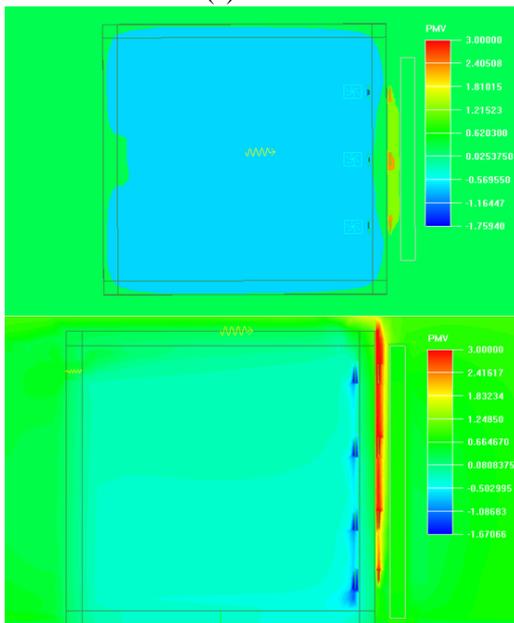


(b)

圖十 風扇開啟與無開啟和有無 heat sink 之溫度比較

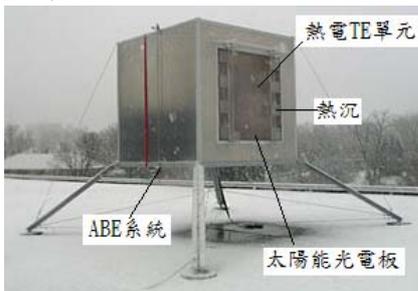


(c)



(d)

圖十一 風扇開啟與無開啟和有無 heat sink 之 PMV 值比較



圖十二 儀器設備



圖十三 儀器設備

表一 不同TE致冷器之熱電偶總熱阻

TE之電偶數量	7	17	31	63	71	127
R_{TE}	0.0175	0.0356	0.0586	0.1005	0.0109	0.1637

表二 風扇有無開啟之整體熱

熱電偶數	7	17	31	63	71	127
風扇U	3.75	1.93	1.25	0.89	5.9	0.56
無風扇U	5.59	3.77	3.09	2.57	7.52	2.98

表三 四種模擬方式

模擬方式	Fan	No fan
Heat sink	A	B
Not heat sink	C	D

表四 鬆弛係數設定 Under-relaxation

Pressure	0.7
Momentum	0.3
Temperature	0.9
Viscosity	1.0
Body forces	0.1
Turbulent Kinetic energy	0.5
Turbulent dissipation rate	0.5

表五 收斂值設定 Convergence criteria

Flow	Energy	Turbulent Kinetic	Turbulent dissipation
------	--------	-------------------	-----------------------

		energy	rate
0.001	1e-6	0.001	0.001

表六 格點獨立測試分析誤差

測試點	格點 1	格點 2	格點 3	格點 4
誤差		3.7e-4	8.9e-6	7.3e-7

表七 四種方式之氣流平均值

	V(m/s) Fan	V(m/s) No Fan
Heat sink	4.16	1.6
Not heat sink	3.25	1.3

表八 四種方式之溫度平均值

模擬方式	T(°C) Fan	T(°C) No fan
Heat sink	33.3	28.9
Not heat sink	33.2	30.9

表九 四種方式之PMV平均值

模擬方式	PMV Fan	PMV No fan
Heat sink	0.6	0.47
Not heat sink	0.8	0.56

表十 風扇開啟與有無heat sink之環境參數(環境溫度35°C)

測試	溫度 ±1°C			濕度 ±5%			風速 ±0.1m/s		
	數 值	數 值	實 驗	數 值	數 值	實 驗	數 值	數 值	實 驗
Pt 1	33.5	33	31.1	45	47	45	3.9	4.16	3.7
pt 2	33.2	33.1	31.9	43	45	46	3.3	4.1	3.0
pt 3	33.4	33.3	32.5	46	45	45	2.8	3.8	2.6
Pt 4	33.3	33.4	31.2	45	46	46	2.2	3.6	2.1
Pt 5	33.2	33.2	33.4	47	46	46	2.0	3.3	2.0
Pt 6	33.3	33.2	34.0	48	46	46	1.5	3.1	1.4

表十一 風扇無開啟與有無heat sink之環境參數(環境溫度35°C)

測試	溫度 ±1°C			濕度 ±5%			風速 ±0.1m/s		
	數 值	數 值	實 驗	數 值	數 值	實 驗	數 值	數 值	實 驗
Pt 1	30.8	28.7	29.1	51	50	52	1.0	1.0	1.0
pt 2	30.9	28.9	29.9	53	51	52	0.9	0.9	0.9
pt 3	30.9	28.9	30.5	50	50	52	0.9	0.9	0.9
Pt 4	30.8	29	31.2	51	52	51	0.8	0.8	0.8
Pt 5	30.8	28.6	33.4	52	52	51	0.8	0.8	0.8
Pt 6	30.9	28.7	33.0	52	52	51	0.8	0.8	0.8

Active Building Envelope System(ABE) : Wind & Solar driven Ventilation、Electricity、Heat Pump

Bor-Jang Tsai¹ and Chien-Ho Lee²

¹Department of Mechanical Engineering, Chung Hua University

²Department of Mechanical Engineering, Chung Hua University

NSC Project No.: NSC-96-2221-E-216-015

Abstract

This study takes the ventilation into consideration, making the ABE system more close to the realistic conditions. The new mechanism of heat transfer was proposed. Then the analytic model has to be revised. In one year, analytic solution will be resulted and verified by the numerical solution of CFD. The prototype of ABE system will be manufactured、testing and comparisons with old models. On the another hands, the ducted wind mill will be integrated will the ABE system becoming dual core; hybrid system of air conditioning、electricity and heat pump. The ducted wind mill will provide air conditioning and power the ABE system. To higher the thermal efficiency of the heat sinks of TE system. Numerical and experimental works will be investigated. We hope the findings of this study can make the dream of healthy weather、comfortable room can come true。

Key Words: ABE system、Thermoelectric、Solar energy、Wind energy

三、參考文獻

本研究所引用之文獻參考已載明於二、報告內容之第七項文獻參考。另本研究成果及參與人員之衍生成果著作於文獻的有：

1. 蔡博章、李建和,“主動式外表帷幕系統(ABE):風力太陽能驅動氣、電、熱之研究”,中國機械工程學會第二十五屆全國學術研討會論文集,csme-1394,中華民國九十七年十一月二十一日、二十二日,大葉大學 彰化 大村 NSC-96-2221-E-216-015
2. 主動式外表帷幕系統(ABE):風力太陽能驅動氣、電、熱之研究,中華大學機械工程研究所碩士論文,臺灣新竹市,2008.
3. Bor-Jang Tsai(蔡博章), Hsieh-Juei Chang(林進宏), “Simulation for Hot-rolling Nanoimprint Process”, 中國機械工程學會第二十五屆全國學術研討會論文集, csme-1247, 中華民國九十七年十一月二十一日、二十二日, 大葉大學 彰化 大村
4. Tsai, B. J., and, Y. L., "A Swiss-Roll Recuperator for the Microturbine Engine", Applied Thermal Engineering, doi:10.1016/j.applthermaleng.2008.02.028,2008. In Press, NSC-96-2221-E-216-015, (Heat exchanger technology) (EI,SCI: IF: 087)

四、計畫成果自評

本研究承蒙國科會經費贊助,非常感謝,也在參與人員努力下,有不錯成果。研究內容係為原計畫之第一年之項目,而預期達成目標情況為:

- (1) 建立新分析模型 (OK)
- (2) 計算熱傳類比電路及U值 (OK)
- (3) 模型之分析解及驗證(OK)
- (4) 總輸入功率與散熱量或溫差的關係 (OK)
- (5) 計算熱流軟體之求解及驗證 (OK)
- (6) 數值解與分析解之比較(OK)
- (7) 太陽能ABE系統全體分析討論 (OK)
- (8) 空調結果討論 (OK)
- (9) 總散熱、總功率結果討論 (OK)
- (10) 太陽能ABE系統設計、實作、組裝與測試 (OK)
- (11) 撰寫報告 (OK)

本研究之主要成果:

- (1)完成增加考慮空調系統與周邊負荷之創新ABE系統分析模型,
- (2)完成相關次系統、TE、Heat sink、空調系統之分析模擬與驗證
- (3)導風扇式風力發電提供空調及電力並輔助ABE系統之輸入功率並提昇熱沉之散熱效率
- (4)無開啟風扇開啟之自然對流有較好舒適度
- (5)有風扇U值小於無風扇U值,風扇開啟可加快讓TE Cooling冷端快速散擴到整個室內

相關成果數據正準備投稿J. of Applied Thermal Engineering or J. of Building and Environments。

合計有研討會1篇,期刊2篇(一篇準備中),畢業碩士研究生2位。

茲因原申請計畫為兩年,僅通過一年,故在真實體建造及實驗數據的驗證尚未周全,所以在申請專利過程尚需資源、經費及努力,但熱控、系統規畫、建物之節能省能技術及熱流分析技術等,應可技轉到建築或營造及節能省能科技,Green Housing等行業上,希望更多資源、經費相信ABE系統會快應用到人類生活。

可供推廣之研發成果資料表

 可申請專利 可技術移轉

日期：97年10月28日

國科會補助計畫	計畫名稱：主動式外表帷幕系統(ABE)：風力太陽能驅動氣、電、熱之研究 計畫主持人：蔡博章 計畫編號：NSC96-2212-E-216-015 學門領域：能源科技
技術/創作名稱	建築物帷幕系統(ABE)：氣、電、熱之整合規畫技術
發明人/創作人	蔡博章
技術說明	<p>主動式建築外皮帷幕系統: (ABE: Active Building Envelope System)系統代表著一個新的熱控制方法--去補償建築物在表皮或其他地方被熱傳遞, 所造成熱的損失和獲得。在 ABE 系統中, 太陽照射能量藉由光壓電電池轉換成電能。接著, 這電能將提供熱電、熱沉系統所需要的電力, 簡單地說, ABE 系統包括二個基本元件, 一個為光壓電(PV)系統和另一為熱電(TE)系統, PV 系統改變太陽輻射能量變成電能。TE 系統裝置改變電能成為熱能, 或是反向改變熱能成為電能, 而熱電 TE 元件則分佈在絕緣層內的各開口中, 每一個 TE 元件具有兩個熱沉, 一個吸熱, 另一為散熱用, 外部熱沉不管吸熱或放熱, 都藉由自然對流或強制對流傳熱到空氣中, 以上研究係由美國 Dr. Steve Van Dessel 研究團隊所提出並對 ABE 系統作出可行性評估之分析模型, 針對總輸入電壓, 可以觀察到 BiPV 產生的電能高於 TE 單位的總輸入功率,故 ABE 系統是可行的。</p> <p>因此, 本技術根據主動式建築外表帷幕系統(ABE)的模型並增加以風力亦即空調手段來驅動螺旋式板式熱交換器的一種新的熱控制技術---去補償建築物外表 (Envelopes)或其他地方被熱傳遞。</p> <p>This Technology takes the ventilation into consideration, making the ABE system more close to the realistic conditions. The new mechanism of heat transfer was proposed. Then the analytic model has to be revised. In one year, analytic solution will be resulted and verified by the numerical solution of CFD. The prototype of ABE system will be manufactured、testing and comparisons with old models. On the another hands, the ducted wind mill will be integrated will the ABE system becoming dual core; hybrid system of air conditioning、electricity and heat pump. The ducted wind mill will provide air conditioning and power the ABE system. To higher the thermal efficiency of the heat sinks of TE system. Numerical and experimental works will be investigated. We hope the findings of this technology can make the dream of healthy weather、comfortable room can come true。</p>
可利用之產業及可開發之產品	建築營造、房地產、節能省能及能源科技業。 建築物帷幕系統、建築物節能省能系統規畫
技術特點	節能省能 環保 氣電熱整合

推廣及運用的價值	Green Housing Save Energy and Protect Environment
----------	--

- ※ 1. 每項研發成果請填寫一式二份，一份隨成果報告送繳本會，一份送 貴單位研發成果推廣單位（如技術移轉中心）。
- ※ 2. 本項研發成果若尚未申請專利，請勿揭露可申請專利之主要內容。
- ※ 3. 本表若不敷使用，請自行影印使用。