

# 110年節能推廣研習暨媒合會

## 近零碳空調系統指日可待 -節能除濕與再生控溫

演講者：江沅晉 副教授

日期：110/09/28

10:55~12:00

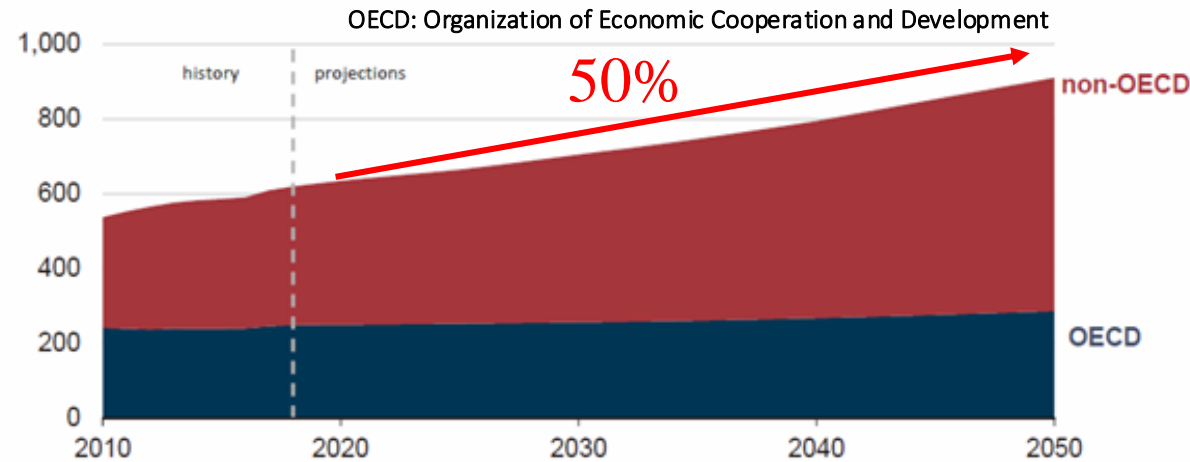


能源實驗室



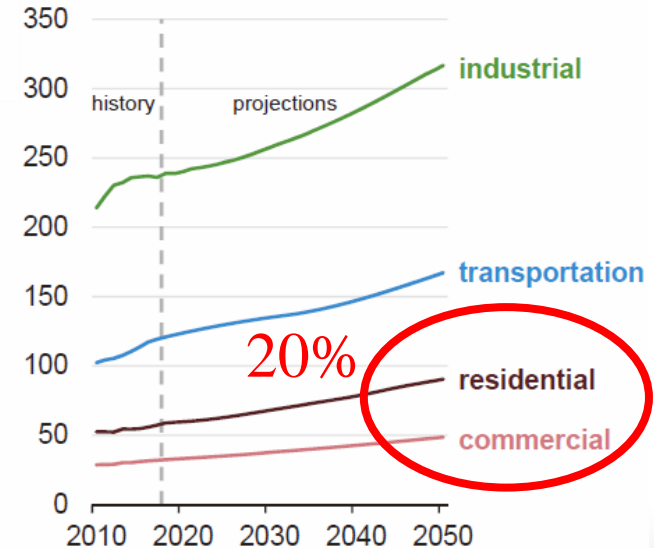
# 前言

World energy consumption  
quadrillion British thermal units



- 根據美國能源資訊管理局[1]調查，預期從2018年到2050年，世界能源消耗將增長近50%。
- 2018年**建築部門**(包括住宅和商業建築)所消耗的能源占全球能源消耗的**20%**，且建築能耗以每年1.3%的速度增長，高於全球每年人口的增長率。

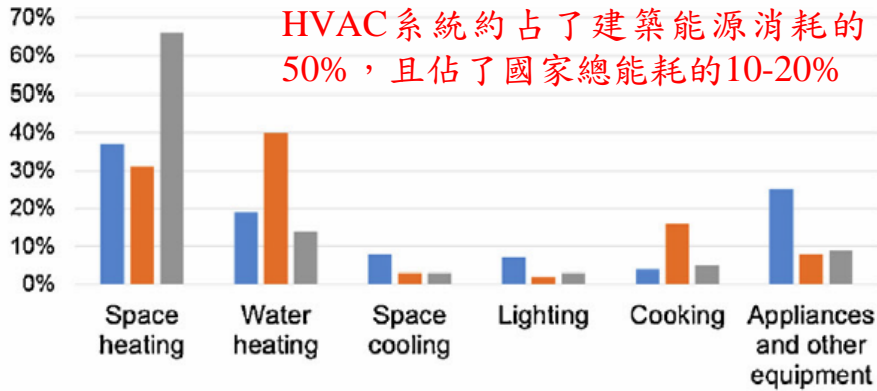
End-use energy consumption by sector, world  
quadrillion British thermal units





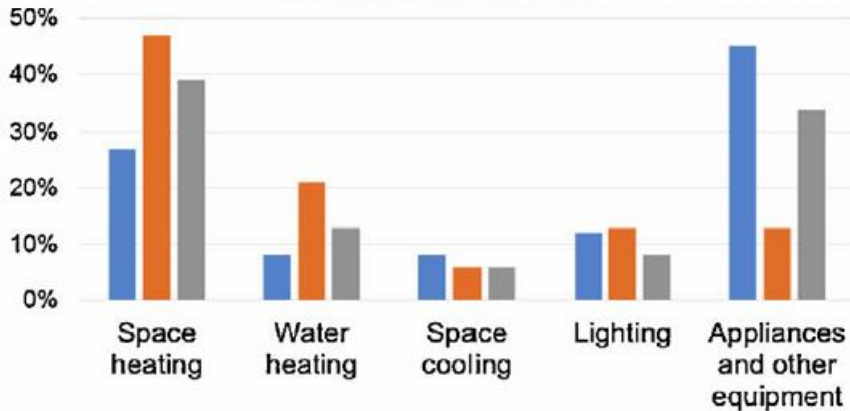
# 前言

## 世界各國建築能耗分析[2][3]



■ U.S. ■ China □ EU

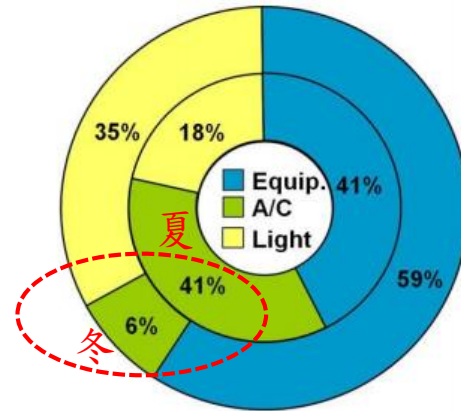
### Residential sector



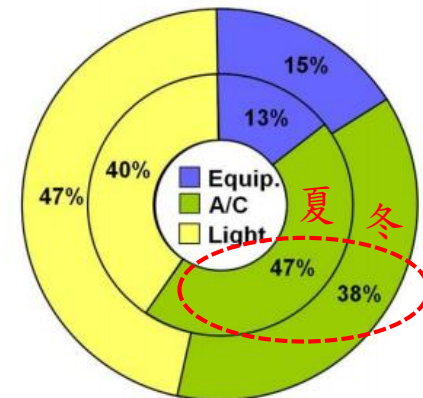
■ U.S. ■ China □ EU

### Services sector

## 我國建築能耗分析[4]



(a)住宅類建築



(b)商辦建築

[2] X. Cao, X. Dai, J. Liu, Building energy-consumption status worldwide and the state-of-the-art technologies for zero-energy buildings during the past decade, *Energy and Buildings*, Vol. 128, pp. 198-213, 2016.

[3] L. Pe rez-Lombard, J. Ortiz, C. Pout, A review on buildings energy consumption information, *Energy and Buildings*, Vol. 40, pp. 394-398, 2008.

[4] 廖慧燕, 建築物耗能評估軟體驗證之研究-既有建築節能改善之效益評估, 內政部建築研究所協同研究報告, 2012.

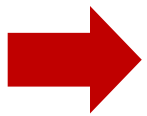


# 零耗能建築與HVAC市場需求

2021  
Nearly Zero-Energy  
Buildings

6.2%  
HVAC  
Annual Growth

40%  
AC Power  
Consumption

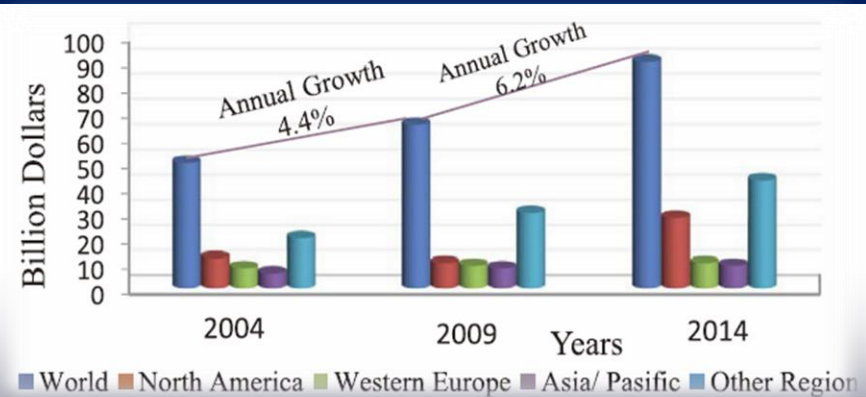


提升空調系統效率及減少空調耗電為發展零耗能建築之重要之關鍵 !!

Energy Performance of Buildings Directive (EU) [1]



HVAC系統市場需求 [2]

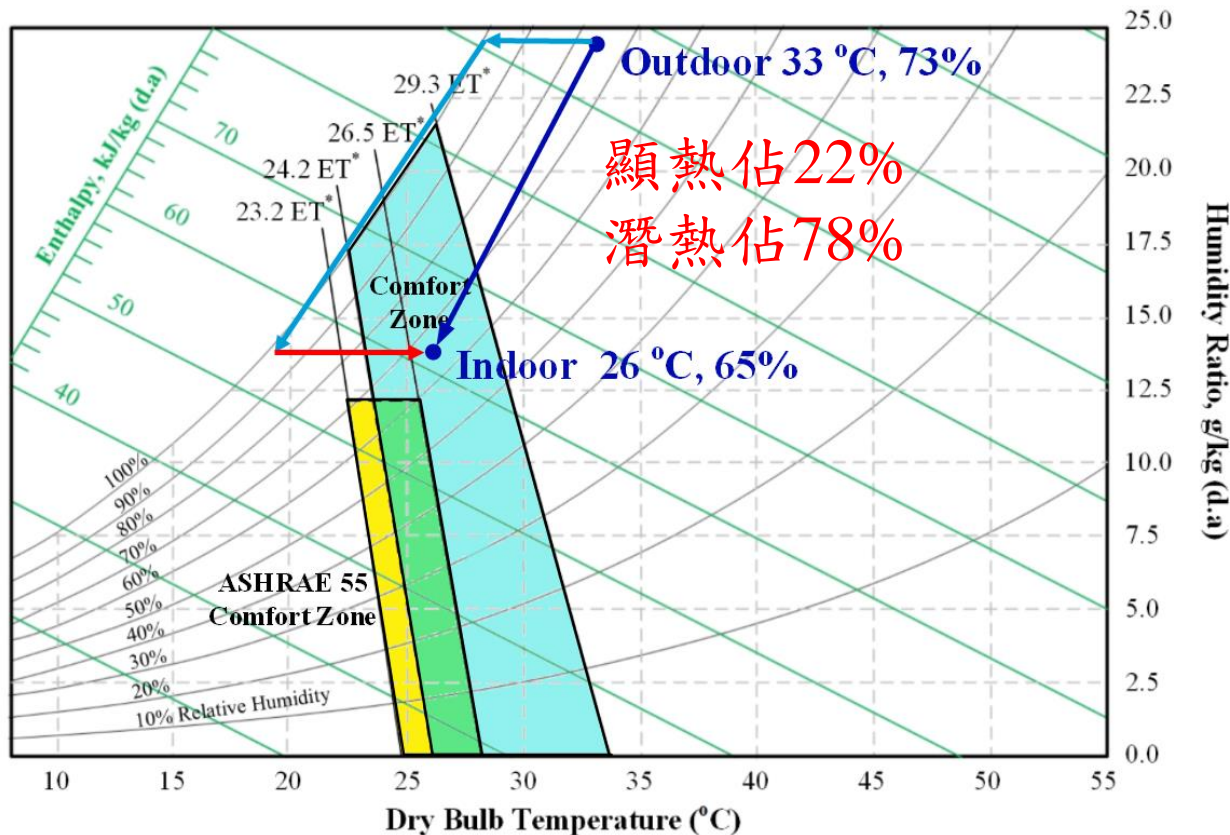


[1] Buildings Performance Institute Europe (BPIE), Nearly Zero Energy Buildings Definitions Across Europe, 2015

[2] The Freedonia Group, Inc.. World HVAC equipment demand. OH, USA: Cleveland; 2012.



# 台灣夏季氣候條件及相關法規規定



- 經濟部能源局能源管理法規定公共場所室內溫度不可低於26°C。
- 為避免病態大樓的產生，政府訂定室內空氣品質標準，要求辦公大樓室內二氧化碳濃度不可超過1000 ppm。
- 臺灣夏季外氣約為33~35°C及相對濕度65~75%，直接引進外氣會大幅增加空調負荷。
- 為達到節能之效果，必須將顯熱及潛熱分開處理。



# 零碳空調之構想

## ■ 傳統空調系統:

間接取熱 - 蒸氣壓縮循環

- 冷媒壓縮機與膨脹閥

- 蒸發器與凝結器

- 水泵、管路與冷卻水塔

- 空氣系統

## ■ 零碳空調系統:

直接取熱 - 淺層溫能直接冷卻或加熱空氣

- 吸收或吸附材料直接進行空氣除濕

- 太陽熱能作為吸附材再生

- 太陽光電供應風機及水泵用電



# 零碳空調之構想

7

- 建立一套**適合台灣氣候**的近零碳空調系統
  - 透過雙效地源熱泵、吸附式冰水機、除溼轉輪系統組成一**複合空調系統** **節能！**
  - 將各子系統結合太陽能及淺層溫能提高系統性能，**達到節能之目標。**
  - 根據氣候條件**設計不同操作模式。**
- 
- 搭配太陽光電及儲能系統。 **創能及儲能！**

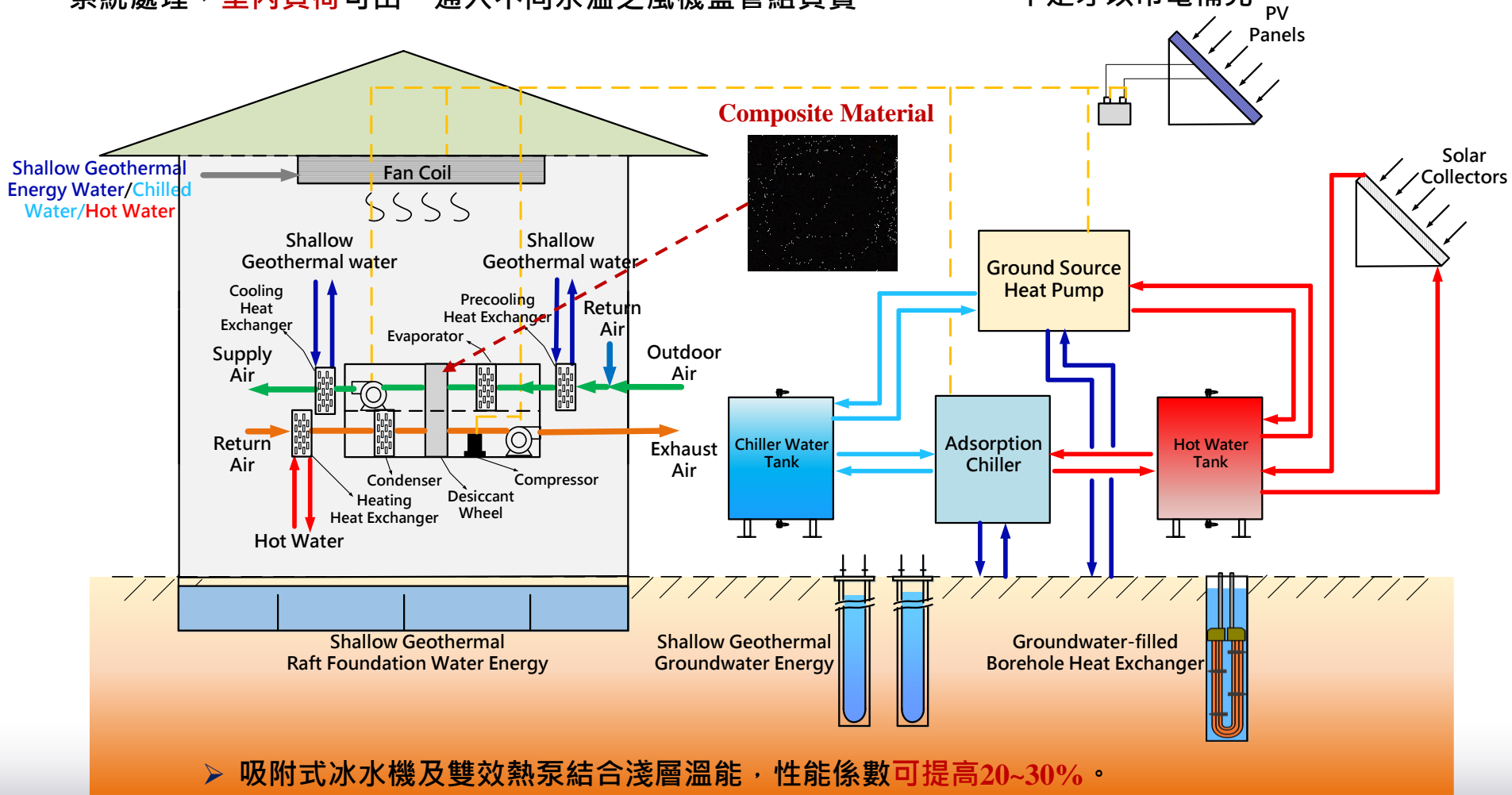
零碳空調



# 智慧型零碳空調系統

- 外氣負荷及室內負荷分開處理，外氣負荷由一除溼轉輪冷卻系統處理，室內負荷可由一通入不同水溫之風機盤管組負責。

- 系統所需耗電可由太陽能板提供，不足才以市電補充。



- 吸附式冰水機及雙效熱泵結合淺層溫能，性能係數可提高20~30%。
- 淺層溫能為地表下之3~100米之能源，整年溫度穩定，約為20~22°C。
- 淺層溫能系統型式包含筏基溫能、地下水溫能、間接地埋熱交換器等型式。





# 零碳空調系統

9

## 零碳空調系統之關鍵技術：

### 1. 利用太陽熱能之空氣除濕與再生系統：

吸附和吸收材料

全熱交換器的應用

流體化床除濕與再生系統

吸收式空氣除溼與再生系統

### 2. 利用淺層溫能之空調系統：

外氣冷卻除濕系統

循環空氣之冷卻系統

筏基儲熱和儲冷技術

土壤溫能地埋管技術

地下水溫能技術



# 零碳空調關鍵技術-空氣除濕與再生系統

- 零碳空調系統中重要技術為**空氣除濕與再生系統**

## 空氣除濕與再生系統:

1. 結合回復式與再生式-蓄能材料
2. 矽膠和氧化鋁顆粒流體化床
3. 除濕轉輪結合熱泵
4. 氯化鈣溶液除濕與再生系統



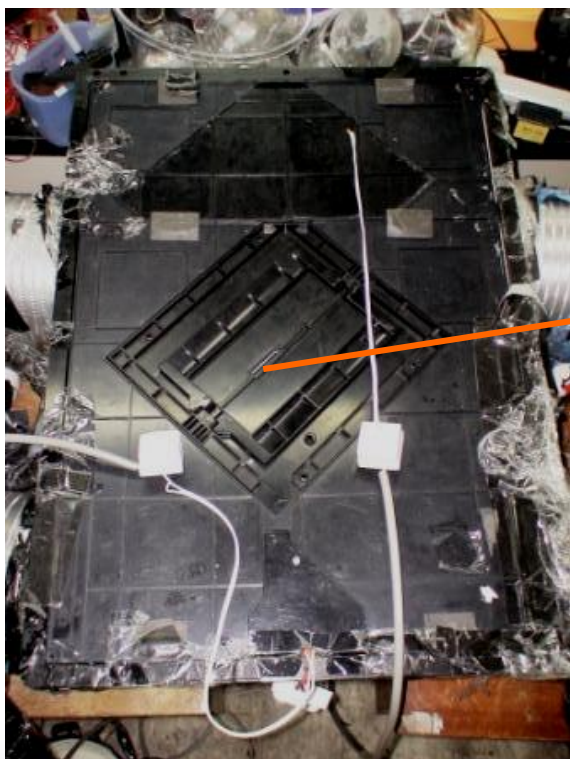
# 除溼方式的比較

除濕方法與優點	原理	缺點
冷凝除濕 (可順便降溫)	降低溫度使水結露排出	有時溫度會太低，需要再熱
固態除濕材料 (穩定、容易維修)	利用物理吸附或化學吸附方法除去水分 ex：活性炭、矽膠、氧化鋁、沸石、吸水高分子	吸濕量相對較低，有時會有粉塵問題
液態除濕材料 (具有高接觸面積與可撓式)	利用物理吸附或化學吸附方法除去水分 ex：氯化鈣、溴化鋰、PEG1000	具腐蝕性，維修不易

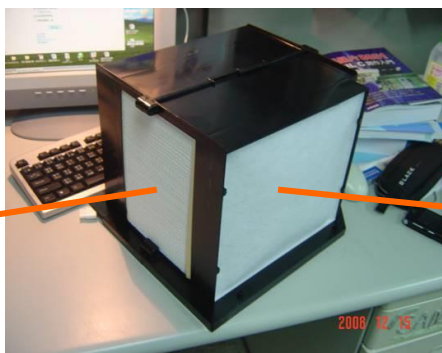


# 全熱交換系統構造圖(回復式)

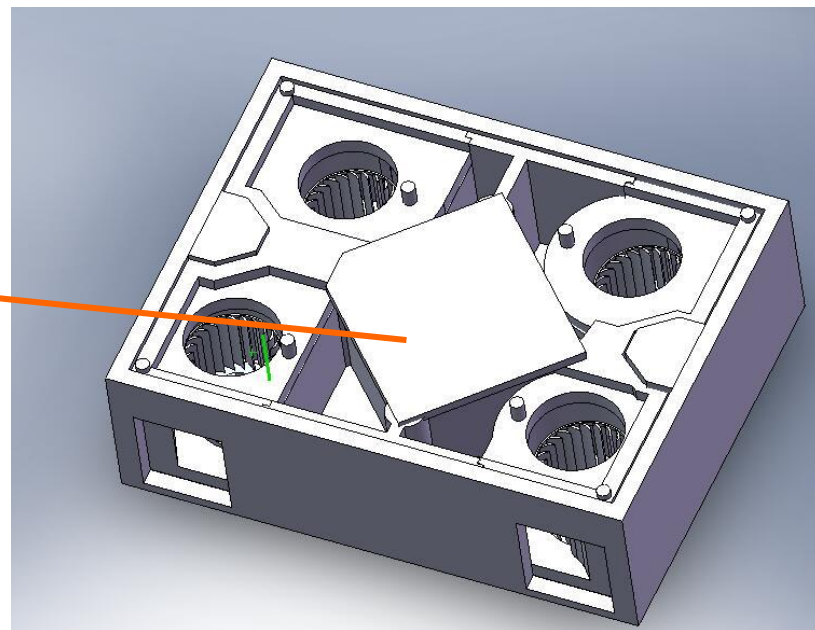
實體圖



回復式全熱交換器

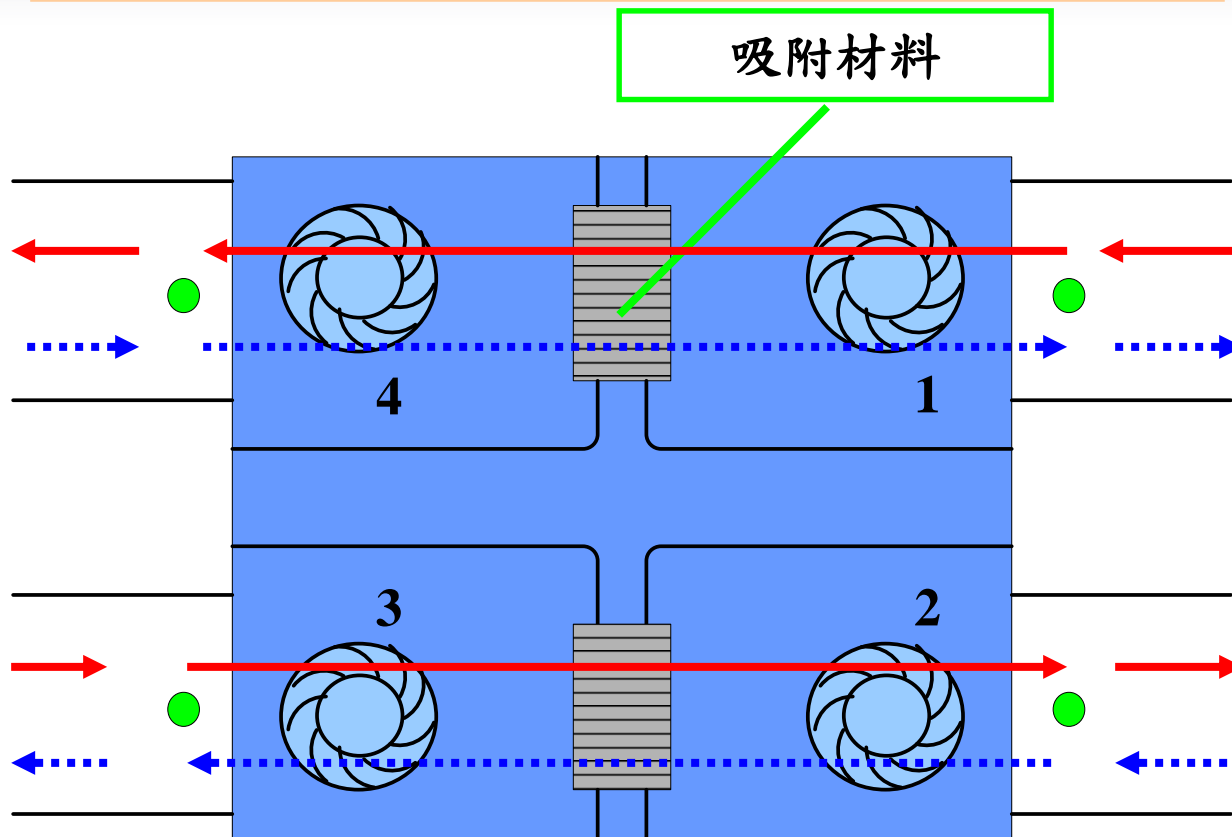


內部構造圖





# 風扇週期式運轉系統圖(再生式)



2、4號風扇運轉時氣體流動方向如紅色箭頭所示

1、3號風扇運轉時氣體流動方向如藍色箭頭所示

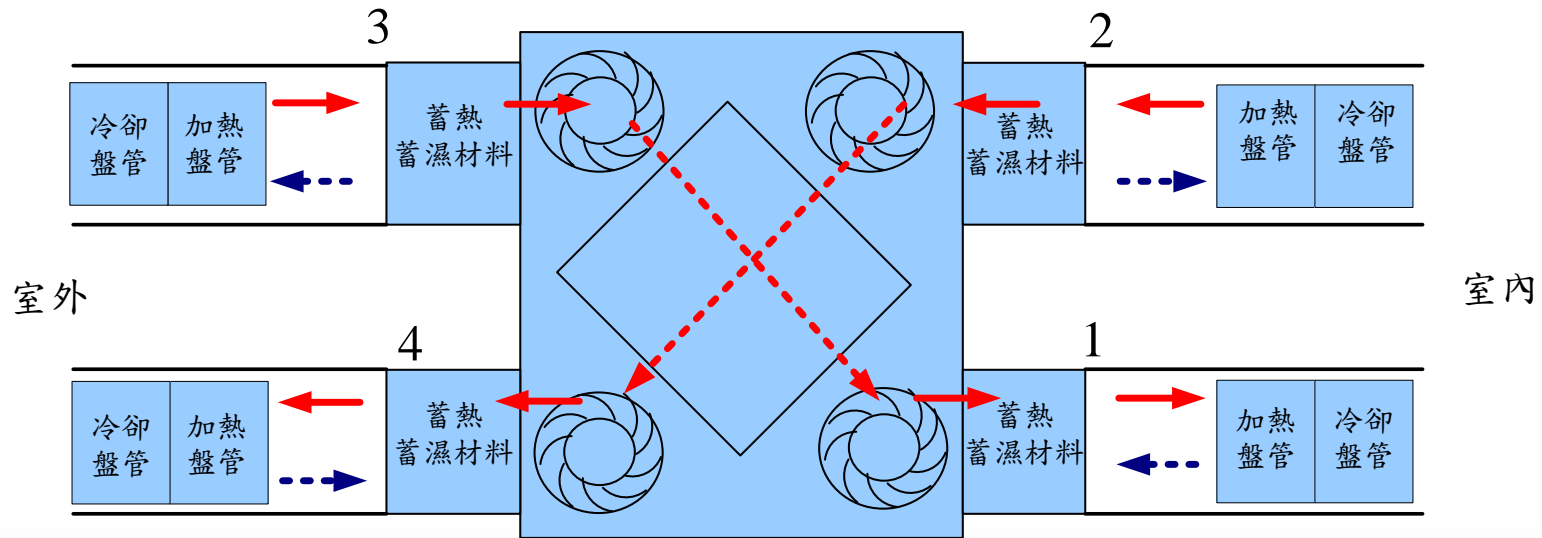
- Chih-Chung Chang, Ching-Hsien Lai, Cheng-Min Yang, Yuan-Ching Chiang, Sih-Li Chen (2013, Dec). Thermal performance enhancement of a periodic total heat exchanger using energy-storage material. Energy and Buildings, 579–586.



# 結合回復式與再生式之蓄能節能系統

14

- 於回復式全熱交換器四個風口加裝蓄熱蓄濕材料，並以再生式全熱交換器的週期式運轉，求出最佳運轉週期與蓄熱蓄濕材料，以提高全熱交換器能源回收效率。

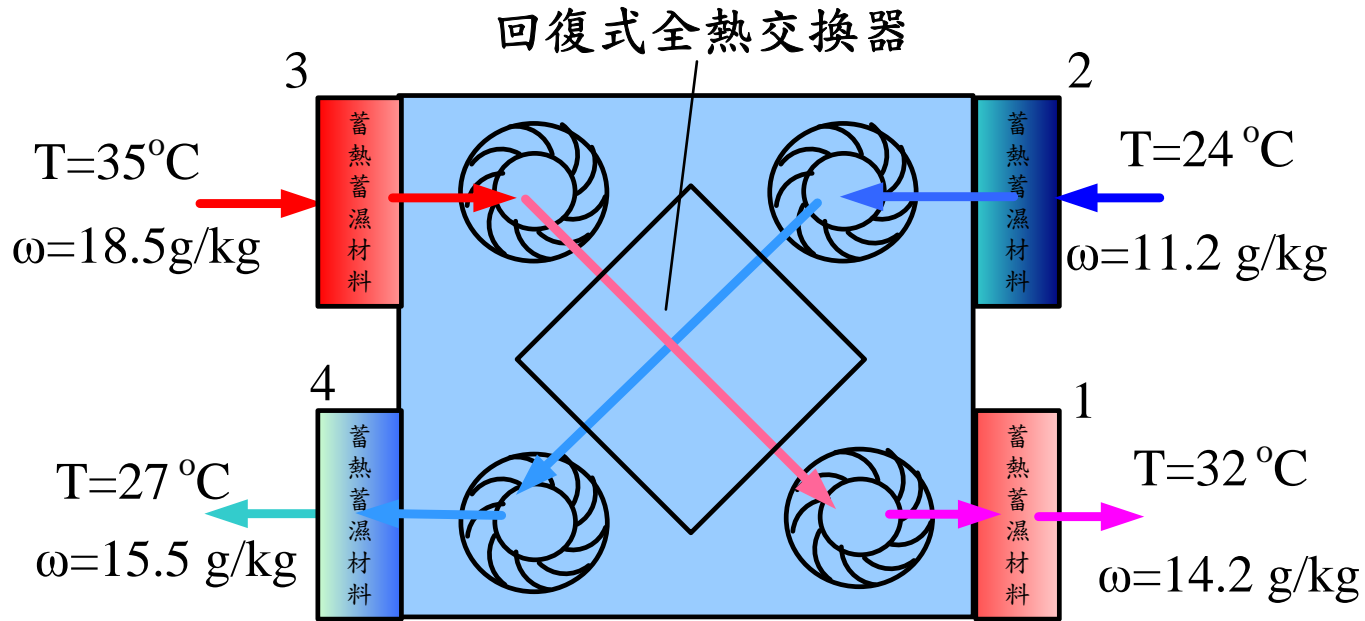


- Chih-Hao Chen, Po-Chun Huang, Tai-Her Yang, Yuan-Ching Chiang, Sih-Li Chen (2016, Jul). Polymer/Alumina Composite Desiccant Combined with Periodic Total Heat Exchangers for Air Conditioning Systems. *International Journal of Refrigeration*, Volume 67, Pages 10–21.



# 蓄能全熱交換器系統運轉方式

## ■ 週期式運轉 (正轉)



T:溫度    ω :濕度比

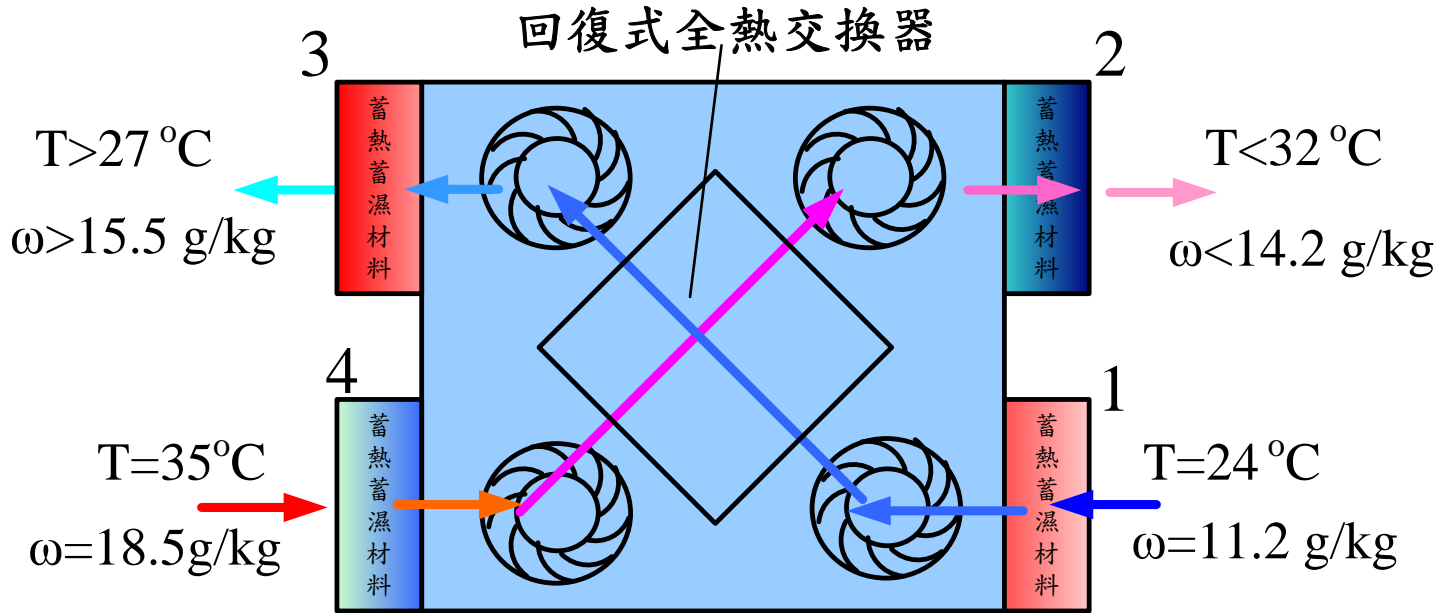
	室內側		室外側	
風扇	1	2	3	4
開/關	ON	OFF	OFF	ON

- Chih-Chung Chang, Sih-Li Chen, Tzu-Yuan Lin, Yuan-Ching Chiang (2017, May). Experimental and theoretical investigation of regenerative total heat exchanger with periodic flow for air-conditioning systems. *International Journal of Refrigeration*, 81, 123-133.



# 蓄能全熱交換器系統運轉方式

## 週期式運轉 (反轉)



T:溫度    ω :濕度比

	室內側		室外側	
風扇	1	2	3	4
開/關	OFF	ON	ON	OFF

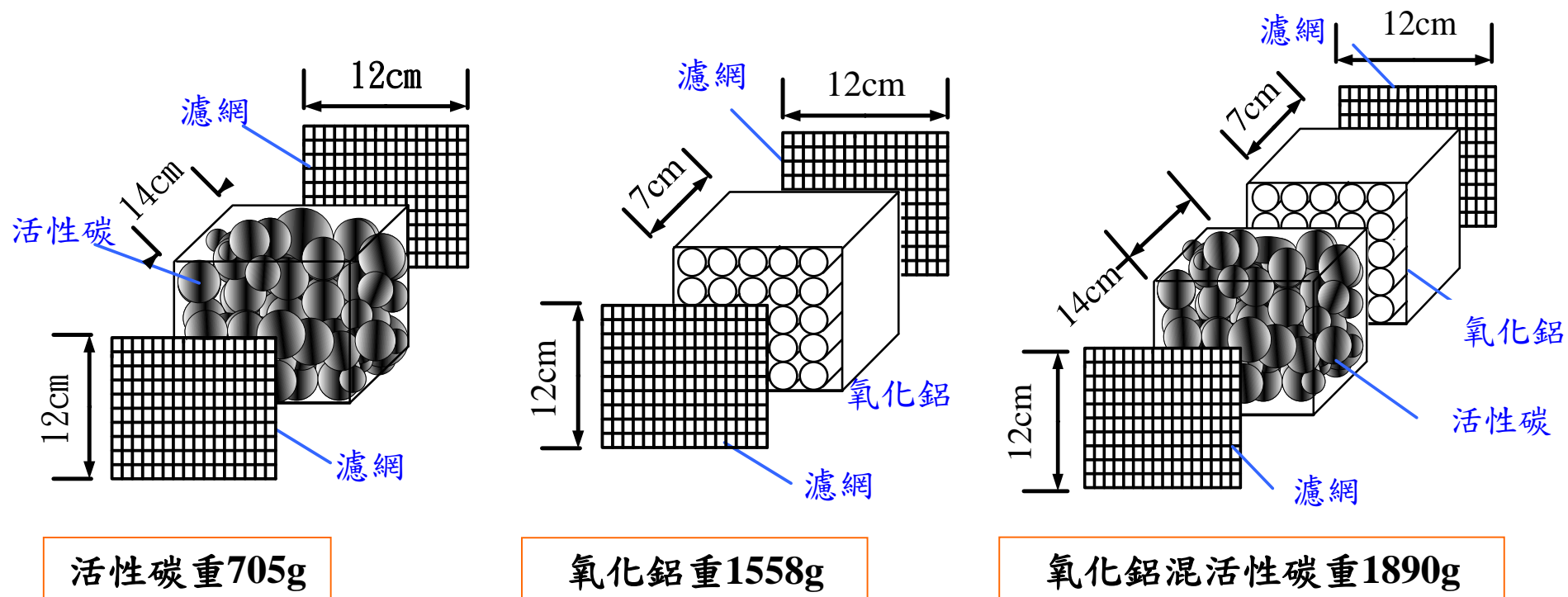
- Chih-Chung Chang, Sih-Li Chen, Tzu-Yuan Lin, Yuan-Ching Chiang (2017, May). Experimental and theoretical investigation of regenerative total heat exchanger with periodic flow for air-conditioning systems. *International Journal of Refrigeration*, 81, 123-133.





# 吸附材料比較

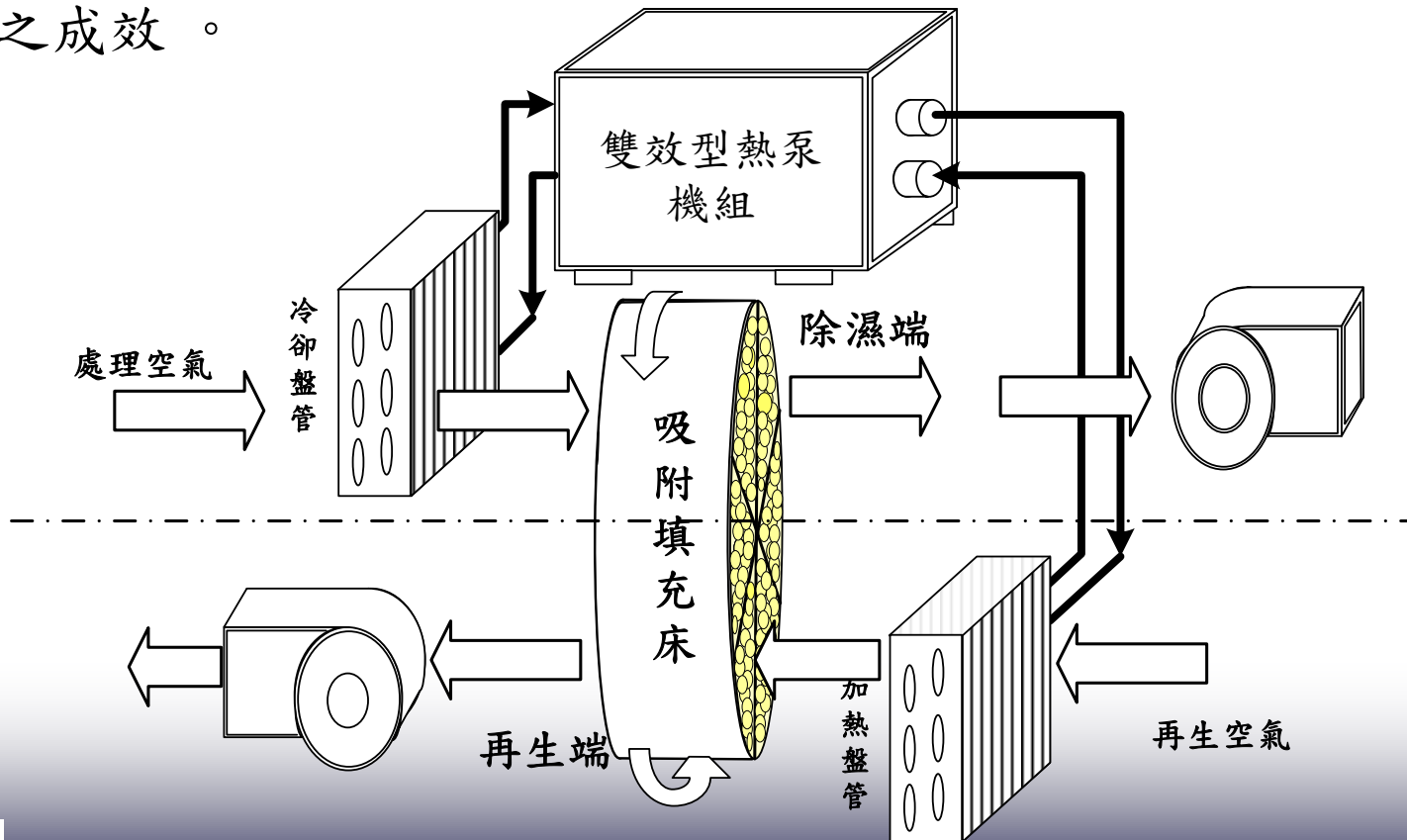
## ■ 吸附材





# 結合熱泵外氣空調箱節能技術

- 針對**建築物空調節能**與**維持室內空氣品質**兩大需求，開發結合一熱泵吸附除濕空調系統，在引進室外新鮮空氣條件下，以較**低成本**之方式增進除濕效果，使空調系統於營造舒適環境下兼具**節能**之成效。





## ■ 系統實體圖

- 整個空調系統的外箱尺寸，長170 cm、寬80 cm、高120 cm，填充床轉輪具有可抽換之功能設計。
- 處理風量為600cfm
- 再生風量為700cfm





# 系統性能效益比較

除濕空調系統		熱泵結合矽膠填充床轉輪除濕空調系統	熱泵結合蜂巢式矽膠轉輪除濕空調系統
		600 cfm	600 cfm
除濕能力 (kg/hr)	冷凝除濕	3.4	3.4
	吸附除濕	3.6	3.9
	總除濕	7.0	7.3
再生能力(kg/hr)		3.8	4.5
能源因數值(kg/kWh)		壓縮機: 2.0 kW    風機: 1.1 kW    馬達: 0.2 kW	壓縮機: 2.0 kW    風機: 0.7 kW    馬達: 0.2 kW
		2.3	2.5
應用場合		一般民生大樓、大型商場、辦公大樓	大型半導體製廠、大型製藥廠
售價(NT)		預估20萬	90萬
單位金額除濕能力 (L/萬元)		0.35	0.07



# 流體化床應用於除溼系統

26

- ▶ 利用風機帶動顆粒產生流體化效果，因重力及傾斜角度的影響，顆粒落下可掉進垂直於床體的顆粒通道內，透過顆粒通道傳送到另一床體，達到連續循環吸附再生過程，無須額外馬達驅動，減少能量損失。
- ▶ 具有**低壓降、高接觸表面積、高熱傳係數和高質傳係數**等優點。





# 連續式流體化床應用於除溼系統

27

## ■ 週期式流體化床

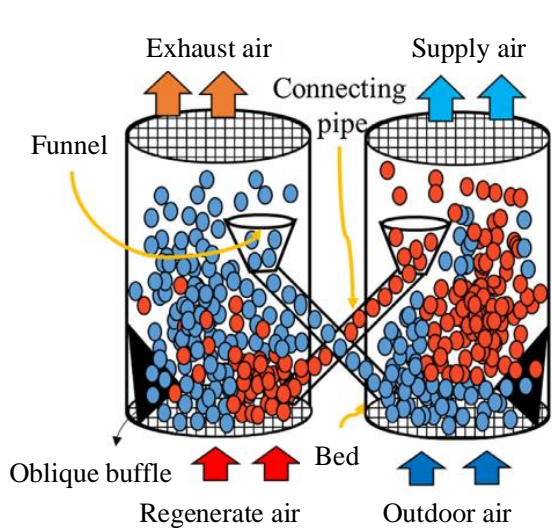
1. 透過管路閥件週期式切換空氣流向
2. 吸附與再生流體化床週期式轉換
3. 風機隨週期起停
4. 出風濕度與溫度會隨週期變化

## ■ 連續式流體化床

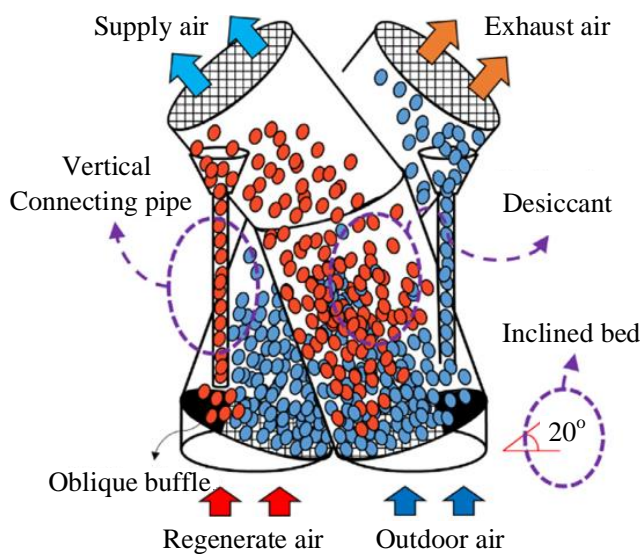
1. 流體化床顆粒本身受空氣帶動向上運動
2. 藉由連接吸附與再生床體之**流道**，使得吸附材料循環於吸附床與再生床
3. 風機可穩定操作
4. 出風濕度與溫度固定



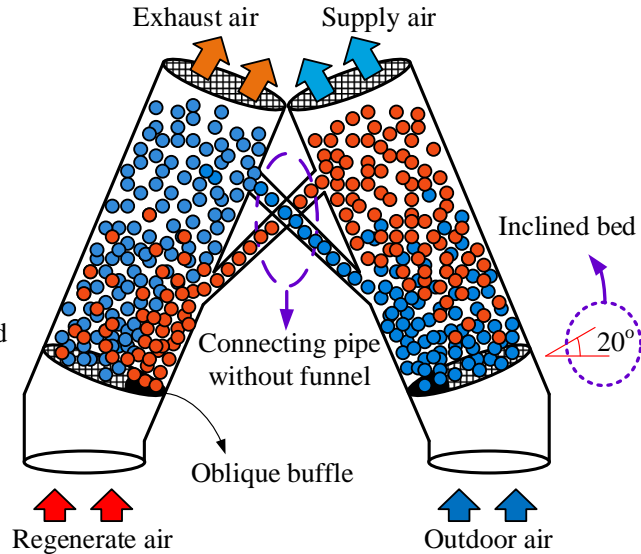
# 連續性流體化床



(a)



(b)



(c)

➤ 550 g的矽膠顆粒，風速為3 m/s，再生溫度控制為50°C，吸附空氣 26°C、相對濕度70%左右，測試時間持續1小時。

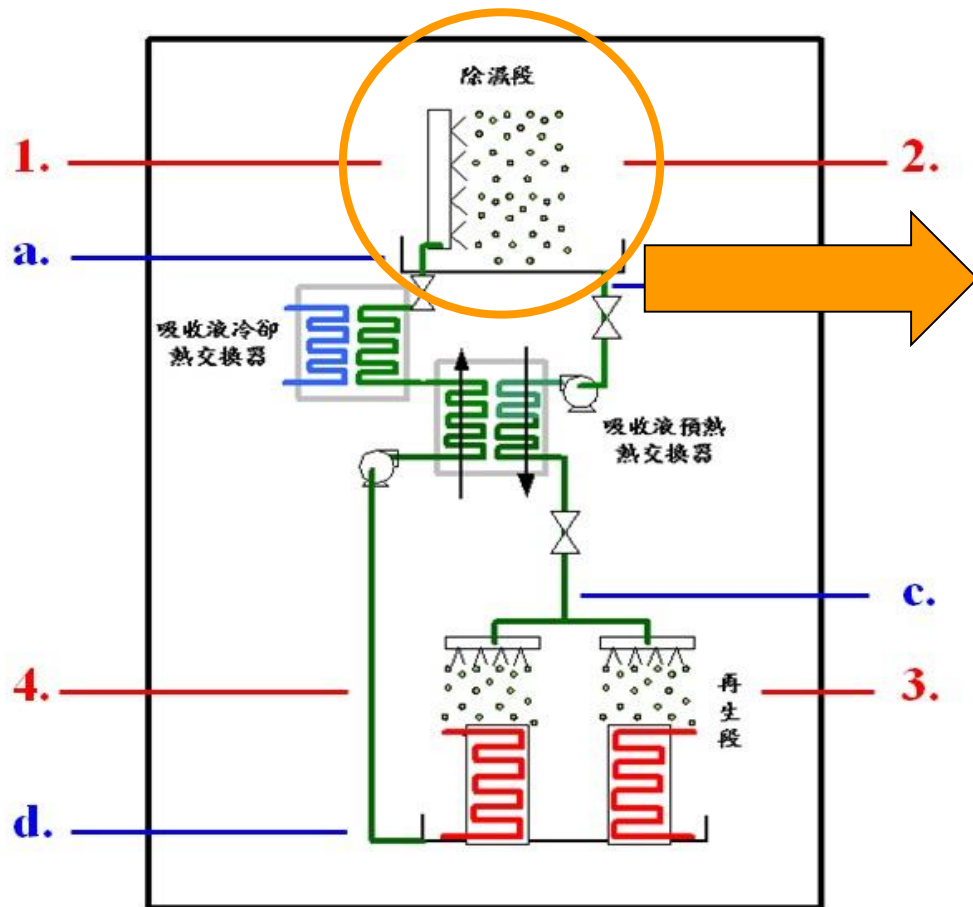
- 利用傾斜床體的流場特性來取代漏斗，減少漏斗造成的風阻，提高總吸附量。

	總吸附量(g)	壓力損失 (mmAq/m)	總風機耗電量 (kW)	能源因數EF (kg/kw hr)
(a)	151	914.7	0.40	0.375
(b)	162	731.2	0.34	0.476
(c)	173	653.5	0.30	0.577

• Jyun-De Liang, Chien-Yeh Hsu, Tai-Chih Hung, Yuan-Ching Chiang, Sih-Li Chen (2018,Nov). Geometrical parameters analysis of improved circulating inclined fluidized beds for general HVAC duct systems. *Applied Energy*, Volume 230, November 2018, Pages 784-793.



# 氯化鈣溶液除溼



除濕段實體圖

溶液除濕示意圖





# 利用淺層溫能之空調系統

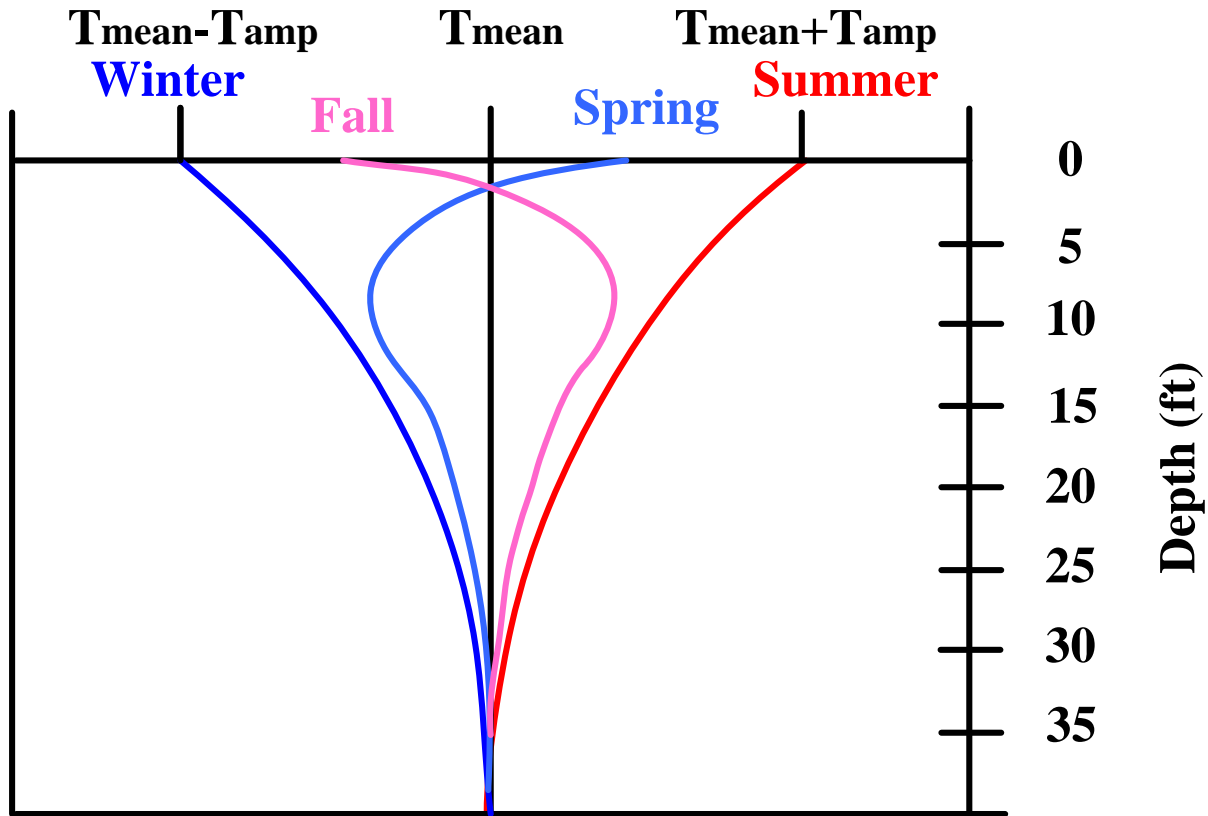
30





# 淺層溫能分佈曲線

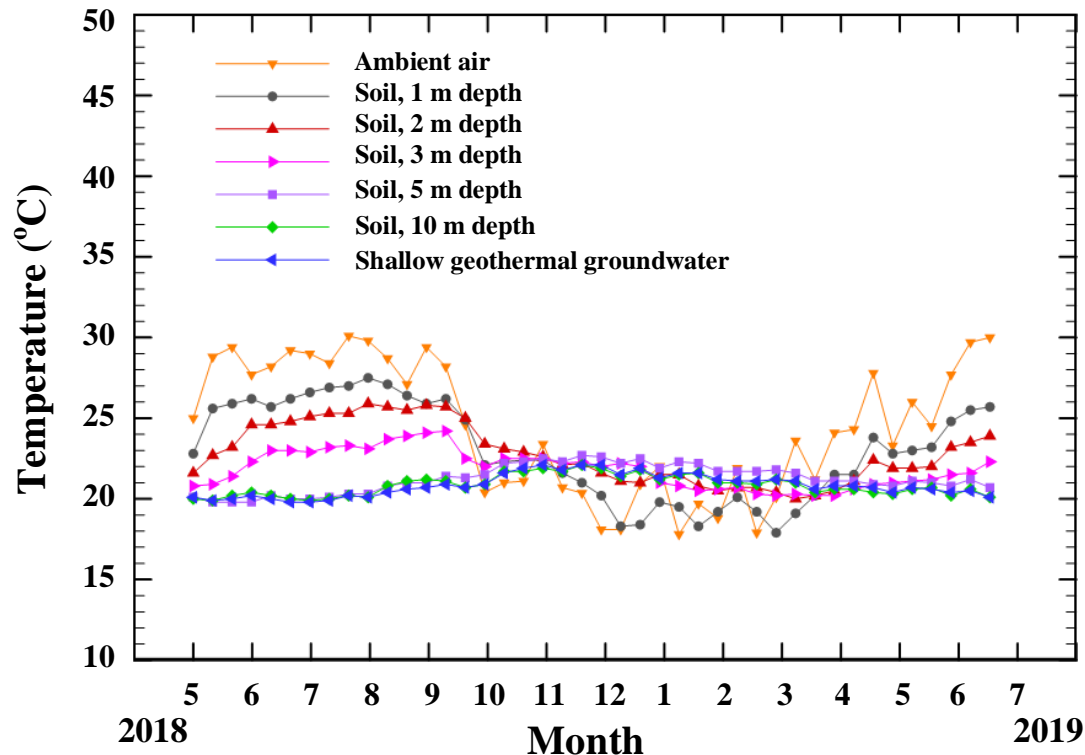
- 淺層土壤溫度與地表上溫度相比有冬暖夏涼的效果。



圖片來源：Kusuda T., and Archenbach, P. R. "Earth Temperature and Thermal Diffusivity at Selected Stations in the United States", ASHRAE Trans., Vol. 71, Part 1, 1965.



# 台灣(宜蘭)淺層土壤溫度分布情形



- 台灣宜蘭地區土壤深度超過3米之後，溫度趨於穩定。
- 地下水溫度為抽取地下8米時量測到的溫度。
- 淺層溫能溫度穩定，整年溫度介於20~22°C。
- 淺層溫能夏季可用來降溫，冬季可用於加熱。
- 淺層溫能可取代冷卻水塔。

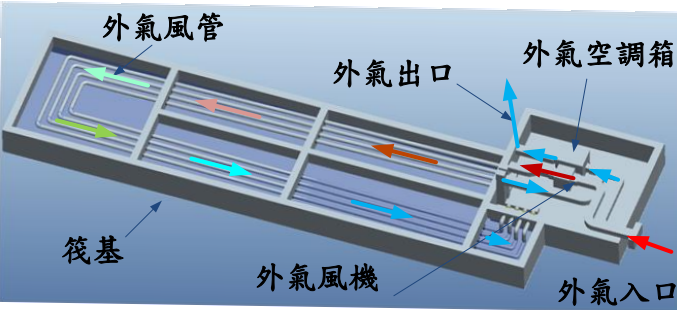


# 零碳空調重要技術-淺層溫能系統

33

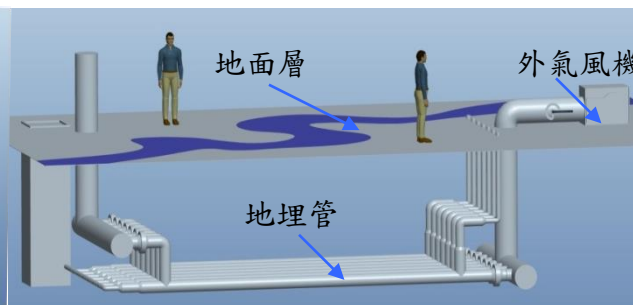
- 淺層溫能分為**筏基水溫能**、**地表下土壤溫能**與**地下水溫能**等，可應用於外氣預冷（夏季）或預熱（冬季）、空調機之冷凝器散熱與熱泵蒸發器吸熱等；以下介紹各項淺層溫能利用案例之設計與建造，不同應用系統的實驗量測與分析。

## 筏基水溫能利用



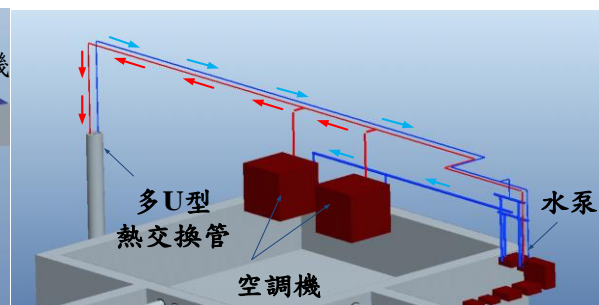
- 適用於都市型建築物操作。
- 本應用技術獨創全球。
- 筏基水溫 $18\sim 22^{\circ}\text{C}$ ，夏季可降溫除溼，冬季可加熱加濕。
- 管路系統設計具有冷凝水可自動排水與管路清洗功能，可永續操作。
- 提升室內空氣品質、降低空調負荷及節能減碳。

## 地表下土壤溫能利用



- 適用於腹地廣大建築物操作
- 土壤溫度 $20\sim 24^{\circ}\text{C}$ ，夏季可降溫除溼，冬季可加熱加濕。
- 管路系統設計具有冷凝水可自動排水與管路清洗功能，可永續操作。
- 提升室內空氣品質、降低空調負荷及節能減碳。

## 地下水溫能利用



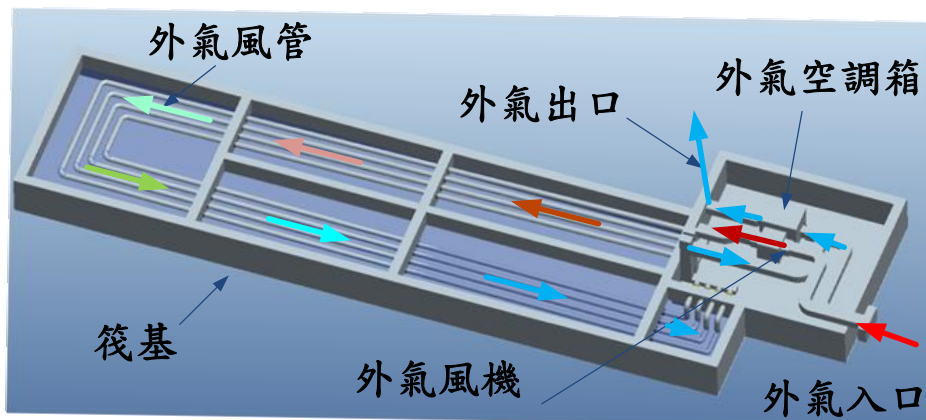
- 適用於各類型建築物冰水主機與熱泵。
- 可取代傳統冷卻水塔，提升系統COP。
- 採用雙口井設計，無抽取地下水之虞。
- 冷卻水採用密閉式設計，可於長時間操作下，無需維修保養。



# 筏基水溫能應用

34

- 本系統利用**新設與既有的筏基水溫能**進行外氣預冷（夏季）或預熱（冬季），本應用技術適用於都市型建築物操作，技術獨創全球。
- 本系統處理外氣風量2500CMH。採用200mmΦPVC管材，長50m，共4組。
- 筏基水溫18~22℃，夏季可降溫除溼，冬季可加熱加濕
- 管路系統設計具有冷凝水可自動排水與管路清洗功能，可永續操作。



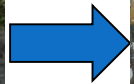
- 提升室內空氣品質、降低空調負荷及節能減碳。
- 筏基設循環水泵，提升外氣與筏基水之熱傳量。
- 系統具備空氣與水混合自動清洗功能。



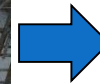
# 筏基水溫能應用



筏基結構工程施工



套管安裝圖



各槽檢修井灌漿完成



內槽穿管工圖



模板拆除圖

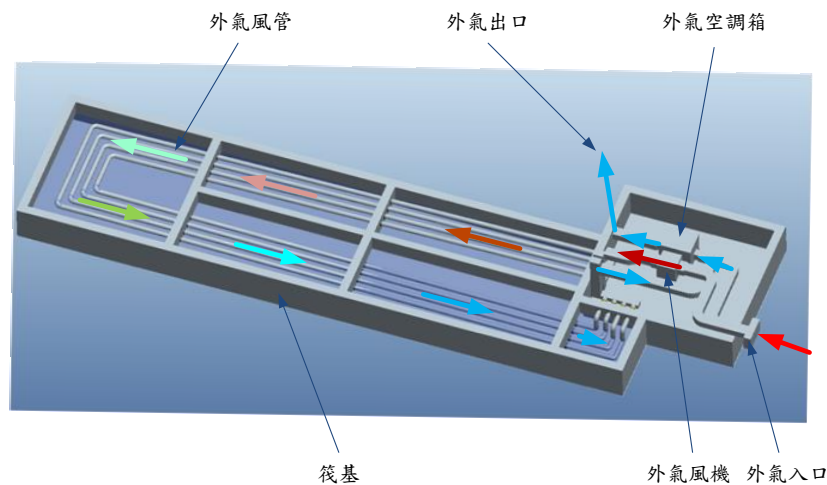


# 筏基水溫能應用

- 可降低外氣溫度達 $6^{\circ}\text{C}$ 以上。
- 熱傳有效性達70%以上。

筏基水溫能應用於外氣預冷

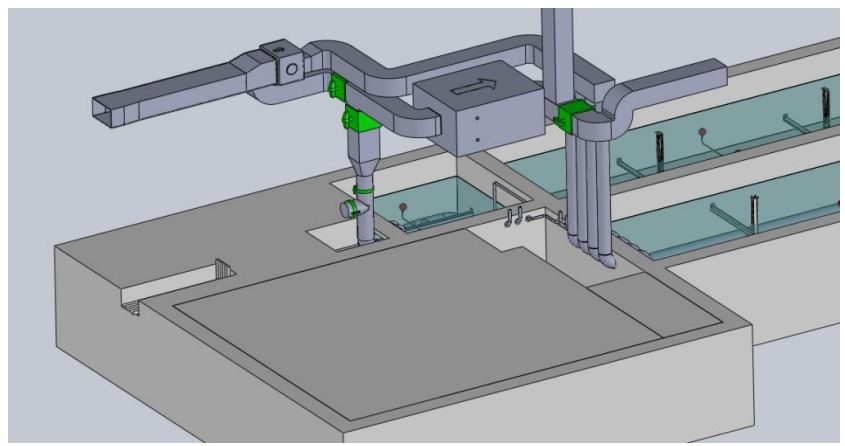
輸入條件		輸出結果	
筏基水初始水溫 ( $^{\circ}\text{C}$ )	21.0	筏基水平衡水溫 ( $^{\circ}\text{C}$ )	21.9
筏基水量 (ton)	151		
空氣入口乾球溫度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	35.0	熱傳率 (kW)	11.9
空氣入口相對濕度 (%)	75	空氣出口乾球溫度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	27.9
送風風量 (CMH)	2500		
管道長度 (m)	50	空氣出口相對濕度 (%)	99.2





# 筏基水溫能應用

1. 筏基水溫能應用於外氣系統預冷除溼(預熱加溼)，**取代外氣預冷系統。**



外氣系統示意圖

外氣系統設備規格表

設備名稱	規格
風管外徑	0.216(m)
風管內徑	0.202(m)
筏基水高度	0.6 m
外氣風量	2500(CMH)
風機(SF1)	0.5 hp



空調箱實體圖



手動風門示意圖



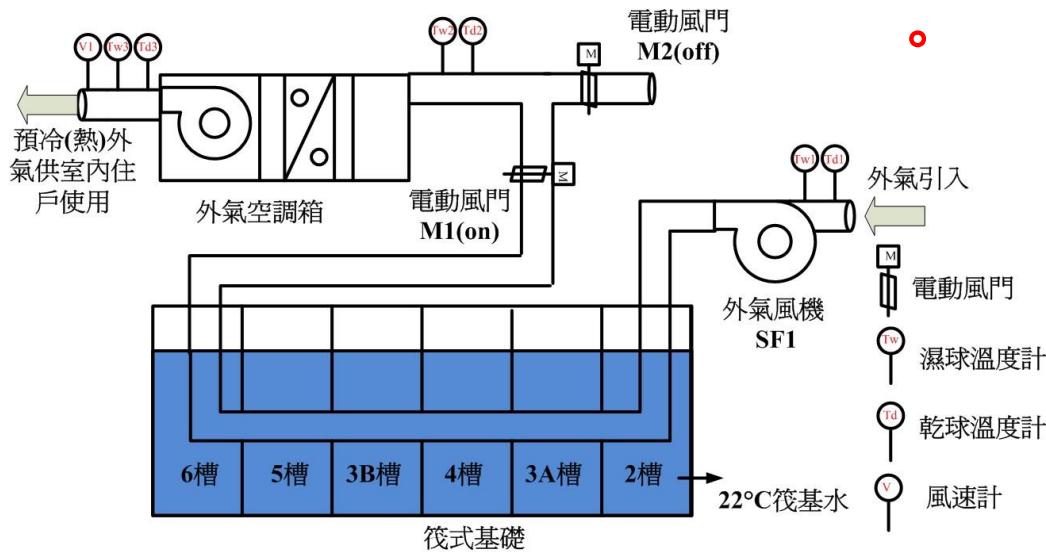
室內風管實體圖





# 筏基水溫能應用

## 筏基水溫能應用於外氣系統預冷除溼(預熱加溼)-測試



夏季量測數據		
閥基水溫		22.3°C
空氣入口條件	乾球溫度	35.0°C
	相對溼度	75%
空氣出口狀態	乾球溫度	27.9°C
	相對溼度	99%
冬季量測數據		
閥基水溫		18.5°C
空氣入口條件	乾球溫度	13.5°C
	相對溼度	82%
空氣出口狀態	乾球溫度	18.1°C
	相對溼度	85%

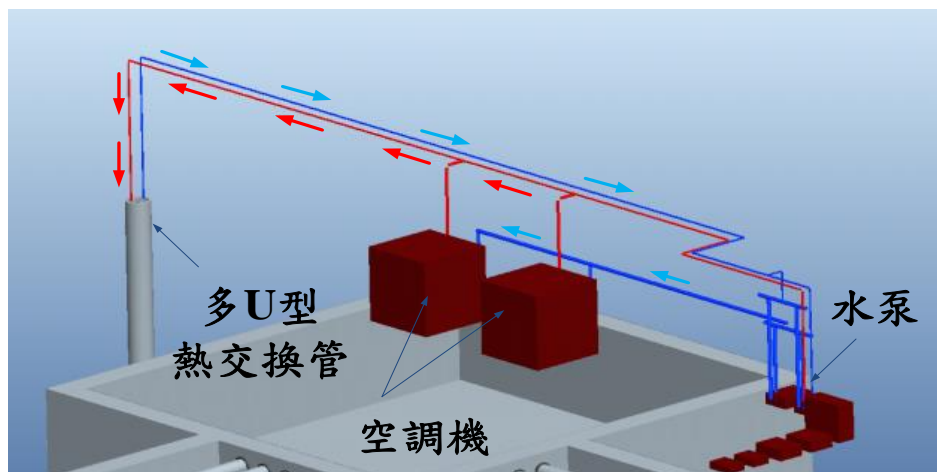
設置系統	初設成本(Capital Cost, TWD)			月運轉成本 Monthly Operation Cost (TWD/month)	回收周 期(月) Payback Period (month)
	空調機組	地埋管建置 及材料費用	外氣風機		
5.5RT 空調機	137,500	0	1,500	7326	N/A
新設筏基水系統	0	250,000	4,000	370	17



# 地下水溫能應用

39

- **利用地下水溫能進行**空調機之冷凝器散熱與熱泵蒸發器吸熱，以提升系統之性能。
- 適用於各類型建築物冰水主機與熱泵，可取代傳統冷卻水塔，提升系統COP。
- 採用雙口井設計，井深分別為25m與20m，雙井距離5m，利於地下水循環，無抽取地下水之虞。
- 外部套管具有防砂網設計，避免泥沙進入內部，冷卻水採用密閉式設計，可於長時間操作下，無需維修保養。
- 獨特設計，熱傳效率高，穩態時熱傳能力可高達100W/m。
- 提升空調系統COP達20%。
- 提升熱泵COP達25%。



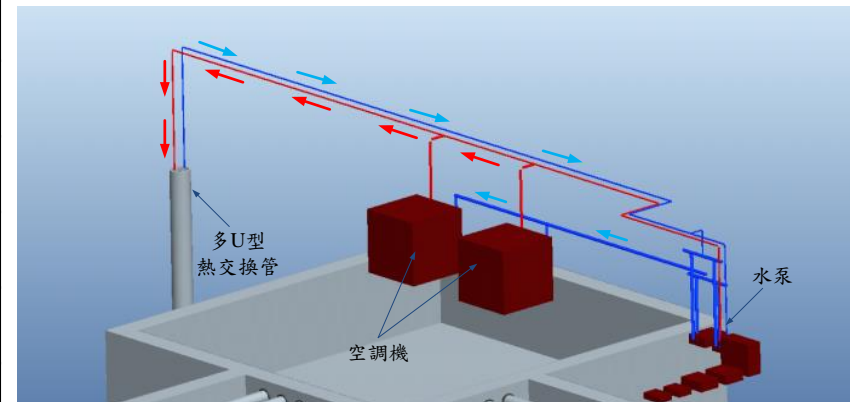


# 地下水溫能應用

## ■提升空調系統COP達20%。

地下水溫能應用於空調機冷凝器散熱

空調機性能					
製冷功率	kW				26.7
冷凝器散熱率	kW				32.5
COP(冷卻水)	kW/kW				4.3
COP(地下水)	kW/kW				5.2(提升20%)
地埋熱交換器 設計參數					
管內入口水溫	°C	30	管數	-	7
管內出水溫度	°C	25	埋管深度	m	20
管外側平均水溫	°C	22	管內徑	m	0.016



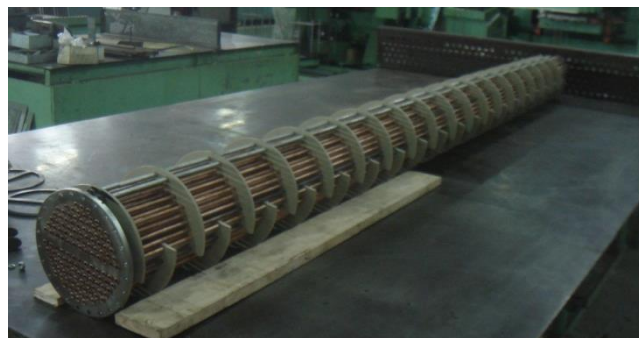


# 地下水溫能應用

地下水溫能與筏基水溫能應用於空調機冷凝器散熱**建造**，  
取代空調機使用之冷卻水塔。



VRF空調主機實體圖



多U型金屬熱交換器實體圖



多U型金屬熱交換器實體圖



金屬熱交換管放置



出入水管安裝



金屬熱交換器放入井中



# 地下水溫能應用



鑿井作業



套筒管安裝



U型管組裝



量測設備安裝



安裝完成

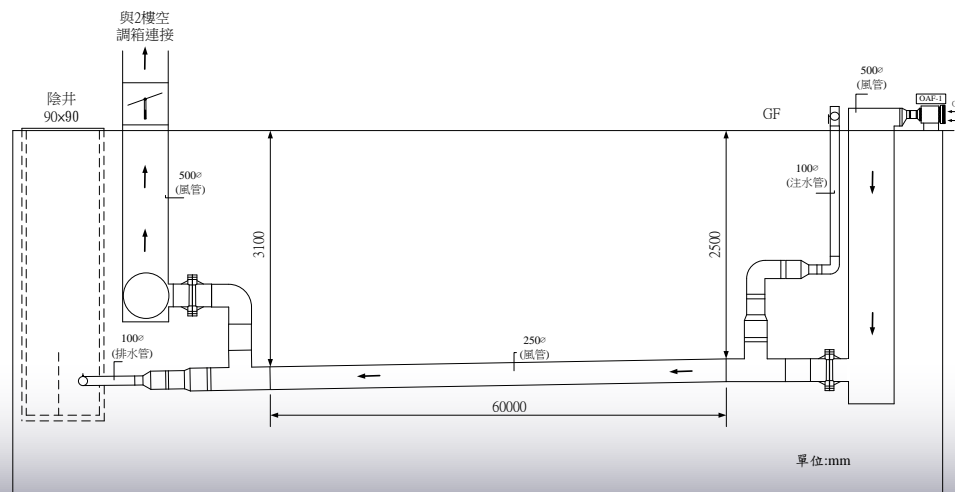
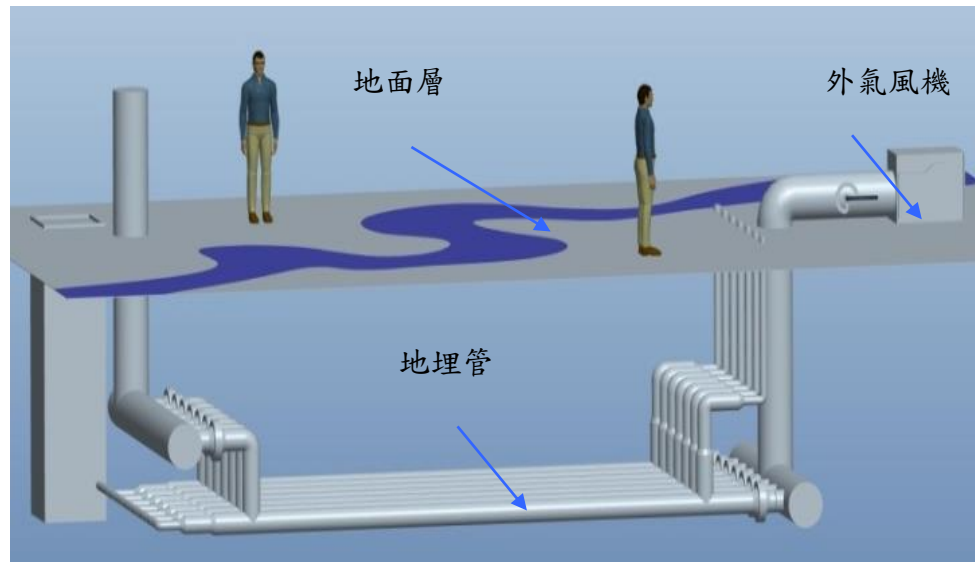


U型管組裝



# 地表下土壤溫能應用

- 利用**地表下土壤**溫能進行外氣預冷（夏季）或預熱（冬季）。
- 適用於**腹地廣大**建築物操作。
- 採用**250mmΦPVC**管材，長50m，共7組。
- 此案例土壤溫度**24~27°C**，夏季可降溫除溼，冬季可加熱加濕。
- 管路系統設計具有冷凝水可自動排水與管路清洗功能，**可永續操作**。
- 提升室內空氣品質、降低空調負荷及節能減碳。



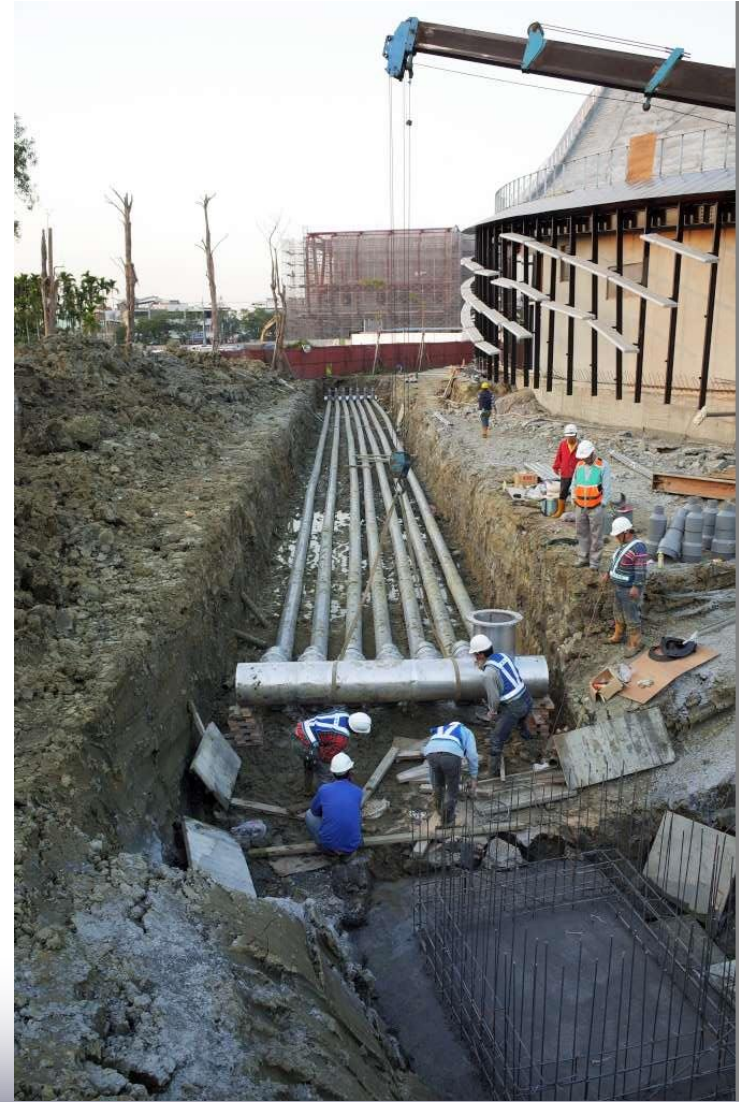
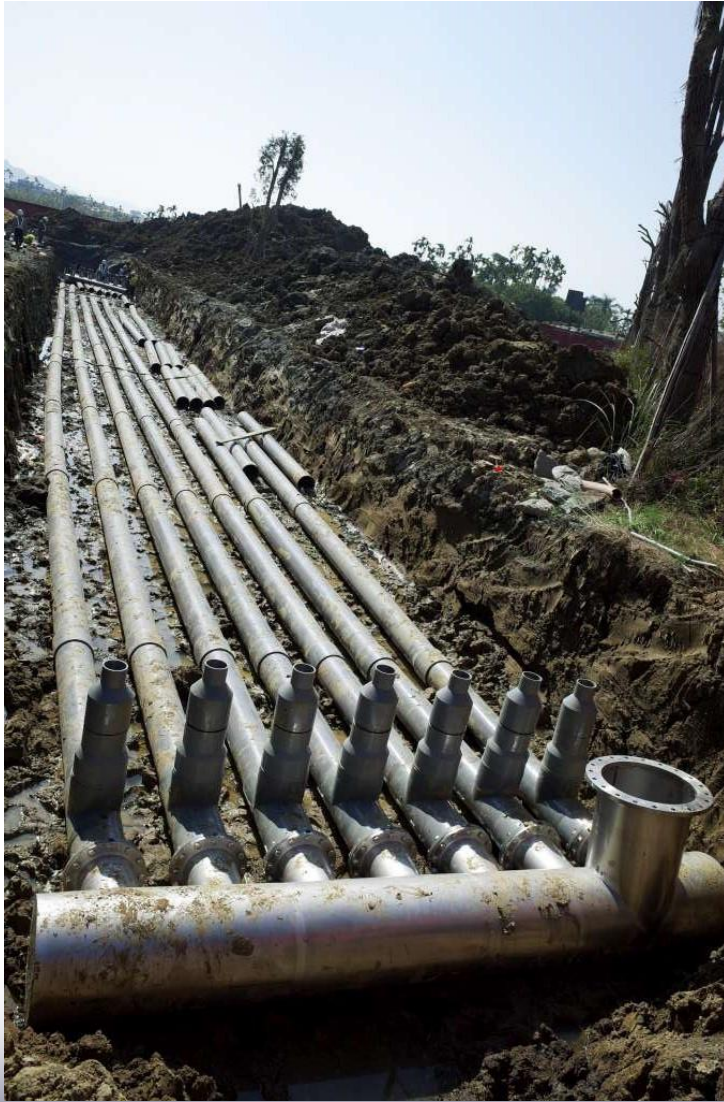


# 地表下土壤溫能應用





# 地表下土壤溫能應用

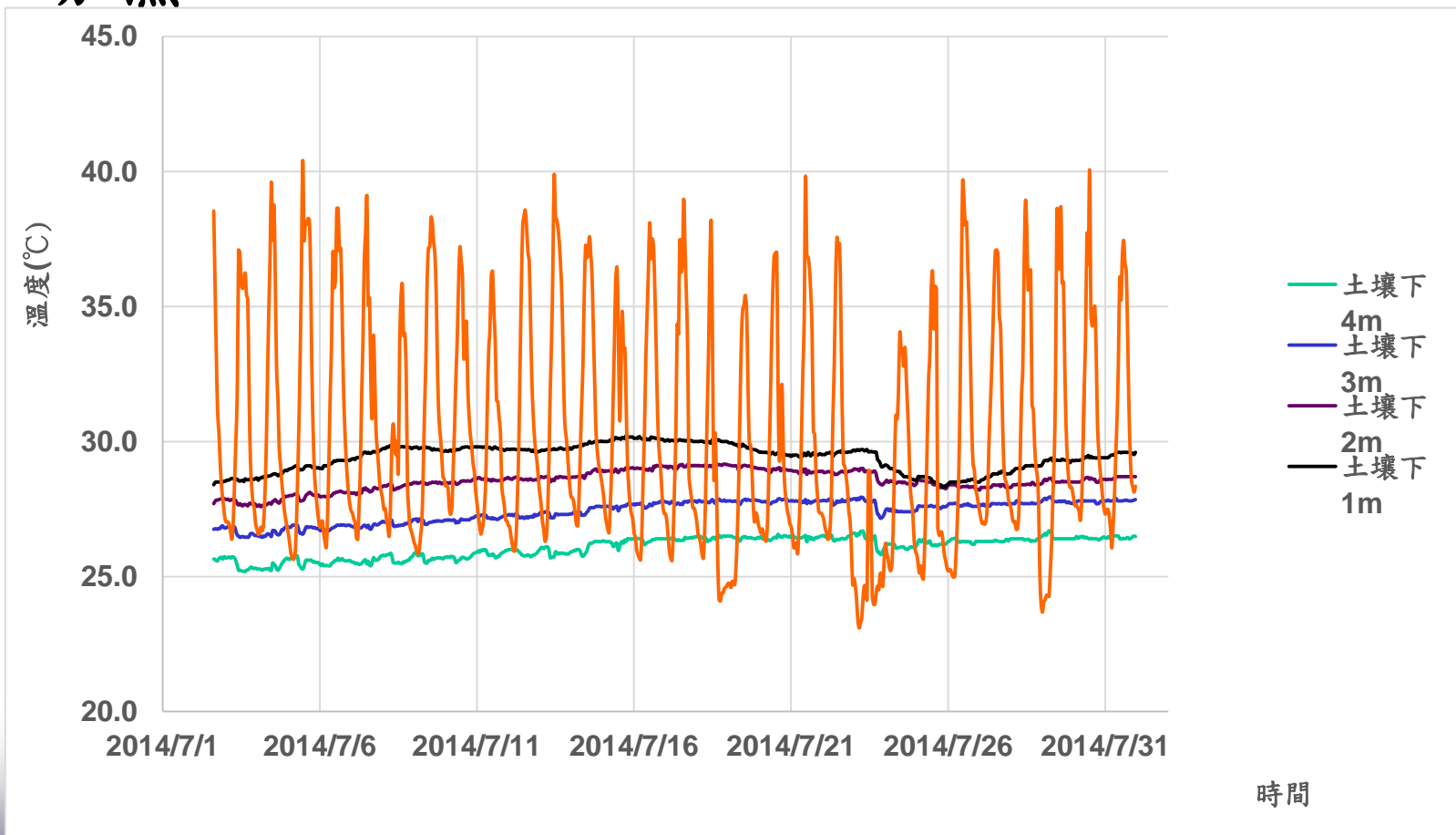






# 地表下土壤溫能應用

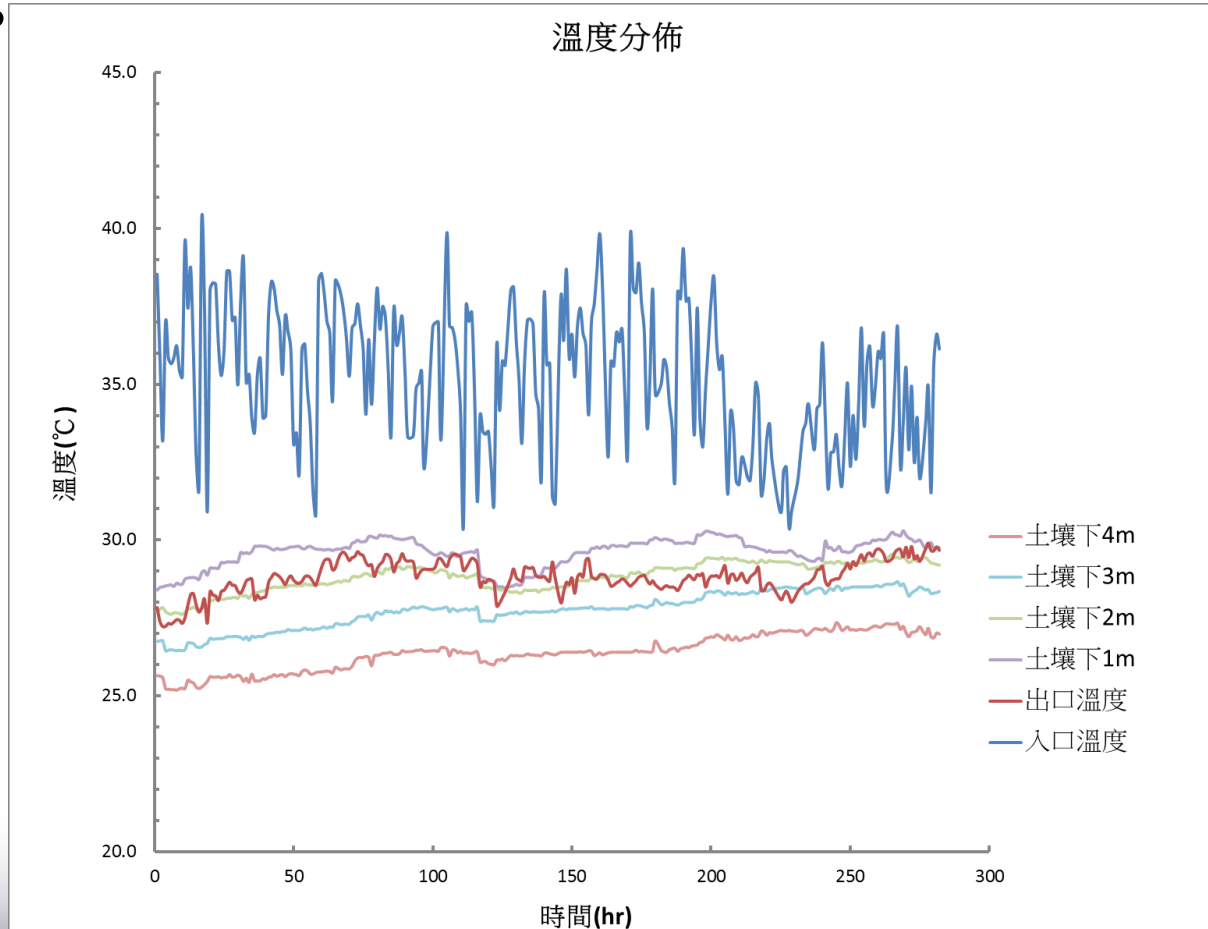
■ 土壤溫度 $24\sim 27^{\circ}\text{C}$ ，夏季可降溫除溼，冬季可加熱加濕。





# 地表下土壤溫能應用

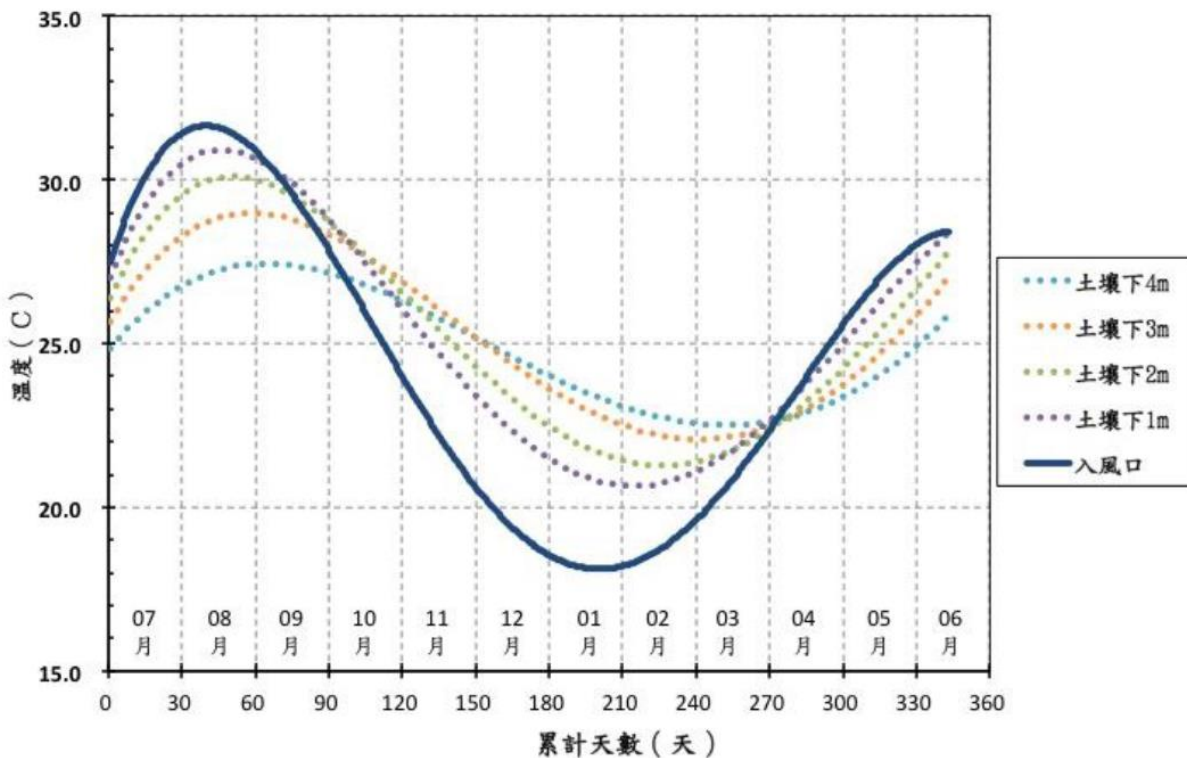
■ 可降低外氣溫度達 $5^{\circ}\text{C}$ 以上，熱傳有效性達60%以上。





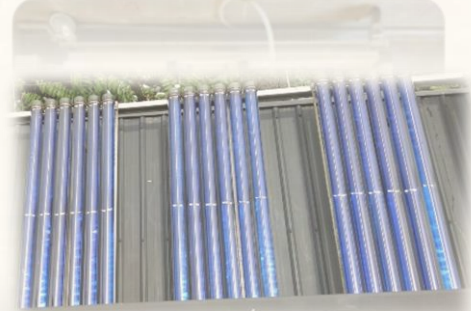
# 地表下土壤溫能應用

■ 土壤的溫度隨著離地面越近越易受外氣影響，如下圖。



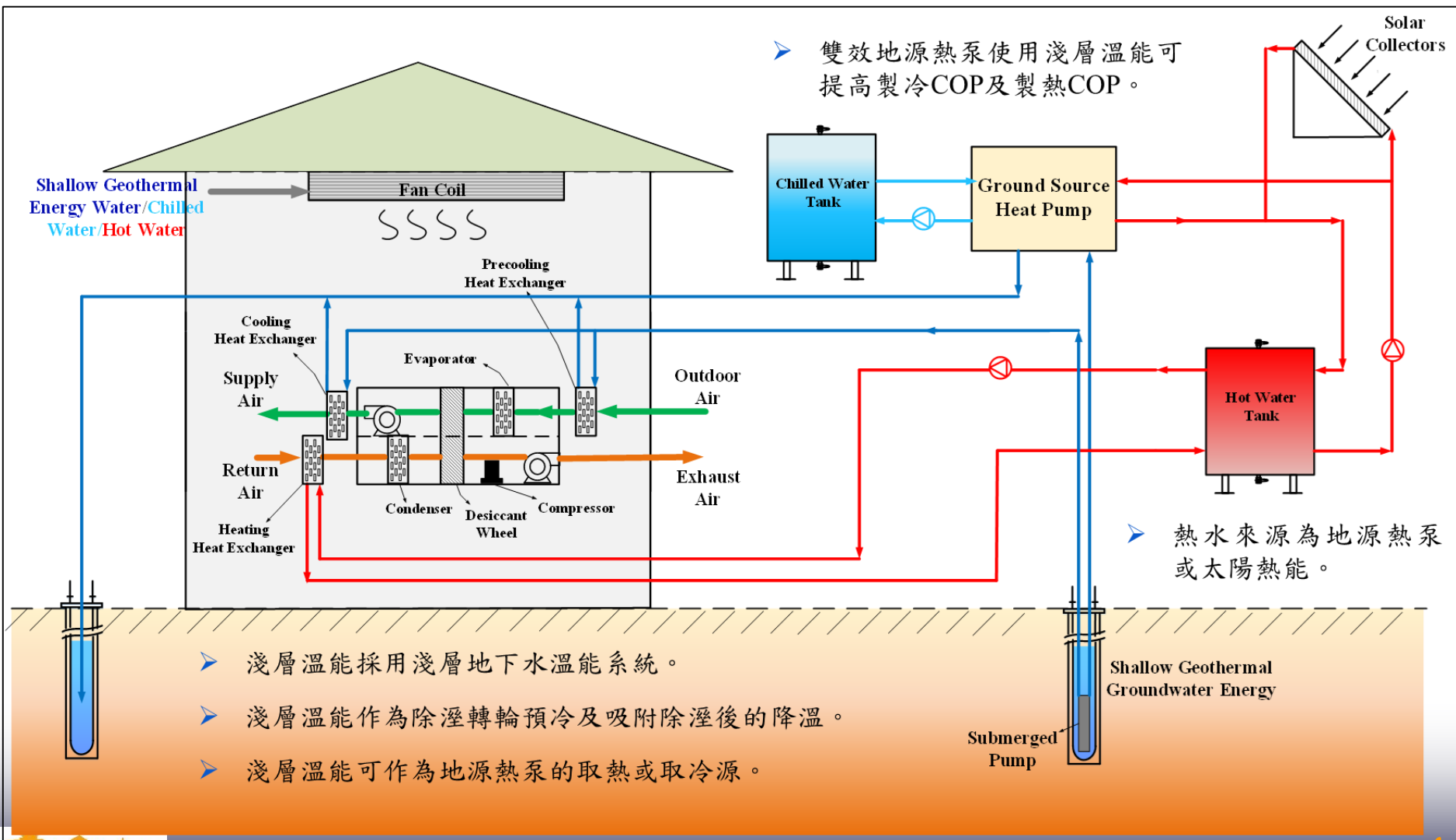


# 淨零碳空調系統





# 淨零碳空調系統架構



➤ 雙效地源熱泵使用淺層溫能可提高製冷COP及製熱COP。

➤ 熱水來源為地源熱泵或太陽熱能。

- 淺層溫能採用淺層地下水溫能系統。
- 淺層溫能作為除溼轉輪預冷及吸附除溼後的降溫。
- 淺層溫能可作為地源熱泵的取熱或取冷源。



# 實驗場域

51



- 實驗場域位於一棟三層樓高建築的南方，實驗室屋頂構造採用單斜式，上方有安裝7組太陽真空管集熱器。
- 構架材料採用輕型鋼材，壁面披覆材料為玻璃。
- 測試場域面積 $22.1\text{m}^2$ ，高度為 $5.5\text{m}$ 。上方有安裝7組太陽真空管集熱器。



# 實驗場域

▶ 室內負荷可由淺層溫能水、冰水、熱水搭配室內風機盤管組處理，風量為1200CFM (2039CMH)。



▶ 除溼轉輪冷卻系統處理外氣負荷，處理風量712CMH。



# 淨零碳空調系統-操作模式

53

## 室內負荷

## 外氣負荷

外氣溫度  
<12°C

外氣溫度  
12~25°C

外氣溫度  
>25°C

使用熱水

使用淺層溫能水

使用14~17°C冰水

外氣露點溫度  
<10°C

外氣露點溫度  
10.0~20.5°C

外氣露點溫度  
20.6°C~23.0°C

外氣露點溫度  
>23.0°C

加濕

直接供風

結合再生能源  
除溼模式

結合再生能源與  
熱泵除溼模式

淺層溫能  
降溫或升溫

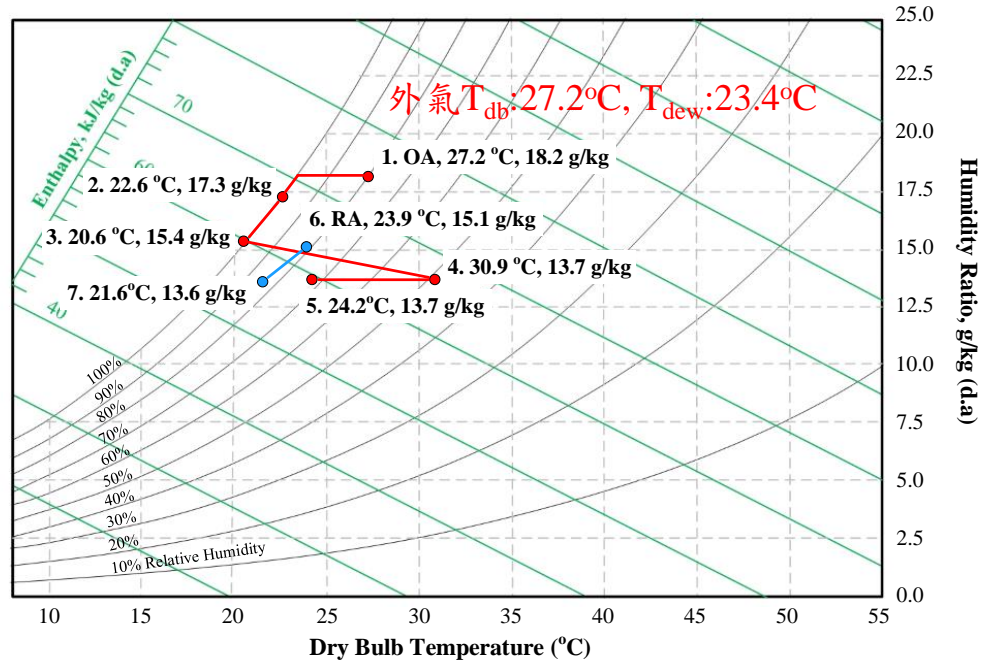
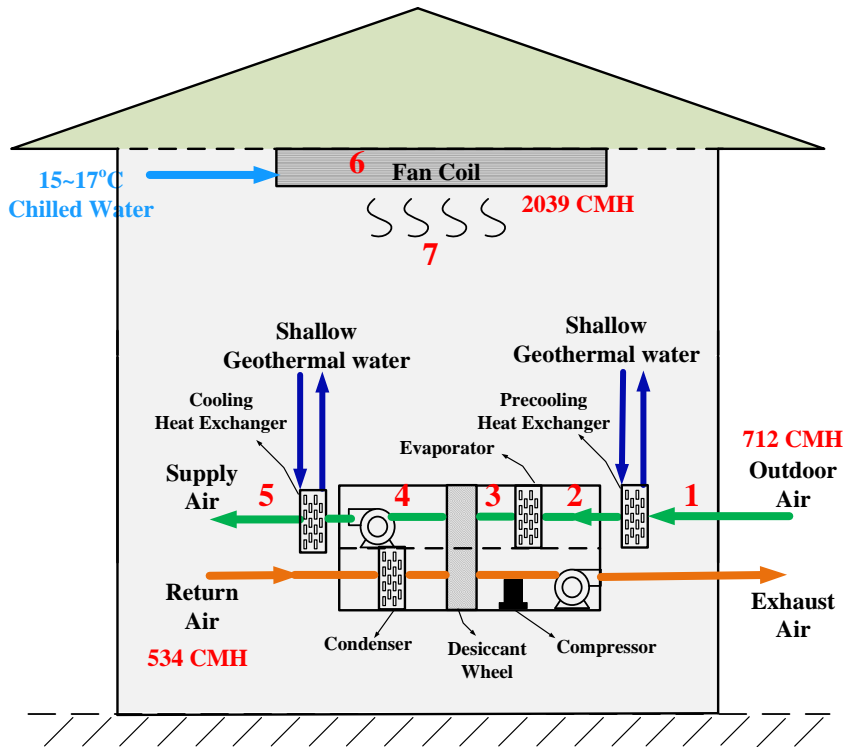
供風

- 除溼轉輪冷卻系統處理外氣負荷。
- 室內負荷可由淺層溫能水、冰水、熱水搭配室內風機盤管組處理。
- 因外氣負荷已由除溼冷卻系統處理，室內冷卻盤管可通入較高溫的冰水溫度(14~17°C)。
- 當室內負荷較低時，可用20~22°C淺層溫能水取代冰水。
- 當外氣負荷較低時，則停用轉輪內的熱泵，以太陽熱能及淺層溫能供應給轉輪使用。





# 淨零碳空調系統-冰水降溫吸附除濕

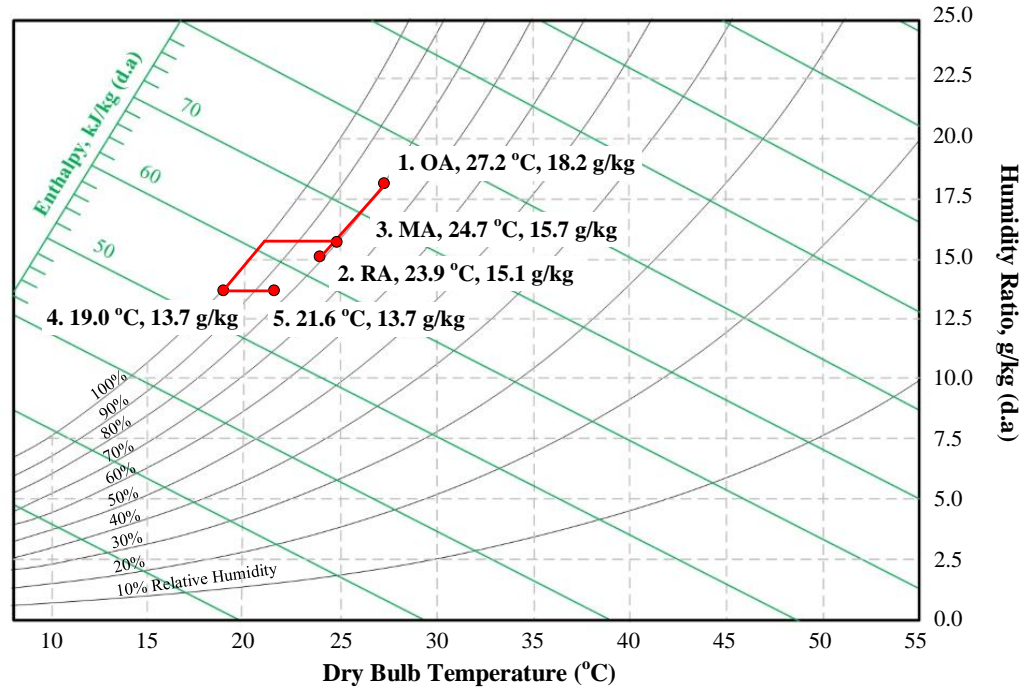
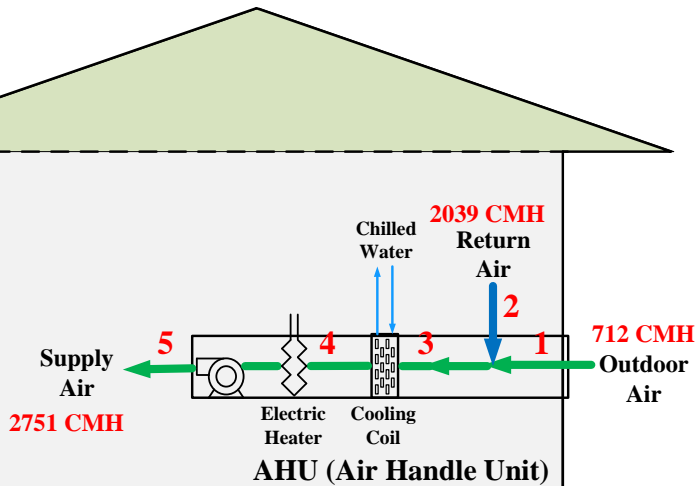


	Air Flow Rate (m <sup>3</sup> /hr)	Air Side Load (kW)				Total Power Consumption (kW)
		1-2 Cooling	2-3 Cooling	3-4 Adsorption Dehumidification	4-5 Cooling	
Wheel Dehumidification	712			3.42		1.14 + 1.44 <b>= 2.58</b>
Chiller	2039			6-7 Chiller Cooling	4.26	

轉輪耗電+  
熱泵耗電



# 傳統空調系統-冰水降溫冷凝除溼模式<sup>55</sup>

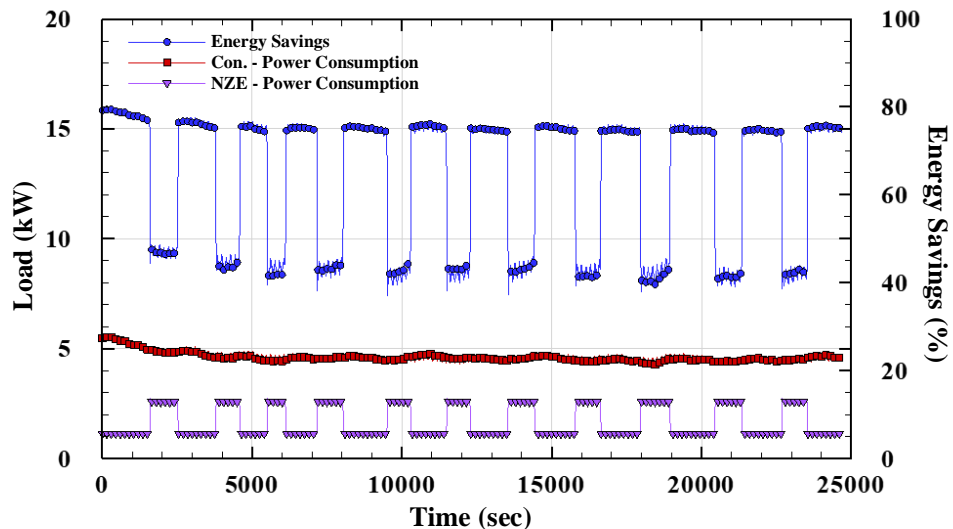
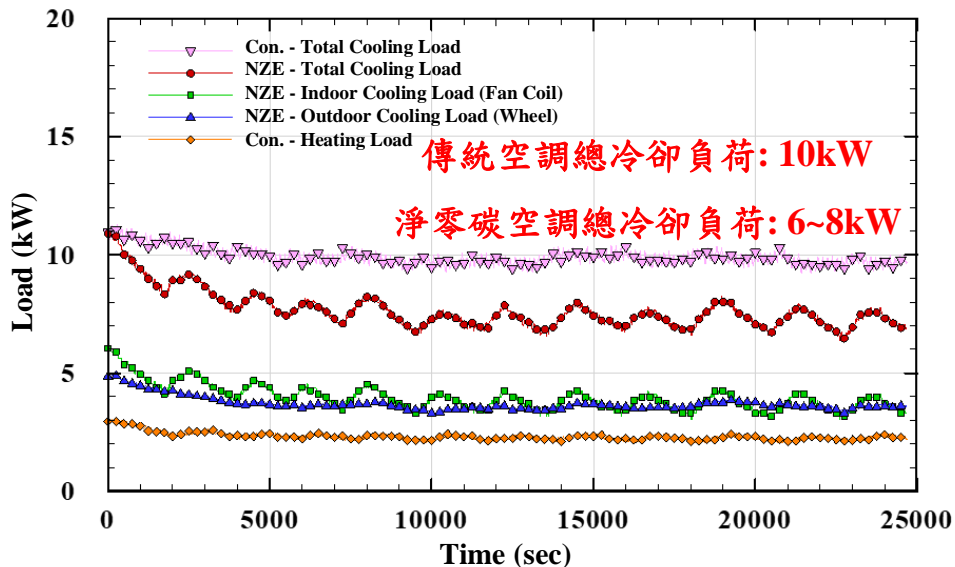


	Air Flow Rate (m <sup>3</sup> /hr)	Air Side Load (kW)		Total Power Consumption (kW)
		3-4 Condensation	4-5 Reheating	
<b>Condensation Dehumidification</b>	2751	9.92	2.27	9.91/4.3+ 2.27 <b>= 4.52</b> 冰水機耗電 +再熱耗電
		3-4 Condensation	4-5 Reheating	

註: 比較之傳統空調為大同2017年出廠之冰水機, 型號為TCW-5NAK1D, 測試標準為冰水入水12°C, 出水7°C, 冷卻水入水為30°C, 冷卻水出水35°C, 製冷能力17.5kW, 耗電量4.1kW, COP為4.27。



# 淨零碳空調系統節能量分析



## 運轉約7小時之耗電量

	Total Power Consumption (kWh)
Conventional Air Conditioning System	31.7
Net Zero Energy Air Conditioning System	11.5

- 測試場域面積22.1 m<sup>2</sup>，高度為5.5m。
  - 測試條件為外氣乾球溫度及露點溫度分別為27.0~28.0°C及23.5~24.5°C。
- 運轉一天(7小時)可節能約**20度電**，**節能率63.7%**。



# 結論

57

- 將淺層溫能應用於空調領域，將有助於降低空調耗電，達到節能減碳之目的，並且還能節省尖峰用電時石化燃料之使用，進而減緩熱島效應以及溫室暖化現象。
- 本淨零碳空調系統根據台灣濕熱氣候及淺層土壤條件，設計不同氣候條件下的操作模式，當外氣乾球溫度及露點溫度為 $28.0^{\circ}\text{C}$ 及 $24.5^{\circ}\text{C}$ 左右，使用淨零碳空調系統可保持室內乾球溫度及露點溫度 $24.0^{\circ}\text{C}$ 及 $20.0^{\circ}\text{C}$ 左右，運轉七小時可較傳統空調系統節能63.7%。



---

**THANKS FOR YOUR  
ATTENTION !!**