

國立台北科技大學
創新育成中心產學合作廠商
節能環保（氣冷+水冷）為一體的優越設計



 **JESAN® 多聯模組化節能環保蒸發式冰水機**

普士電業股份有限公司

地址：新北市蘆洲區長興路405號2樓

電話：02-8286-9885

傳真：02-8286-9798

網址：www.pulseluxe.com.tw

E-mail：pulselux@ms15.hinet.net

索 引

	頁號
(一) 產品特色-----	2~14
(二) 產學合作項目成果-----	15~19
(三) 專利證書-----	20
(四) 台灣大電力測試-----	21~25
(五) 發展過程－產品改良紀錄-----	26~27
(六) 實績、照片-----	28~31
(七) 規格表-----	32

正興安蒸發式高效率冰水機關鍵技術 (節能趨勢：渦卷、蒸發式、多聯模組)

- 一、 選用高效壓縮機(Copeland 並聯渦卷式) ，在同等條件，比他牌(種)效率高10-20%。
- 二、 搭配蒸發式冷卻技術，以最小耗電達到最佳散熱，可使系統效率再提升10-40% (比較水冷式、氣冷式)。
- 三、 多聯模組設計，在各種負載狀態下，以最佳運轉模式對應，達到最高效率運轉(高20%)，可省下大量電費。(大金公司也在2009-11 推出相同設計「六角模組冰水機」)。

模組化蒸發式冰水機組之能效與應用

在台灣空調的部分負載能效標準一直被嚴重忽視，通常，冰水機部分負載的COP值都很低，這也是壓縮機製造商尚待突破的技術瓶頸。何況，冰水機大部分時間都在部分負載下運作，無形中浪費大量能源。此現況若能被重視並改進，必能提升國家能源使用效率。(大金公司在2009-11 推出六角模組化冰水機，獲得日本政府2010年度重點推廣補助的產品)。

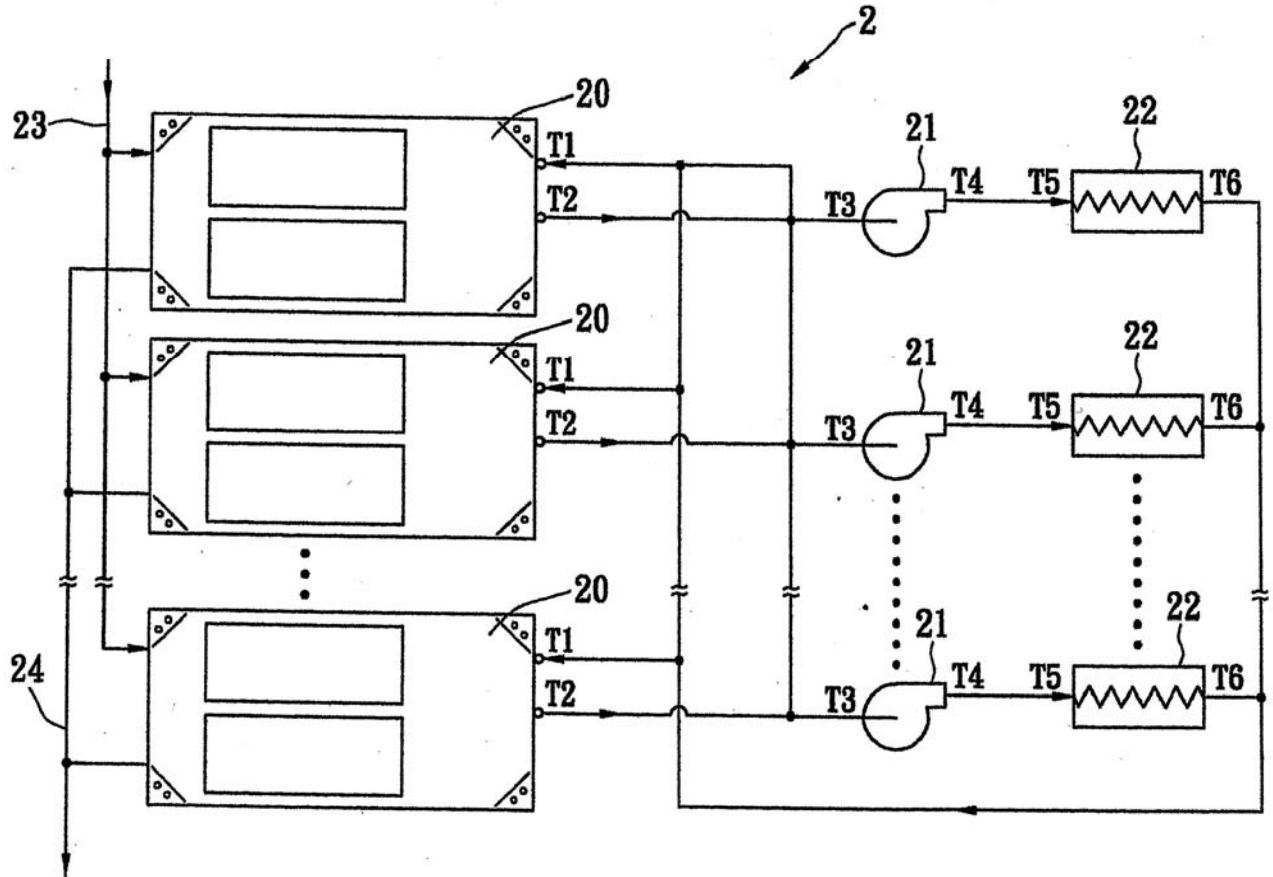
綜觀國內空調設備如：離心式冰水機、螺旋式(滿液)冰水機...等，都重視滿載COP，而忽略整個系統的SCOP值，作最佳化設計，無論在任何工況下操作，都能維持全程高效率。

節能減碳是全球的趨勢，高耗能的空調設備性能提升與推廣，更是刻不容緩的議題。以下，值得研究、探討的重點：

- 一、 傳統的冰水機在各種工況及負載下，性能特性資料庫建立。
- 二、 多聯變頻分離式系統，性能資料庫建立。
- 三、 探討以最簡單設計、最低成本(含工程)，達成高SCOP且穩定的系統。
- 四、 比較各機種模型的性能、成本結構，尋找研發方向及重點。
- 五、 配合台灣氣候及實際使用狀況，擬定測試標準(含夏季部份負載)。

正興安蒸發式冰水機

多聯模組管路系統



<優點>

- 一、全程高效率運轉(高SCOP)，隨負荷修正運轉台數，冰水溫度穩定，省電、效率高。
- 二、維護時無須停止冷氣運作。
- 三、並聯擴充容易、具彈性。
- 四、免機房、省空間(只需傳統冷卻水塔安裝空間)。
- 五、節省傳統冷卻水塔安裝設置費用。
- 六、多機並聯設計，部份故障，冷氣不會全面停擺。
- 七、維護費用低。
- 八、靜音。

負荷率% RT	JEW-50F 台數			SCOP
	1	2	3	
100% 150RT	100%	100%	100%	4
92% 140RT	75%	100%	100%	4.1
83% 130RT	75%	75%	100%	4.16
75% 120RT	75%	75%	75%	4.25
66% 110RT	50%	75%	75%	4.33
58% 99RT	50%	50%	75%	4.4
50% 89RT	50%	50%	50%	4.5
33% 59RT	0%	50%	50%	4.5
16% 30RT	0%	0%	50%	4.5
0% 0RT	0%	0%	0%	
8% 15RT	25%	0%	0%	3.9

蒸發式與水冷式冰水機部份負載耗電量評估

負載率	運轉時數	冷房需量	蒸發式 (多聯模組)	水冷式 (螺旋式)	備註
100%	4	400 RT	SCOP = 4.2 耗電量 = 335KW	SCOP = 3.8 耗電量 = 370KW	
75%	6	480 RT	SCOP = 4.25 耗電量 = 397KW	SCOP = 3.4 耗電量 = 496KW	
50%	10	600 RT	SCOP = 4.8 耗電量 = 440KW	SCOP = 2.9 耗電量 = 727KW	
0%					
總計	20/天	1480 RT	耗電量 = 1172KW	耗電量 = 1593KW	
年總計	300 天		351600 度×3.3 元= 1,160,280 元	477900 度×3.3 元= 1,577,070 元	
效益比較			省電 26%	電費多 416,790 元	
說明：(一) 優美飯店實際(冷氣電費) × 26% = (節省電費) (二) 熱回收量約＝冷房用量的 30%。 例如：1000RT/天時，可回收 907,200Kcal 來製造熱水。					

備註：(一) SCOP：冰水機含冷卻動力耗電，(W/W)。

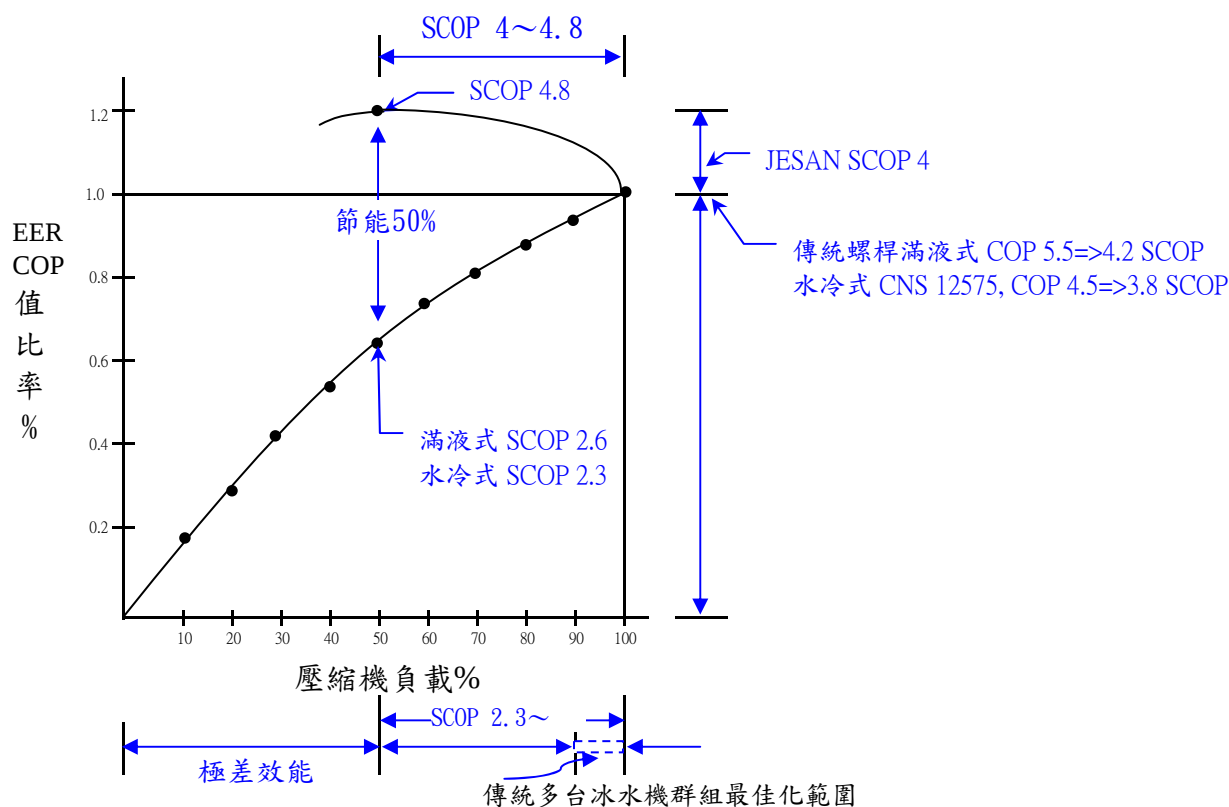
(二) 條件：外氣 WB24℃，冰水 12℃入，7℃出。

(三) 水冷式 SCOP(含冷卻耗電)：

COP 5.5 => SCOP 4.3 COP 4.5 => SCOP 3.8

※ JESAN多聯模組蒸發式冰水機組，能讓設計師作到
最佳、最完美的規劃設計案！

省電20%~50%



備註： 1. SCOP --> 含冷卻耗電(水塔FAN、泵浦)

2. 以上分析為夏季部分負載。

條件：外氣 DB 35°C，WB 24°C

冰水 12°C入，7°C出

特稿

/湯岳儒 撰

淺談渦卷壓縮機之並聯應用

摘要

由於渦卷式壓縮機有著高效率低噪音等諸多優點，目前在中小型冰水機以及 VRF 多聯空調系統中使用多台渦卷壓縮機並聯機組相較於傳統單機式作法具有許多優勢，本文介紹了渦卷壓縮機並聯使用的優點，分析使用過程中可能發生的回油問題，根據文獻客觀的分析了目前市場中常見的兩種並聯機組之結構，對於高壓內部供油與低壓油氣平衡式並聯機組的優缺點，以及並聯機組與螺桿壓縮機的比較做詳實的討論，希望可以提供使用並聯機組之系統設計者參考。

關鍵字：渦卷壓縮機，並聯，回油

1. 前言

渦卷機構首見於 1905 年由法國人 Creux 所提出的一篇專利，然而由於當時加工精度普遍不夠精細的限制，一直沒有實際的商品出現，1970 年間因加工精密度之進步，促使了渦卷壓縮機得以迅速發展。截至目前為止在冷凍空調領域中，渦卷壓縮機已經獲得廣泛的應用。

隨著空調行業的迅速發展以及面臨使用場合的多樣性趨勢，對於大冷凍能力規格的空調機載具之需求也隨之殷切，因此，市場上對於大容量全封閉渦卷壓縮機的需求更是迫切。以往受限於渦卷式壓縮機的一般規格仍屬於中小型

容量應用範圍，致使空調機製造廠在大容量單元式空調機具上仍然採用半封閉活塞式壓縮機或螺桿式壓縮機。



圖 1. Copeland 公司 30 hp (ZR380 KC) 渦卷壓縮機
[<http://www.copeland.pl/copeland/doc/broszury/+0903GB005.pdf>]

然而，面對大冷凍能力空調機具需求越來越大的市場發展態勢，在 2005 年

特稿

初，美國 Copeland 公司推出了單台輸入功率達 30 hp (ZR380 KC)[2] 的渦卷壓縮機，隨後 Danfoss 公司也迅速推出了相應規格的機型(SY380)[3]。同時間，為拓展中大型渦卷壓縮機的應用範圍，兩家公司不約而同的發表了全系列 2 台或 3 台渦卷壓縮機並聯的機組以順應市場較大冷凍能力之需求。同時期，原先專注在開發往復式以及螺桿式壓縮機的 Bizer 公司也發表了該公司的全系列渦卷式壓縮機與並聯機組[4]。

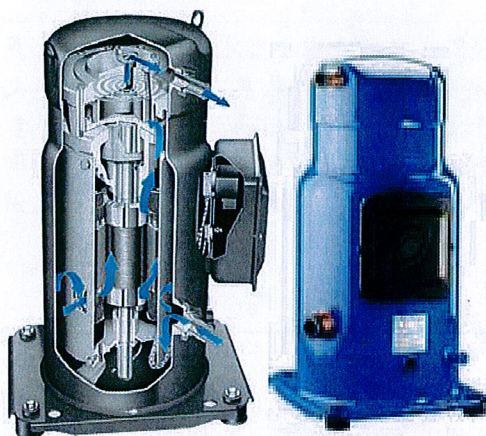


圖 2. Danfoss 公司 SY380 渦卷壓縮機
[<http://cn.drives.danfoss.com/ra/Products/ProductCatalogue.asp>]

當渦卷壓縮機在小型家用市場因成本價格面臨迴轉式壓縮機低成本優勢的挑戰之後，在市場上節節敗退之餘，中大型渦卷壓縮機市場的變化著實給予渦卷壓縮機另一片天空。但是，另一方面來說，對並聯渦卷壓縮機組運轉的耐久性與可靠度的疑慮，使得真正將其應用於批量生產的空調機組中之空調廠並不多見，大部分仍是維持小量特規商品。本文針對空調壓縮機的應用趨勢，對並聯渦卷壓縮機的應用特點進行詳細分析，提出了並聯機組使用的一些參考建議。

2. 並聯渦卷壓縮機的優點與技術優勢

(1) 使用上的優點

利用 2 台以上相同或不同規格的渦卷壓縮機並聯組成與大冷凍能力規格之螺桿壓縮機同等容量的並聯機組，以代替大規格壓縮機使用(如圖 3 所示)將具有以下優點：

- i. 可有效進行容量控制：利用 on/off 機組中的壓縮機(或利用調節變頻壓縮機的運轉頻率)可輕易實現容量調節的目的；
- ii. 提高運轉上的可靠性：並聯機組可較單台壓縮機 on/off 次數減少，因此可提高壓縮機運轉上的可靠度；
- iii. 啟動負荷降低：實務上可分別利用時間延遲的方法，錯開各台壓縮機的啟動時間，使得壓縮機面臨的系統啟動負載得以降低；
- ix. 可替換性：單台大型壓縮機損壞時，系統完全停擺，而並聯機組使用時，若其中的一台壓縮機損壞，還有部分容量可繼續工作；
- x. 置換費用減少：如果單台壓縮機(例如單一螺桿壓縮機或是單一往復式活塞壓縮機)損壞，壓縮機的更換費用要比只更換並聯機組內單一壓縮機的費用昂貴的多，倘若以消費者的角度看待，並聯機組的確兼具了經濟上的優點。



圖 3. Copeland 公司並聯機組[1]

(2) 技術上的優勢

並聯式渦卷壓縮機(以下簡稱並機)與螺桿式、迴轉式、往復式相比較，具有壓縮元件接觸點相對滑動速度較低的優點，也因為這個緣故可以使得洩漏量減少到最小量，因此，一般而言具有很高的理論壓縮容積效率和等熵壓縮效率。另外，不需使用吸、排氣閥，可減少壓縮氣體時的壓縮功率損失，連續的進、排氣壓縮過程，不但降低了氣流脈動，同時，運轉中的振動與噪音也隨之降低。順從機構的設計使得渦卷壓縮機在整個壓縮過程中，渦卷可自適地調整到最佳定位，而順從機構也使得渦卷對於抗液擊能力遠遠超過其他容積式壓縮機。因此，渦卷式壓縮機具有很高的系統適應能力和運行可靠性。

多機並聯使用除了可獲得更大的造冷量，還可以在冷凍空調負載較小的季節環境操作時，停止運轉其中一台或多台壓縮機，實現機組多段能量調節並可提高部分負載的能效比。

3. 並聯渦卷壓縮機的結構及供油

目前市場上廣泛應用的渦卷壓縮機依結構可分為二類：

1. 高壓外殼型
2. 低壓外殼型

高壓外殼型的壓縮機吸氣直接進入壓縮幫浦，經幫浦壓縮後的高壓排氣會先流經壓縮機的內部冷卻馬達，最後再經由排氣管排出壓縮機。單台壓縮機潤滑油供油方式係採用壓差供油，潤滑油在壓縮機殼體內部高低氣體壓力的一定

壓差作用下，迫使潤滑油自儲油槽供給潤滑油進入設計好的油路流道，並利用自動分流至各運動元件的摩擦面以達到潤滑目的。

而低壓外殼型則是指壓縮機進氣時先進入壓縮機腔體，部分氣體向下分流經過對馬達進行冷卻後再進入幫浦壓縮，大部分氣體經過濾油機制直接進入渦卷幫浦進行壓縮，壓縮後的高壓氣體由隔離板隔離至單一腔室，並直接由腔室連結排氣管排出壓縮機。一般定頻運轉機種，單台壓縮機採用離心供油方式，潤滑油在離心力作用下流經油路流道至各元件摩擦面[1]，變頻機種仍須設置在低頻運轉時可強制給油的供油幫浦輔助潤滑油可以順利流經油路流道至各元件摩擦面。

在冷凍空調系統中，壓縮機工作時必定有少部分潤滑油會連續不斷地從汽缸中與冷媒一起混和排出，進入系統的管路、冷凝器和蒸發器中。當潤滑油無法持續返回壓縮機時，會造成壓縮機油面下降，最後導致潤滑油嚴重不足，從而導至壓縮機因缺乏潤滑而燒毀。因此，如何保證潤滑油可以源源不斷地順利返回壓縮機是冷凍空調系統設計中最重要的課題之一，也是壓縮機設計者最關心的事。

對於只有一台壓縮機的冷凍系統中，只要採取必要的控油措施（例如採用合理的管路設計），在系統各部位形成穩定的油量分佈後，潤滑油必會順利地通過壓縮機吸氣管返回壓縮機儲油槽，使壓縮機能保持正常工作油位。而在同一冷凍系統中使用多台壓縮機並

特稿

聯，將存在著潤滑油能否順利返回各壓縮機的問題。

目前各渦卷壓縮機廠對於並聯機組採用的油平衡方式主要有三種：

1. 使用油位控制器和油分離器。
2. 基於油氣平衡原理的平均分配法(圖 4)。
3. 自適性平衡並聯技術(圖 5)。

採用油位控制器和油分離器的油平衡方式常見於冷凍系統，空調系統通常沒有油分離器和油位安全控制器，因此，採用並聯壓縮機的主要難度在於回油的分配方式。如何維持每台壓縮機的合理潤滑油液面同時保證壓縮機的使用安全是重要的議題。現今在空調用並聯機組應用中普遍利用二種型式的油路分配方法，即油氣平衡方式和自適性平衡方式。

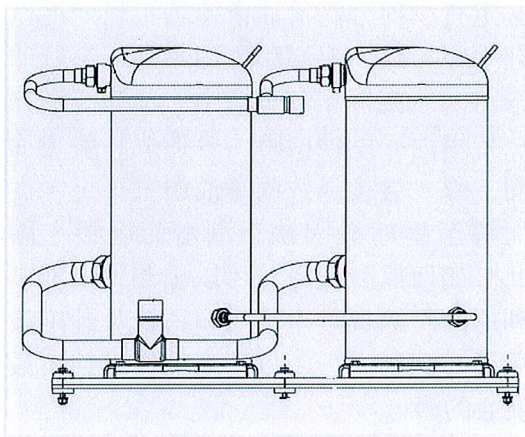


圖 4. 油氣平衡方式管線配置示意圖[3]

油氣平衡方式的並聯理論認為(圖 4、圖 5)，只要每個壓縮機的內部壓力相同，回氣管設計為對稱，則回氣管中的潤滑油就可以均勻地流入每台壓縮機。

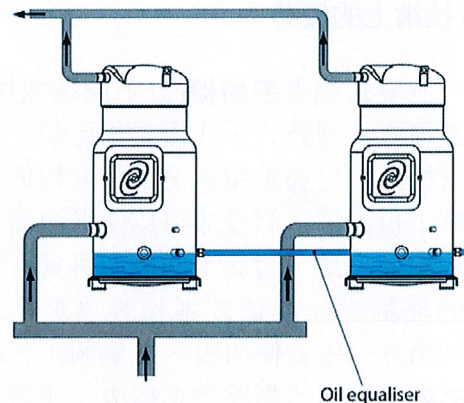


圖 5. 油氣平衡方式原理[3]

然而，考慮到每台壓縮機排氣時拋油情況可能有些微的差異，潤滑油的消耗情況也會有所差別，這都將造成各壓縮機的油位高低不同。因此，油氣平衡式並聯系統需要在各壓縮機之間安裝 1~2 個連通管(平衡管)，用以平衡壓縮機之間的氣體壓力和潤滑油液位。

油氣平衡式並聯的基本原理係依據壓縮機之間的“平衡”以保證潤滑油的“平均分配”。理論上雖然可行，但實際上並不容易做到，尤其是在三聯和四聯的並機方式應用上，對設計施工都有著較高的要求。一般而言，同型號壓縮機因為規格與性能一致，採用平衡式並聯會比較容易些。

為解決三聯和四聯的並機方式的回油問題，Danfoss 公司提出了自適性平衡並聯方式來並聯數台渦卷壓縮機(圖 6)，Danfoss 公司的作法是利用一支特殊的回氣分配管，使各個並聯壓縮機殼體內部的壓力不同，從而形成一個從高到低的階段分布。循環回油將先進入壓力最高的壓縮機，接著高於連通管限制位置的潤滑油在壓差作用會向下流入壓力

稍低的(第二個)壓縮機。按照此原理，循環回油可順利一直分配到最後一個(壓力最低的)壓縮機。

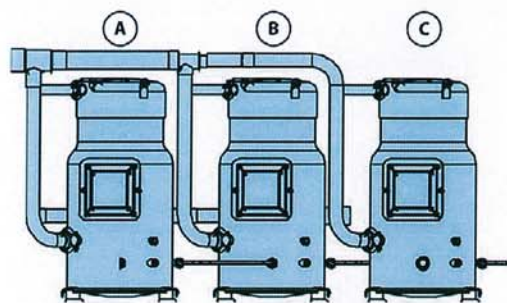


圖 6. 自適性平衡方式並聯機組原理[3]

與油氣平衡式並聯方法相比較，自適性平衡並聯方法的最大特點為潤滑油不是平均分配的，而是按壓縮機殼體內部壓力高低依次分配。自適性平衡並聯適合所有渦卷壓縮機，特別適合不同型號壓縮機之間的並聯。無論採用哪種型式並聯，只要做到各壓縮機循環回油正常，就是成功的並聯。

之所以會有三種潤滑油平衡方式的存在，其實是取決於各壓縮機生產廠商對於油平衡技術的不同認知。而作為空調機生產廠商，其關鍵點是如何掌握具體應用實例中可能存在的其他潛在問題，進而解決冷凍空調系統的各元件合理匹配問題，以及管路佈局的最佳化設計，確保機組能在不同工況下長期可靠運行，而油路平衡首先解決了並聯機組回油問題，使系統各元件合理匹配問題得以簡化。

4. 使用建議

- (1)為確保並聯機組中各壓縮機的回油正常，製冷系統和連接配管需要經過最佳化設計考量，並降低局部流動阻力。

- (2)儘量通過多次試驗確定空調機組的冷媒確切充填量，避免冷媒充填過多時，機組中的某一台壓縮機因過度吸排氣而稀釋了潤滑油使得壓縮機內部的潤滑油量不正常，以防止因潤滑不良而導致壓縮機燒毀。

並聯式渦卷壓縮機為空調機生產廠家提供了在建置大冷凍能力系統時更多的壓縮機選用選擇，在充分掌握並聯機組的運行特性和瞭解使用要求的條件下，空調機生產廠家應該能夠將其應用於更多的冷凍空調產品。

5. 渦卷壓縮機取代螺桿式壓縮機的一些問題討論

由於全球變暖，近年來夏天頻繁的出現極端高溫，因此導致空調系統的造冷量配置越來越大，而夏季高溫結束後的大部分時間裡，空調系統又只能以部分負載運轉。事實上，空調系統至少有70%以上的時間運行在部分負載情況下。

根據美國空調與製冷協會(ARI)最新的210/240標準，經普查美國的氣候條件和用戶使用空調的習慣，美國空調與製冷協會(ARI)和美國能源部(United States Department of Energy)認為，全年中在環境溫度高於35°C時的空調使用時間不到5%，而一般來說有70%以上的造冷時間是運作在低於28°C的環境溫度以下。若考慮空調系統在部分負載時的低能源效率，最新的ARI 210/240空調認證程序已經將季節能效比(SEER)列為需要檢測的四大項內容之一，其他三項則分別為標準造冷量、標準造熱量和製熱季節性能係數。

特稿

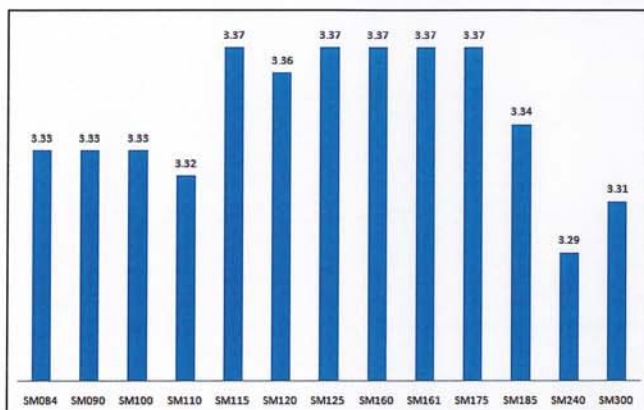


圖 7. Danfoss 公司 Performer 系列渦卷壓縮機單機能效比(COP)

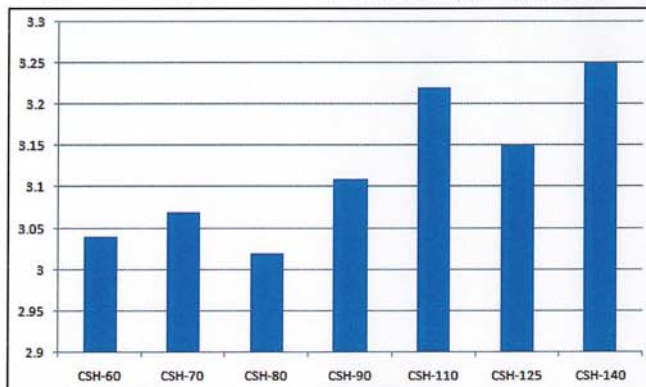


圖 8. Bitzer 公司 CSH 系列螺桿壓縮機單機能效比(COP)

為瞭解系統運作在部分負載時將面臨壓縮機效率較低的問題，壓縮機和空調生產商紛紛提出了各自的解決方案，包括渦卷壓縮機並聯技術、渦卷壓縮機變頻技術、數碼渦卷容量調節技術等。以下僅就並聯渦卷壓縮機技術在效率和成本上的優勢作討論：

根據廠商型錄記載資料調查在歐洲壓縮機製造商委員會（ASERCOM）制訂的標準工況（蒸發溫度 5℃，冷凝溫度 50℃，液體過冷度 0°K，回氣過熱度 10°K）下，Danfoss 公司出產的渦卷壓縮機其能效比（COP 值）都在 3.29 之上（圖 7），而 Bitzer 螺桿式壓縮機的能效比多分佈在 3.15 上下（圖 8），最高為 3.25。

渦卷壓縮機可組裝成兩並聯、三並聯和四並聯。與單一渦卷壓縮機相比，並聯的機組在排氣和回氣的阻力損失可能會增加，因而能效比也會有所降低，下降量與設計和調校試驗密切相關。一般來說，對於三並聯和四並聯的機組，每增加一台壓縮機，對並聯機組的能效比可能會造成 1% 的效率下降。

對於一台標示功率為 110 hp 的 Bitzer 公司出廠的小型螺桿機壓縮機而言，Asercom 標準工況下的冷凍能力為 268 kW，能效比為 3.2。而組合兩個以 25 hp 的 Danfoss Performer series 渦卷壓縮機雙併的兩並聯型式機組，其總冷凍能力為 279 kW，能效比 3.35。由此可知渦卷並聯機組的確較單一螺桿機效率與能力都較高。

上述標準能效比均是在負荷滿載時測得的數據，一般而言，空調負荷滿載工作的時間不到 30%，絕大部分時間都是工作在部分負載狀態下。在部分負載工作時，並聯機組可停用其中一台或數台壓縮機，讓其他壓縮機仍滿載工作，能效比不會降低，然而若是使用單一螺桿壓縮機則需要透過卸載讓壓縮機可以在部分負載情況下工作。螺桿壓縮機部分卸載後，能效比會降低。

最主要的原因是因為螺桿壓縮機部分卸載後，壓縮機的耗功沒有同步降低，導致能效比因此降低。而壓縮機電機的耗功一般用於二個部分：一部分用於壓縮氣體（即理論壓縮功），這部分約占電機耗功的一半以上，這部分的耗功

與壓縮氣體的流量成正比；另一部分則用於克服壓縮機運轉機件間的磨擦力並維持可靠的持續轉動，屬於固定耗功。因此，即使壓縮機不壓縮氣體(全卸載)，電機負載仍接近所有耗功一半。

上述分析與圖 9 中的趨勢是一致的。由圖 9 可見，製冷量卸載 100% 時，輸入功率只下降至 20% 附近。對於一台輸入電力 110 hp 的螺桿壓縮機而言，20% 的輸入功率意味著將有 18 kW 的功率浪費掉。其次，電機效率下降也會影響能效比。卸載後電機負載減小，功率因數開始下降，電機效率偏離最佳點，輸出功率會降低。此外，卸載後實際輸氣量相對於轉子排氣量顯得小多了，此部分多半是因為氣體洩漏率相對升高的緣故。

根據圖 9 計算出的螺桿壓縮機部分負載時能效比衰減曲線(圖 10)。顯然，卸載 50% 時的能效比大約只有滿負荷能效比的 70%。對於名義能效比為 3.2 的螺桿壓縮機，卸載一半時能效比會降到 2.24，如此低的能效比是出乎預料的。

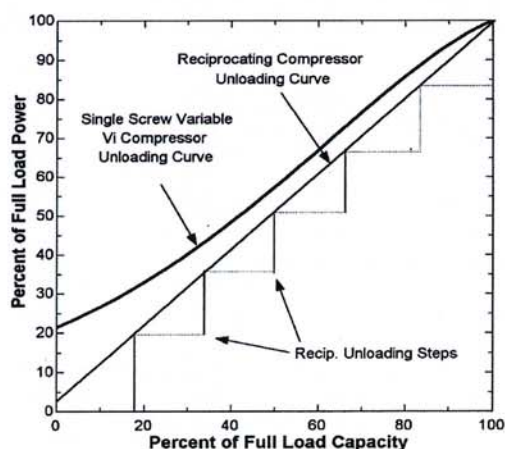


圖 9. 螺桿與往復式壓縮機部分負載與功耗之關係[5]

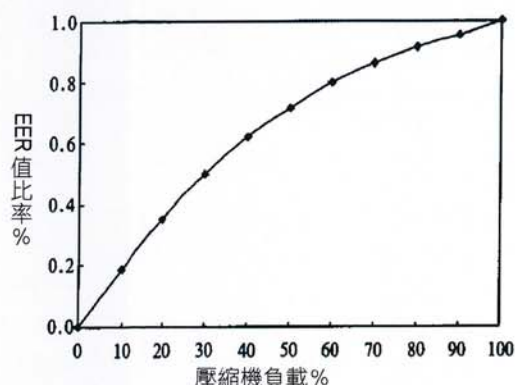


圖 10. 螺桿壓縮機部分負載時能效比的變化趨勢[6]

6. 渦卷壓縮機的運行範圍

螺桿壓縮機大部分時間都運轉在部分負載下，這使得原本就比較窄的運轉範圍將更大幅度的縮小(圖 11)。由圖 11 可知，卸載 50% 後，最低蒸發溫度很難低於負 15°C。這意味著，如果考慮冬天時系統以熱泵系統(暖氣系統)運轉，螺桿壓縮機只適合較低緯度地區使用。相較之下，渦卷壓縮機的應用範圍就較具優勢(圖 12)。在冬天，渦卷壓縮機的最低蒸發溫度可以到負 15°C 以下，可以適應較高緯度大部分地區造熱使用。

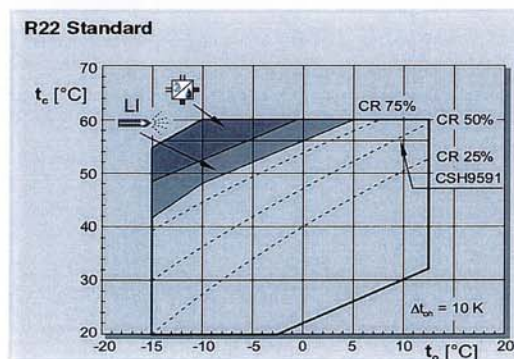


圖 11. 螺桿壓縮機應用範圍[5]

特稿

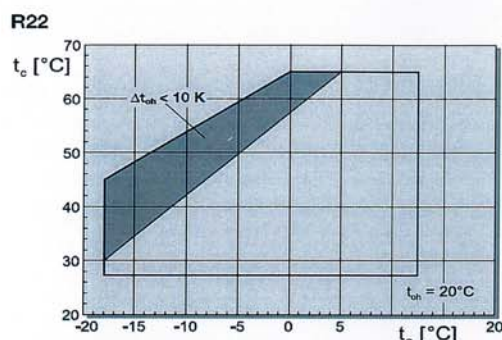


圖 12. 渦卷壓縮機雙併機組壓縮機應用範圍[5]

7. 渦卷並聯組機的成本討論

空調機組的成本受零組件影響較大。壓縮機是空調的心臟，約占系統成本的 20% 左右。渦卷壓縮機因為生產規模大，成本低。一般，一台公稱功率 110 hp 的品牌螺桿壓縮機的售價約在 25 萬元上下，而相同冷量的四台渦卷壓縮機的售價低了 10%~20% 左右。

而大型空調機組的使用接觸器、膨脹閥、四通閥等元件非常昂貴，這些也是成本的重要組成。對於 110hp 的空調系統，採用螺桿壓縮機時，一個大型四通換向閥就需要約莫四萬餘元的成本，而採用四台渦卷壓縮機的雙系統(或雙迴路)可以採用兩個較小的四通換向閥，約可節省數千元以上的元件成本，整體降低成本約可達 30% 左右。因此，透過渦卷並機和採用多迴路設計，大型空調系統的配件成本可以得到明顯降低，這一點對於利潤微薄的空調行業特具重要意義。

8. 結論

並聯渦卷壓縮機有其內在的諸多優點，逐漸在冷凍空調領域得到越來越廣

泛的應用。但在實際使用中還是存在諸多問題，其中以均油及吸氣平衡問題較為嚴重，透過分析比較了目前存在的兩種並聯機組說明了油平衡原理。

渦卷壓縮機並聯，無論滿載還是部分負載，都有著較高的能效比，既節約寶貴的能源，又降低了運行成本，在應用實務上具有光明的前景。採用並聯渦卷機組的空調系統，可以方便地開發成兩個或三個小製冷回路，在控制器、接觸器、四通換向閥等方面有更多選擇，系統總體成本至少可以降低大約 8% 左右。

誌謝

本文承經濟部能源局計畫經費補助，特此誌謝。

參考文獻

- [1] Eric L. Winandy, Cristian Cuevas B. Analysis of the oil return in a pair of scroll compressors working in parallel at part load. Applied Thermal Engineering, 2003, 23 :6232636.
- [2] Copeland 渦卷壓縮機型錄.
- [3] Danfoss 渦卷壓縮機型錄.
- [4] <http://www.bitzer.de/eng/product/list>
- [5] K.A. Manske, D.T. Reindl, S.A. Klein. Evaporative condenser control in industrial refrigeration systems, International Journal of Refrigeration, Volume 24, Issue 7, July 2001, Pages 676-691
- [6] Danfoss 技術資料.

民國 98 年國立台北科技大學中小企業創新育成中心

99 年國立台北科技大學能源與冷凍空調工程系產學合作，蒸發式冷凝器之性能實測分析

99 年經濟部工業局中小企業即時技術輔導計劃

計劃代號：09930733

99 年行政院國家科學委員會補助技術及知識應用型產學合作

蒸發冷凝式冰水機之岐管熱流性能研究與迴路設計。

計劃編號：NSC99-2622-E-027-CC3

100 年行政院國家科學委員會補助技術及知識應用型產學合作

蒸發冷凝式冰水主機之灑水效率提升與熱質傳性能研究

計劃編號：NSC100-2622-E-027-016-CC3

行政院國家科學委員會熱流暨能源學門 專題研究計畫成果報告

蒸發冷凝式冰水機之歧管熱流性能研究與迴路設計

計畫編號：NSC 99-2622-E-027-027-CC3

執行期限：99年11月1日至100年11月30日

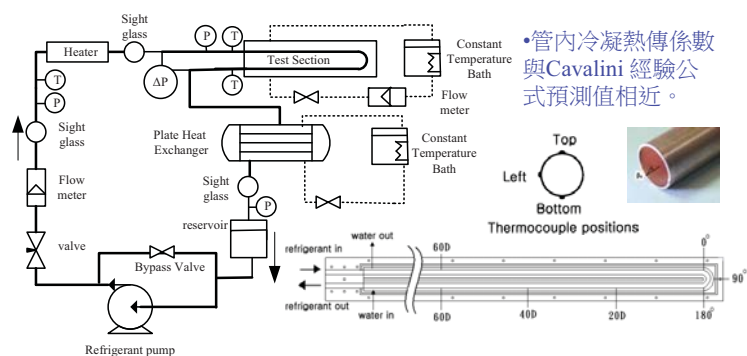
主持人：簡良翰

執行單位：國立台北科技大學

摘要

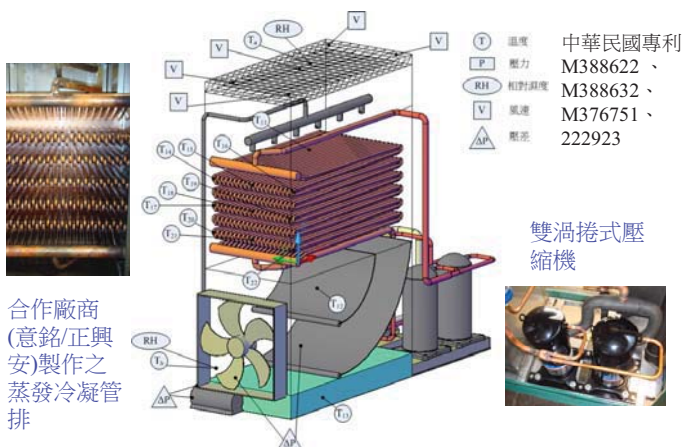
本計畫建立裸管蒸發冷凝式冰水機性能計算方法，並與壓縮機及蒸發器性能關係式結合建立整體冰水機能力數值輔助計算程式，輔以管內冷凝實驗，以探討各項設計參數對冰水主機性能之影響。性能實測以一10冷凍噸之雙壓縮機並聯蒸發冷凝式冰水機原型機進行；模擬結果與冰水機原型機實測值相比之誤差在±8%以內。模擬結果顯示：熱阻抗主要集中於空氣側，改變水量對於整體熱傳性能提升非常有限；而在變動送風量的模擬中，風量0.392至1.274kg/s間，風量的增加皆可使COP值呈現上升趨勢，但COP上升幅度則隨著風量增加而遞減。本模擬方法所得之冷卻效率結果可用於選用管排、風扇

管內對流冷凝沸騰實驗



•管內冷凝熱傳係數與Cavallini經驗公式預測值相近。

並聯雙壓縮機蒸發冷凝式冰水機性能實測

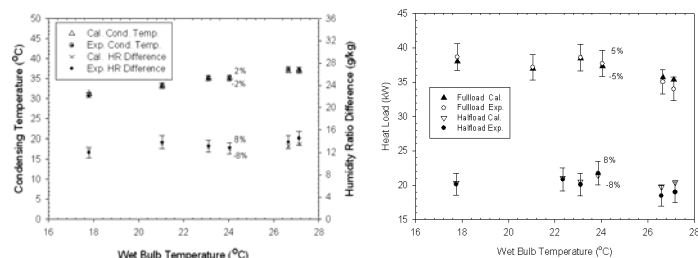


中華民國專利
M388622、
M388632、
M376751、
222923

雙渦捲式壓縮機

合作廠商
(意銘/正興
安)製作之
蒸發冷凝管
排

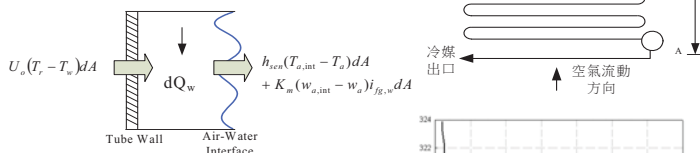
•模擬結果與冰水機原型機實測結果相比計算誤差在±8%以內。



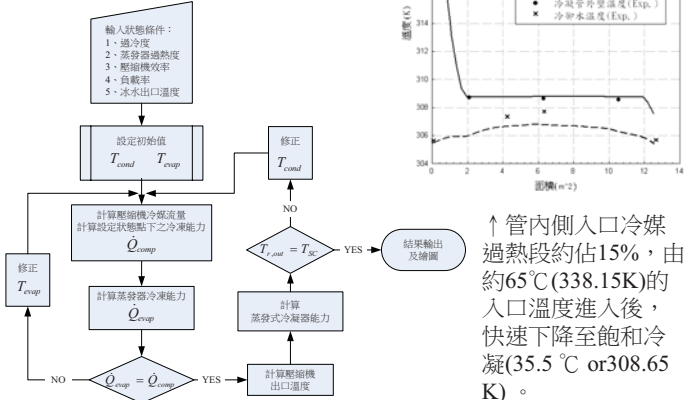
裸管蒸發冷凝式冰水機性能計算模型

蒸發式冷凝器計算模型

採用Hasan[5]等人的經驗式計算質傳係數，Hejns[6]等人的經驗公式計算管外水薄膜熱傳係數，及以Cavallini經驗公式計算管內冷凝熱傳係數。

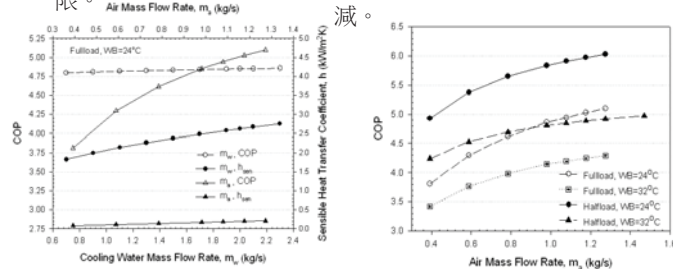


冰水機性能計算流程



•熱阻抗主要集中於空氣側，改變水量對於整體熱傳性能提升非常有限。

•在變動送風量的模擬中，風量0.392至1.274kg/s間，風量的增加皆可使COP值呈現上升趨勢，但COP上升幅度則隨著風量增加而遞減。



計畫成果自評

本研究依原訂之計畫完成：一、建立蒸發冷凝式冰水機性能計算模型；二、管內冷凝熱傳實驗；三、並聯管路系統之蒸發式冷凝器效率計算與實驗驗證。執行內容與進度符合原訂之計畫。隨著本計畫的進行，訓練了五名碩士班，完成碩士論文(徐千曄)一篇，並預計將於下年度完成另一篇碩士論文(劉政昇)。本研究完成裸管蒸發冷凝式冰水機性能計算模型，預測結果與原型機性能實測值之誤差在±8%以內，研究成果相當有學術價值，研究成果自評表如附件一。本研究所發展之裸管蒸發冷凝式冰水機性能預測技術，可提升蒸發冷凝式冰水機效率以降低空調耗能，並提升國內相關產業之競爭力。成果已發表於一篇國內期刊論文，並將發表一篇國外期刊、一篇國外研討會論文。

十週年慶育成廠商成果展



蒸發式冰水機組



發明 / 創作目的

為因應世界能源不斷漲價的趨勢及配合政府節約能源的政策，在專業空調領域裡，節能措施為降低營運成本不可或缺的一環，其結構分為(1)空調主機系統(2)冰水管路系統二大區域，讓本公司來為企業主提供最完善的節能規劃，以達到最大省錢的目標。

1. 空調主機系統：使用電費的比較+保養維護費用的比較+環保節能性能比較。
2. 管路冰水系統：依使用時間及功能不同規劃為A區域+B區域+C區域，作負載分開節能模式，以確實達到減輕主機負載的目標。
3. 空調及熱泵製熱水系統：利用冰水主機製冷冰水的同時作熱回收來製熱水使用，如此可節省鍋爐的燃料成本，以達到省錢又環保的目的。



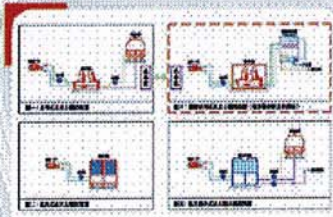
發明 / 創作特色

1. 免用冷卻泵及冷卻水塔
2. 不積水垢，免藥洗
3. 省電20%~35%，回收時效快速
4. 壓縮機效率可提高約8%~15%
5. 利用主機製冰水的同時做熱水回收使用



專利技術應用範圍

1. 冰水機8RT~60RT(渦卷式)：大型速食店、飯店、餐廳、醫院、學校空調、工業冷卻
2. 冷凍機5HP~15HP(渦卷式)/二段壓縮低溫冷凍機5HP~30HP：食品業、製藥、大型賣場等、冷凍設備、工業用冷卻
3. 商用分離式(渦卷式系列)多胞胎5HP~30HP：便利商店、美髮業、速食業、別墅等空調
4. 冷凝器油冷卻器：工業用冷卻
5. 多聯系統控制變頻應用：大型空調、冷卻系統



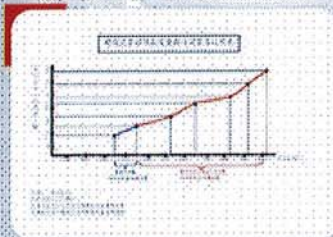
經濟效益

蒸發式冷凝器是結合水冷式冷凝器與冷卻水塔的冷凝設備，冷卻作用有顯熱交換，也有潛熱交換；前者以溫差為原動力，後者以焓差(Enthalpy potential)為動力，故效率大為增加。結果，可以將壓縮機馬力較水冷式減低10%；較氣冷式減少30%；風扇馬力可與水冷式相比，更祇為氣冷式的三分之一。

蒸發式冷凝器盤管表面潤濕所需的水量，也較水冷式冷卻水塔內的冷卻水量為少，所以水泵的馬力，也祇水冷式的25%。

當蒸發式冷凝器充份利用蒸發冷卻效率時，需要的盤管傳熱面積、風扇和風扇馬力，都會減小；維護保養費用約可較水冷式節省30%~50%。

由上述結果，蒸發式冷凝器效率既高，耗電量又少，佔地亦較小；尤其對蓄冰系統而言，遠較氣冷式、水冷式為優。



國立臺北科技大學
創新育成中心
Innovation & Incubation Center

普士電業股份有限公司

PULSE-LUXE INDUSTRIAL CO., LTD.

新北市蘆洲區長興路405號2樓

2F, No. 405, Changxing Rd, Luzhou Dist., New Taipei City 247, Taiwan R. O. C.

E-mail: pulselux@ms15.hinet.net

TEL: 02-8286-9885 FAX: 02-8286-9798

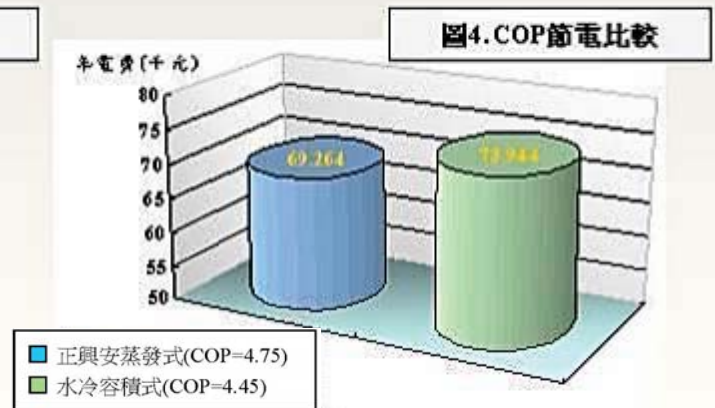
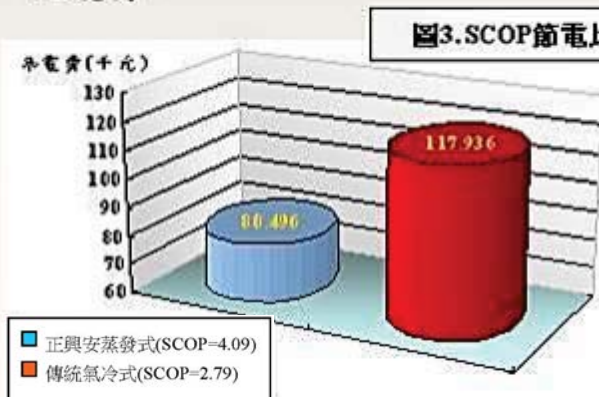
合作成果案例

經濟部工業局中小企業即時技術輔導計畫

合作單位：國立台北科技大學 能源系 意銘工程股份有限公司

成果分析

- ◆本計劃測試之蒸發冷凝式冰水機證實其節能效益優於氣冷式機種；而其COP與水冷式相似，卻可免除冷卻水塔所佔空間。蒸發冷凝式冰水機因所需風量小，噪音也較小，在緊鄰住宅區的超市、商辦、豪宅之空調，更具備低噪音之優勢。



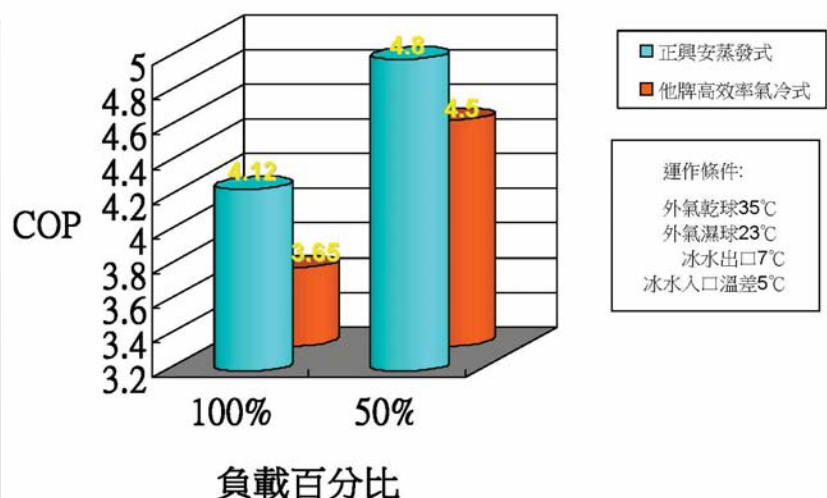
*SCOP=冷凍能力/(壓縮機耗功+包括冷卻風扇及冷卻幫浦等冷卻動力) *COP=冷凍能力/壓縮機耗功。

- ◆圖3、圖4分別為正興安蒸發式冰水機與符合CNS國家標準之傳統氣冷式冰水機及容積水冷式冰水機節電效益比較。以全載條件，每天使用10小時，每年使用10個月，分別以夏季(四個月)及非夏季(六個月)之電費計算，相較於SCOP=2.79之同噸位氣冷式冰水機，使用10RT之正興安蒸發冷凝式冰水機每年相對於氣冷式機組可節省37,440元之電費；而相較於同樣不考慮冷卻動力之COP=4.45容積水冷式冰水機，蒸發式冰水機仍較有優勢，能有效降低契約容量需求。

圖5.變負載效率比較

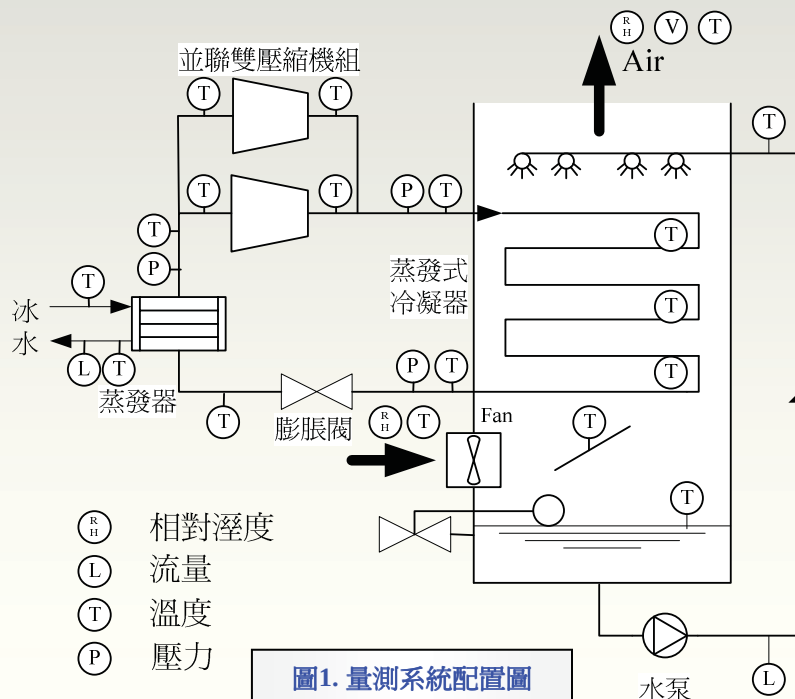
- ◆對於現今冰水主機變負載效率的重視，市面上小噸位多聯變頻機組仍以氣冷式冰水機為主，且多朝氣冷效率提高為設計目標。

- ◆圖5為正興安蒸發冷凝式冰水機與他牌推出之高效率氣冷式多聯冰水機之並聯變載效率比較，



可以看正興安蒸發冷凝式冰水機在變負載下皆能維持高效率運作，相較於氣冷式有更寬的高效運轉範圍，使氣冷式改裝蒸發式之節能潛力更加值得期待。

系統簡介



■蒸發冷凝式冰水機原型機量測儀器配置方式如圖1，溫度量測使用T-Type熱電偶感測器，配置位置包含冷凝器內部管排，循環水系統，冷凝器冷媒側入出口，兩台壓縮機入出口，蒸發器前後點量測過熱情形，冷媒入口則設置1點，及冰水側入出口2點。

■錶壓壓力量測使用壓電感應式壓力計，配置位置為蒸發器出口及冷凝器入出口。

■空氣側乾球溫度及相對溼度量測分別由白金薄片溫度感測器及聚合物式的積體電路濕度感測器所構成，量測位置為冷凝器空氣入出口。

■冷凝器送風風量以熱線式風速計進行多點量測後求取風速平均，再由冷凝器出口迎風面積乘上其平均風速計算而得。

■冷卻水量經由浮子式流量計量測。原型機量測現場情形如圖2。

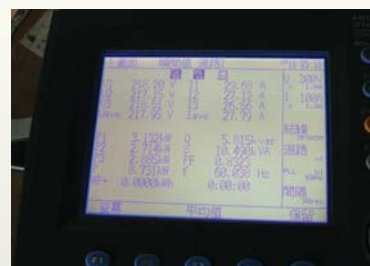
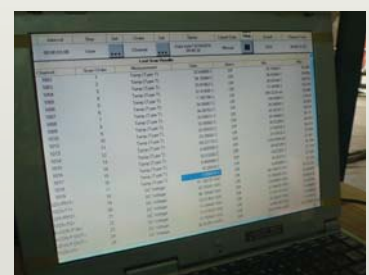
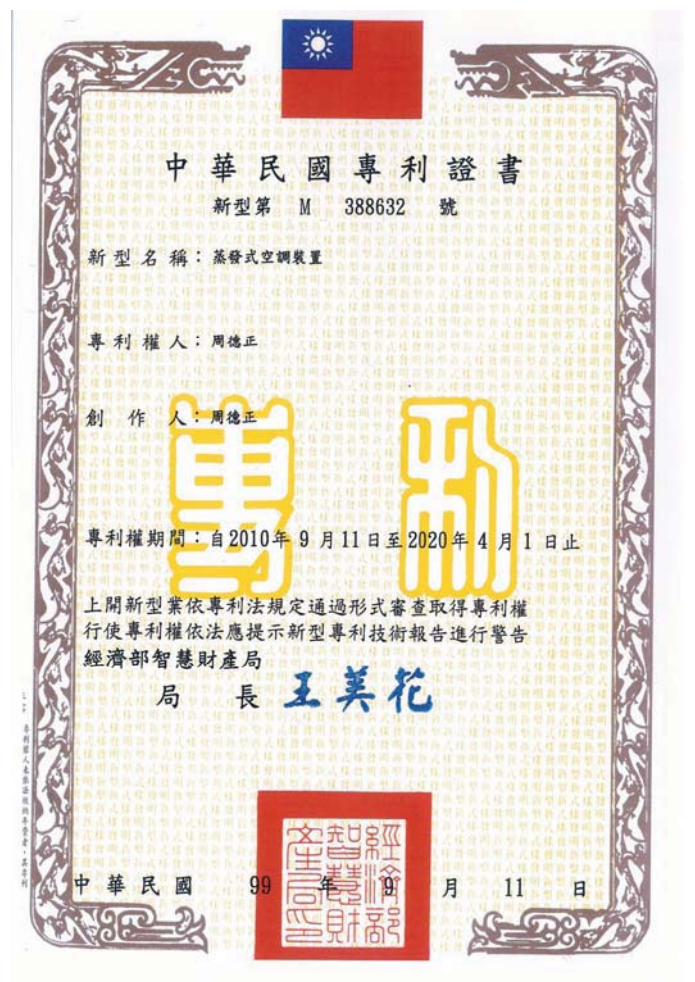
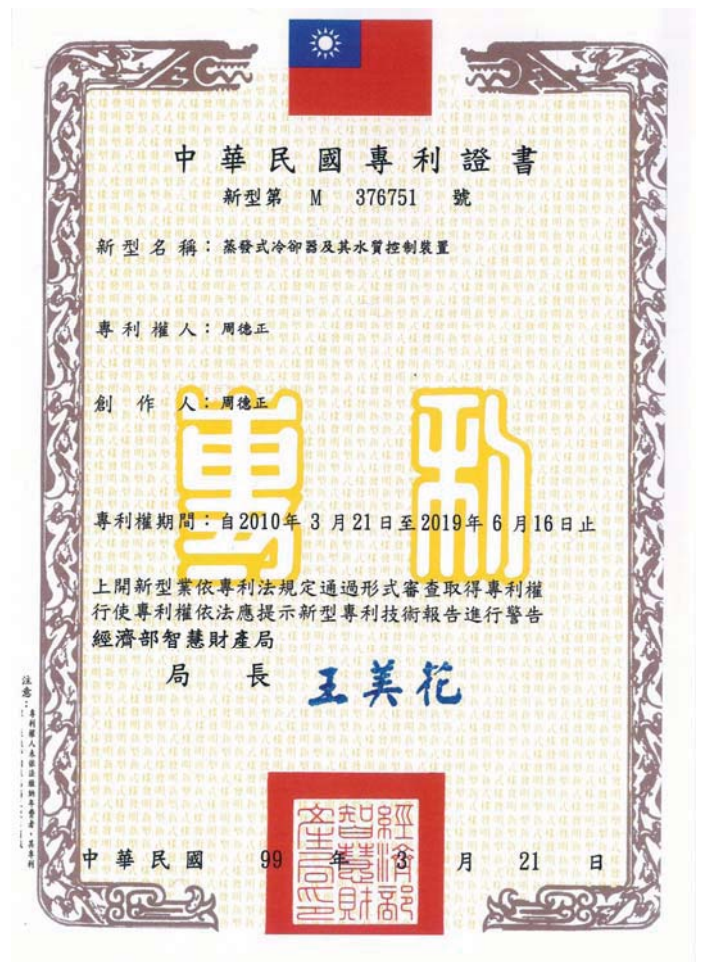


圖2.量測現場情形

電力監測



溫濕度及
壓力監測





空氣調節機委託試驗報告

報告編號：ACR20110139

發行日期：100 年 06 月 23 日

試驗室名稱：觀音安規及電磁相容測試實驗室

試驗室地址：328 桃園縣觀音鄉草漯村榮工南路 6-6 號

試驗室認可編號：1038



財團法人台灣大電力研究試驗中心
Taiwan Electric Research & Testing Center

地址：328 桃園縣觀音鄉草漯村榮工南路 6-6 號

電話：(03) 483-9090 (代表號)

傳真：(03) 483-8119 (代表號)

電子信箱：customer_service@ms.tertec.org.tw

網址：www.tertec.org.tw

第 1 頁，共 5 頁

- ◆ 本報告僅供空氣調節機委託試驗使用。
- ◆ 本測試結果僅對測試樣品負責。
- ◆ 未經本實驗室書面同意，報告不得部份複製，但完整複製則不在此限。
- ◆ 本報告所載事項，不得作為廣告、出版物或商品推銷之用。
- ◆ 本報告每頁均加蓋騎縫密碼，未蓋本中心騎縫密碼者無效。
- ◆ 諮詢電話：(03) 483-9090 轉電器試驗處。



財團法人

台灣大電力研究試驗中心

Taiwan Electric Research & Testing Center

觀音安規及電磁相容測試實驗室

報告編號：ACR20110139

蒸發冷卻式冰水組委託試驗報告

- 一、委託單位：正興安空調設備有限公司
 - 二、委託單位地址：新北市蘆洲區民族路 336 巷 70 弄 6 號
 - 三、製造廠：正興安空調設備有限公司
 - 四、型號/製造號碼：JEW-10D
 - 五、商標或廠牌：JESAN
 - 六、測試件規格：
 - 1.機能種類：蒸發冷卻式
 - 2.額定製冷能力：33kW
 - 3.額定相數/頻率：1 ϕ /60 Hz
 - 4.額定電壓：220 V
 - 5.額定製冷運轉電流：16 A
 - 6.額定起動電流：124 A
 - 7.額定消耗電功率：8 kW
 - 8.製冷能源效率比值：4.0 W/W
 - 9.冷媒種類/充填量：R-22/9 kg
 - 10.風扇電動機型號：W4D450-DP01-38
 - 11.水泵電動機型號：EBFC-HDA
 - 12.壓縮機型號：ZR57KS-TF5-522 $\times$ 2
 - 13.外觀尺寸：1960 mm $\times$ 1730 mm $\times$ 640 mm(寬 $\times$ 高 $\times$ 深)
 - 14.製品重量：490 kg
 - 七、依據標準：CNS 12575 (96 年版)蒸氣壓縮式冰水機組
 - 八、取樣方式：廠商自行送樣
 - 九、收件日期：100 年 03 月 21 日
 - 十、試驗日期：100 年 03 月 9 日
 - 十一、測試地點：財團法人台灣大電力研究試驗中心觀音安規實驗室及電磁相容實驗室
 - 十二、試驗人員：李明祈、黃金基
- 備註：依委託單位要求只測試全載及半載性能

報告簽署人：





1. 性能試驗

1.1. 測試條件: 依 CNS 12575 第 6.1 節規定 (濕球 $24.0 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 、冰水出口溫度 $7.0 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 、冰水流量 $10.0\text{L}/\text{min}/\text{RT} \pm 5\%$)

1.2. 測試結果:

次數	型 號	JEW-10D (全載)					
	項 目	冰 水			空氣條件	製冷能	額定制
		入口水溫 $^{\circ}\text{C}$	出口水溫 $^{\circ}\text{C}$	水流量 L/h	乾球溫度/ 濕球溫度 $^{\circ}\text{C}$	力 kW	冷能力 kW
一		11.94	6.75	5484	35.1/24.1	33.159	33
二		11.97	6.74	5412	34.9/24.1	32.661	
三		12.11	6.89	5448	34.9/24.1	33.311	
平均		12.01	6.79	5448	35.0/24.1	33.068	

次數	型 號	JEW-10D (半載)					
	項 目	冰 水			空氣條件	製冷能	額定制
		入口水溫 $^{\circ}\text{C}$	出口水溫 $^{\circ}\text{C}$	水流量 L/h	乾球溫度/ 濕球溫度 $^{\circ}\text{C}$	力 kW	冷能力 kW
一		9.88	7.00	5490	35.0/24.0	18.385	—
二		9.85	6.93	5376	35.1/23.9	18.253	
三		9.92	7.09	5520	35.0/23.9	18.165	
平均		9.88	7.01	5462	35.0/23.9	18.228	

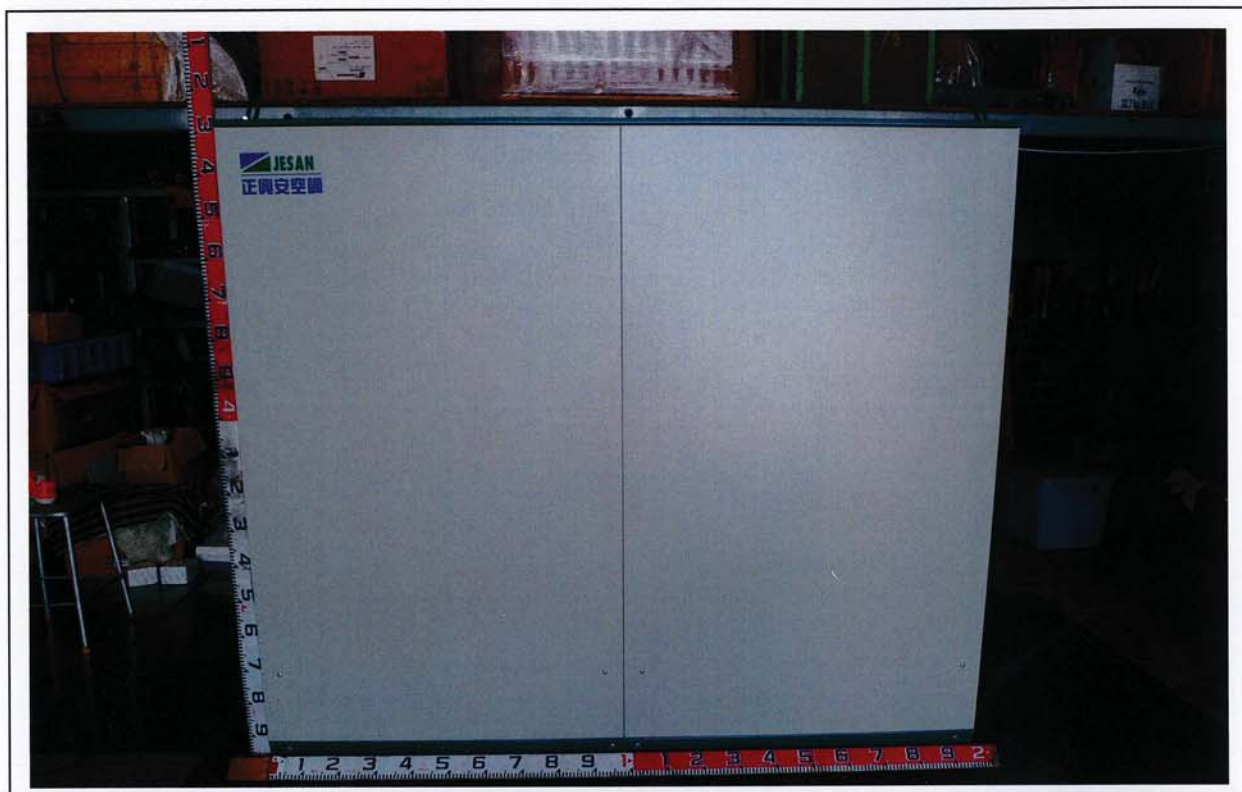


財團法人

台灣大電力研究試驗中心
Taiwan Electric Research & Testing Center

觀音安規及電磁相容測試實驗室
報告編號：ACR20110139

外觀照片



壓縮機照片





財團法人

台灣大電力研究試驗中心

Taiwan Electric Research & Testing Center

觀音安規及電磁相容測試實驗室

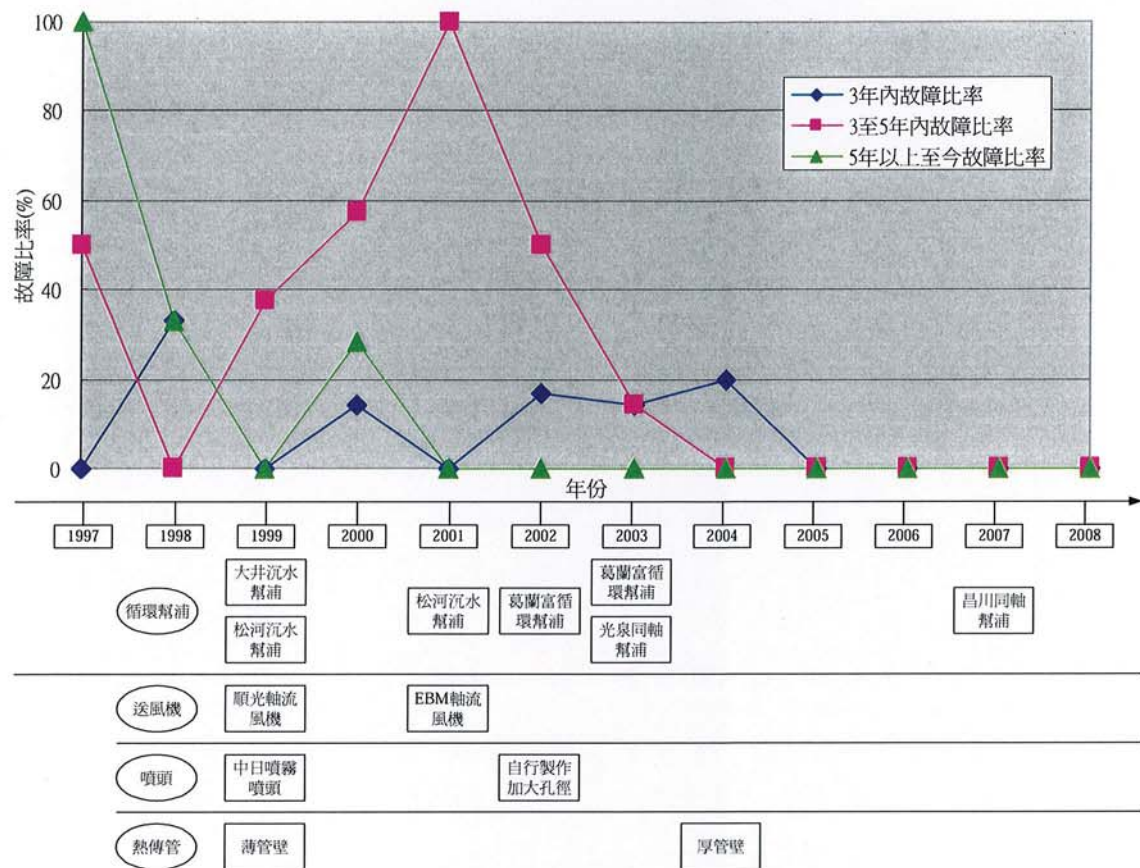
報告編號：ACR20110139

水浦照片



正興安蒸發式系列發展過程

品牌定位	正興安-蒸發式-高效率	
蒸發式產品規格	目標客戶	預定進度
冰水機 10RT~60RT (渦卷式)	大型速食店 飯店、餐廳 醫院、學校空調 工業冷卻	87~88 年 已完成規格
冷凍機 5HP~15HP (渦卷式)	食品業 製藥 大型賣場等 冷凍設備 工業用冷卻	89~90 年 等待 Copeland 低溫渦卷壓縮機
二段壓縮低溫 冷凍機 5HP~30HP		86~90 年 完成 10HP~30HP
商用分離式 (渦卷式系列) 多胞胎 5HP~30HP	便利商店 美髮業 速食業 別墅等空調	89~90 年
冷凝器 油冷卻器	工業用冷卻	89~91 年
多聯模組應用	大型空調 冷凍系統	89~92 年



產品改良紀錄

實績表 (1997-2008)

1997 年

香里食品企業股份有限公司

1998 年

虹旭食品有限公司

台益公司

大眾肉品有限公司

1999 年

橋園餐飲事業有限公司

東西料理店

西點麵包店

順承空調冷氣企業有限公司

佳聖食品工業有限公司

旺陞貿易股份有限公司

青禾食品公司

水果批發商

2000 年

新東陽食品股份有限公司

蕨陵空調有限公司

北都汽車股份有限公司

南投肉品市場股份有限公司

松瑋食品

青禾食品公司

喬昇工程公司

五興食品公司

2002 年

聯美冷凍行

景美女中

景美女中

利凌企業有限公司

谷華飯店

湖口裝甲營區

湖口裝甲營區

2003 年

惠康百貨頂好超市(股)公司

台北護理學院

台日古河銅箔股份有限公司

惠康百貨頂好超市(股)公司

2006 年

惠康百貨頂好超市(股)公司

內壢國小

惠康百貨頂好超市(股)公司

立人國小

惠康百貨頂好超市(股)公司

董小姐(桃園)

惠康百貨頂好超市(股)公司

2007 年

友銘工程

台氟工業股份有限公司

惠康百貨頂好超市(股)公司

陽明山雷達站

台日古河銅箔股份有限公司

2008 年

統昶物流

松青超市

董小姐

龍基工程

2004 年

麥當勞(竹南店)

喬昇工程公司

台日古河銅箔股份有限公司

台日古河銅箔股份有限公司

谷華飯店(中壢)

惠康百貨頂好超市(股)公司

香里食品企業股份有限公司

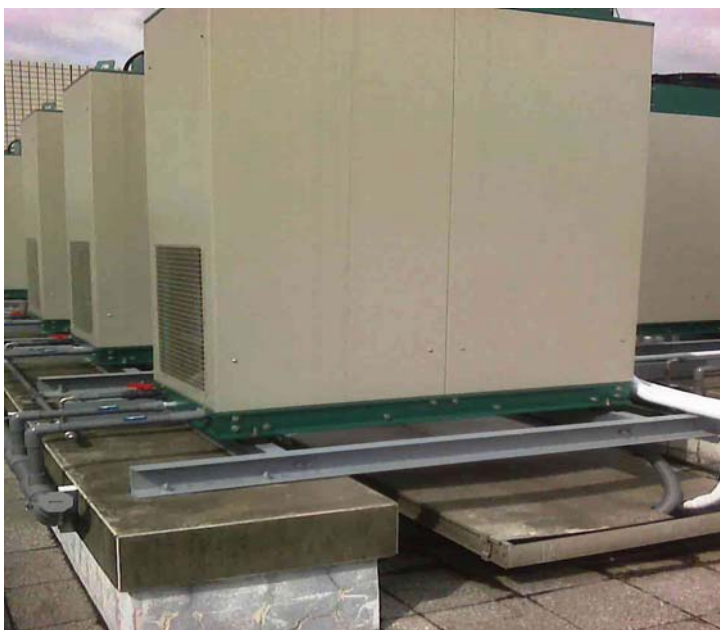
頂尖補習班

2005 年

統昶物流



台日古河銅箔廠 製程 冷卻



台灣太陽油墨 成品倉庫 空調

蒸發式冰水機（模組單元）規格表

機 種 單 位 項 目			JEW-10D		JEW-15D		JEW-20F		JEW-30F		JEW-50F		JEW-60F	
冷卻能力		W	33000		45000		66000		90000		180000		205000	
SCOP		50%	4.8		4.7		4.8		4.7		4.7		4.8	
		100%	4.3		4		4.3		4		4		3.7	
外觀尺寸	寬度	mm	1960		1960		1960		1960		2996		2996	
	深度	mm	650		650		1250		1250		1530		1530	
	高度	mm	1730		1730		1730		1730		2020		2020	
壓縮機	型式		渦卷式											
	數量	台	2		2		4		4		4		4	
	入力	kw	3.5×2		4.6×2		3.5×4		4.6×4		9.8×4		12×4	
冷媒	種類		R-22											
	封入量	Kg	8		9.2		8×2		9.2×2		19×2		19×2	
冷卻風車	型式		軸流式											
	數量	台	1		1		2		2		2		2	
	入力	kw	0.41		0.68		0.41×2		0.68×2		1.2×2		1.2×2	
冷卻幫浦	型式		同軸離心式											
	數量	台	1		1		2		2		1		1	
	入力	kw	0.23		0.23		0.23×2		0.23×2		1.5		1.5	
換水幫浦	型式		沉水型											
	數量	台	1		1		2		2		2		2	
	入力	kw	0.2		0.2		0.2×2		0.2×2		0.5×2		0.5×2	
冰水幫浦	形式		同軸離心式											
	數量	台												
	入力	kw												
冷媒控制裝置			感溫式膨脹閥											
電源			AC 3 相 60HZ 220V、380V											
電氣特性	消耗電功率	kw	7.5		10.8		15		21.6		45		55	
	運轉電流	A	25	15	36	21	50	30	72	42	151	88	188	114
	起動電流	A	124	75	164	100	239	145	300	138	600	353	733	446
保護裝置			壓縮機過熱保護開關，高低壓力保護開關，過電流繼電器，溫度開關，延時繼電器，防凍開關，可熔栓，欠相及逆相保護開關。											
機體重量		kg	480		520		790		850		1600		1800	

備註: 1.冷卻能力為室外環境 DB35℃ /WB24℃，冰水 12℃入 /7℃出。

2.SCOP：含冷卻動力耗電。

3.與北科大產學合作，經台灣大電力測試，能效超越國家標準。