



可公佈

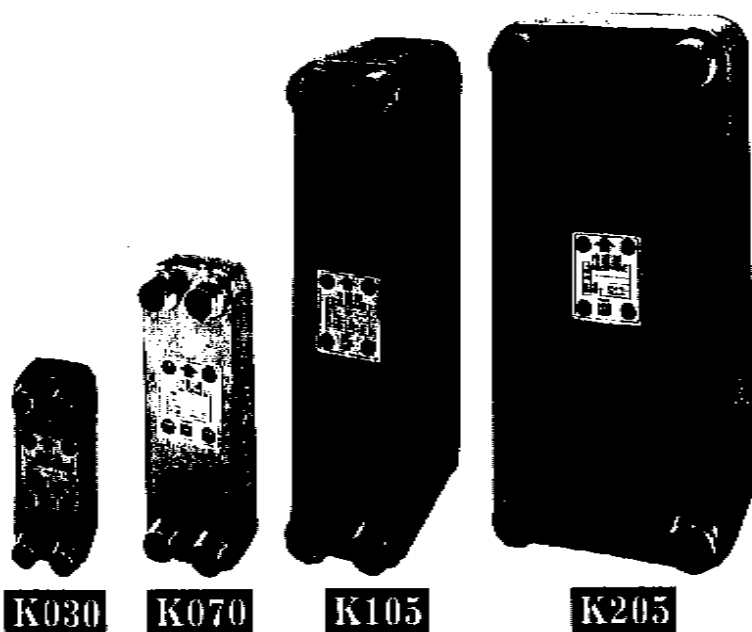
KAORI



ISO 9002

高力 板式熱交換器

技術手冊



目錄

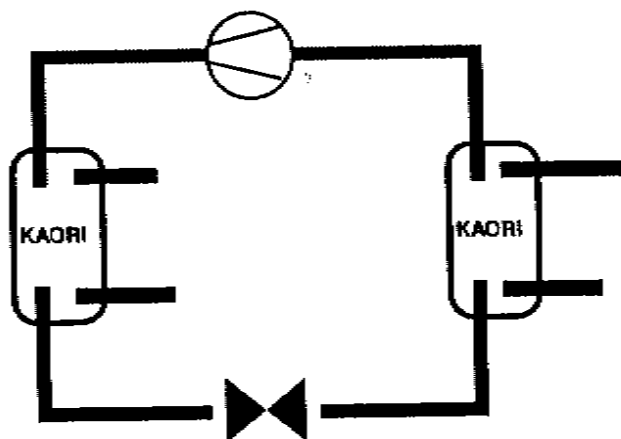
1.	簡介	1
2.	工作原理	2
3.	使用範圍	3
4.	產品基本尺寸	5
5.	接頭尺寸	6
6.1	放置及固定方法	8
6.2	管路系統安裝說明	9
6.3	銲製接頭燒銲	12
7.	蒸發器	13
8.	冷凝器	15
9.	冷凍式空氣乾燥機應用	17
10.1	水垢及垢阻	19
10.2	過濾裝置	21
10.3	清洗管路系統說明	22
11.	防止結冰方法	23
12.	冷凍空調用雙機型 (D型)	26
13.	避免水鎚現象	26

1. 簡介

熱交換器適用於各行各業，舉凡在冷凍空調工程、機械油壓系統、汽車工業、紙漿造紙工業、紡織工業、燒碱工業、化工工業、石化工業、食品工業、鋼鐵工業及廢熱回收等方面的加熱、冷卻或能源轉換均扮演重要的角色。現今各產業要求有效利用能源的需求日增，

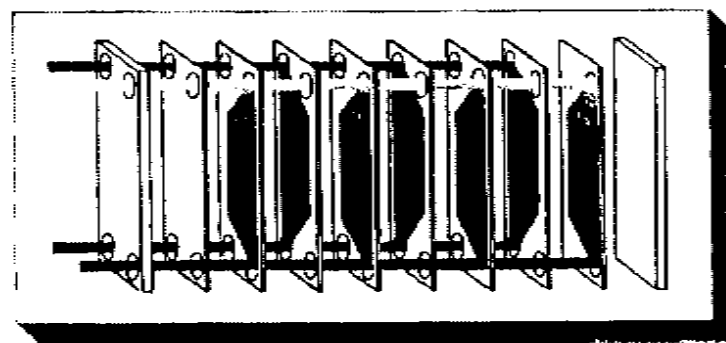
KAORI 針對板式熱交換器之性能設計及檢測技術作深入之研究與探討，以期掌握板式熱交換器之最佳品質。KAORI 除本身產品供應內外銷市場外，並與日本板式熱交換器製造大廠 HISAKA 合作，成為其 OEM 廠，供應 KAORI 製造之板式熱交換器行銷日本市場。

在板式熱交換器之性能測試方面，KAORI 除了研究國外產品性能外，並針對 KAORI 自製品進行熱流及機械性能測試與分析，並將其測試數據運用於 KAORI 之板式熱交換器設計上，以期發展適用於各種產業使用之板式熱交換器。



2. 工作原理

KAORI 板式熱交換器係由沖壓成形之山形凹凸不鏽鋼板組成；其組立方式如下圖所示，兩相鄰板片之山形凹凸紋路成 180° 相反組合，因此兩板片之凹凸脊線形成交錯之接觸點，待接觸點以真空銲接結合後，便構成板式熱交換器耐高壓之交錯槽道體系；此交錯的槽道系統便是使板式熱交換器之流體產生強烈紊流而達到高熱傳效果之原因。板式熱交換器內之工作流體流動的方式是一個流道走冷流體，下一個流道走熱流體，再下一個流道走冷流體。如此一冷一熱交錯，使得冷熱流體在熱交換器內充分進行熱交換，將效率發揮到極致。



熱交換器內冷側及熱側相互交錯。

3.使用範圍

板式熱交換器主要是應用在液體對液體之熱交換，特別是用在需要非常乾淨的熱交換環境，以下列舉一些現行成功使用板式熱交換器的場合：

冷凍、空調工業：用於冷凝器、蒸發器、節能器、預熱器及過冷器。

飲水機、飲料及蒸餾水業：用於水及蒸汽的加熱、冷卻及冷凝。

鍋爐業：用於預熱補給水及廢汽排放時之廢熱回收等。

高週波爐業：用於純水及冷卻水的熱交換。

空壓機業：用於冷卻潤滑油、空氣乾燥及空氣冷卻等。

油壓業：用於冷卻作動油及油箱等。

橡塑膠工業：用於冷卻射出機之油溫等。

一般工業：用於工廠機器設備內水及冷卻水的熱交換。

及其他工業冷卻等．．．

就加熱或冷卻的流體而言，可做水對冷媒、冷媒對冷媒、冷媒對滷水、滷水對水、水對水、水對機油、水對潤滑油、水對熱媒油、水對水蒸汽、油對油及油對冷媒等熱交換。板式熱交換器較不適合用於純氣體對氣體之場合，但可應用於阻力係數較小之兩相流，如使用於冷凍空調之蒸發器等。

KAORI 所設計生產之板式熱交換器其適用範圍為：

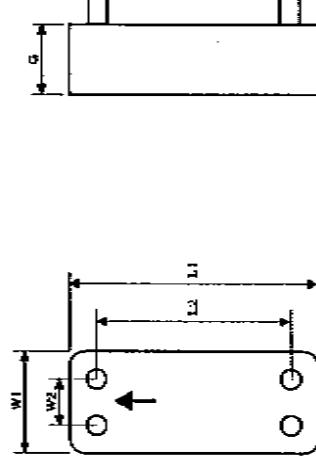
(1)流體溫度範圍:-195℃～225℃ (凝固點以上)

(2)最高工作壓力:30bar(約30kg/cm²)

產品出廠之品管檢驗標準為40bar，百分之百測試。

4. 產品基本尺寸

產品機型	L1 (高) mm	L2 (孔距) mm	W1 (寬) mm	W2 (孔距) mm	重量 kg	厚度 mm	熱傳面積 (Area) m ² /Plate	容積 (Volume) Liter/ channel	疊片數 pcs	總量 liter/ min
K030	194	154	80	40	0.8+0.05N	10.0+2.3N	0.0123	0.021	60	110
K050	306	250	106	50	1.8+0.135N	12.4+2.36N	0.0265	0.045	100	250
K070	306	250	126	70	2.2+0.16N	12.4+2.36N	0.0315	0.054	100	290
K105單機	506	444	126	64	3.6+0.255N	12.4+2.36N	0.0580	0.097	120	240
K105雙機	506	444	126	64	5.0+0.255(2N)	16.2+2.36(2N)	0.0580	0.097	120	240
K205單機	530	456	248	174	7.2+0.52N	13.0+2.36N	0.1135	0.196	160	450
K205雙機	530	456	248	174	10.2+0.52(2N)	16.2+2.36(2N)	0.1135	0.196	160	450
K210	523	430	241	148	7.2+0.55N	13.4+2.85N	0.1036	0.216	140	900



5. 接頭尺寸

機型	5.1 螺牙接頭規格(A)						5.2 鉗製銜頭規格Φmm(")(A)						接頭(B) 長度
	PT外牙			PT內牙			法蘭						mm
	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	2 1/2"	3"	4"	5"	
K030	※	※			※	※	※	※	※	※			27
K050		※			※	※			※	※			27
K070			※		※	※			※	※			27
K105			※		※	※			※	※			27
K205				※	※	※			※	※		◎	27
K210			※	※	※	※		*	※	※	◎		27/40

5.3 產品型式代號(N:板片數)

K 里 * N (*N) 乙

甲：產品機型代號：

K030, K050, K070, K105, K205, K210

乙：產品型式代號：B, C：冷凍空調標準型

T：冷凍空調溫控型

V：冷凍空調蒸發器型

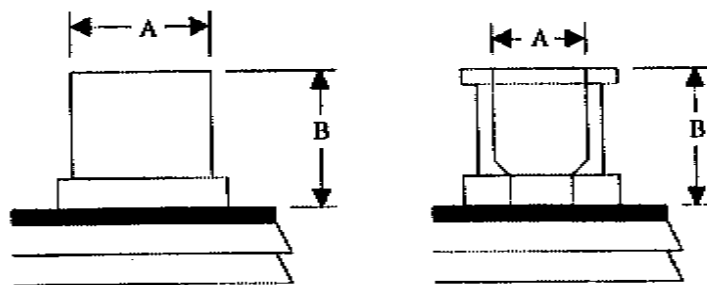
W：四冷媒接頭型

D：雙機型

M：四外牙型

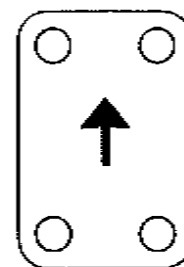
F：四內牙型

H：油冷卻器型



6.1 板式熱交換器的放置及固定方法

(1) 板式熱交換器應垂直放置，並依安裝指示標記之方向(↑型標籤朝上)安裝：如下圖一所示。



圖一、板式熱交換器安裝圖

(2) 板式熱交換器之固定方法(如圖二所示)

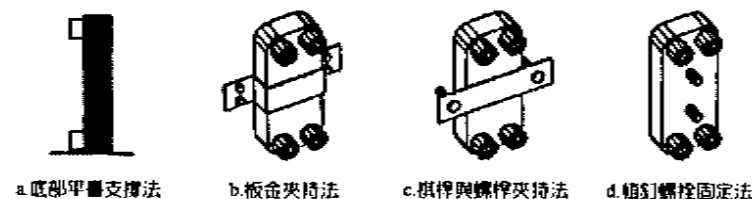
a. 底部平臺支撐法。

b. 板金夾持法。

c. 棋桿與螺桿夾持法。

d. 植釘螺栓固定法。

* 安裝振動吸收器或避震器來吸收振動或脈動。



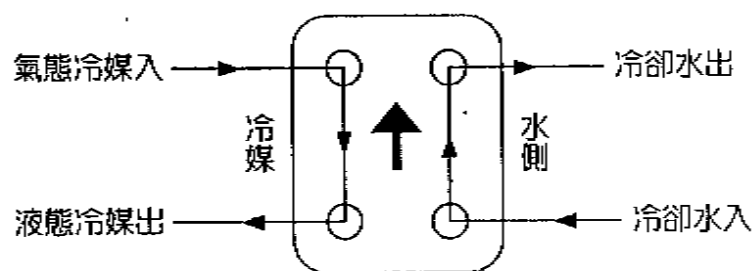
圖二、板式熱交換器之固定方式

6.2 板式熱交換器管路系統安裝說明

** 安裝錯誤將導致性能下降，無法發揮正常之效果 **

(1) 冷凝器

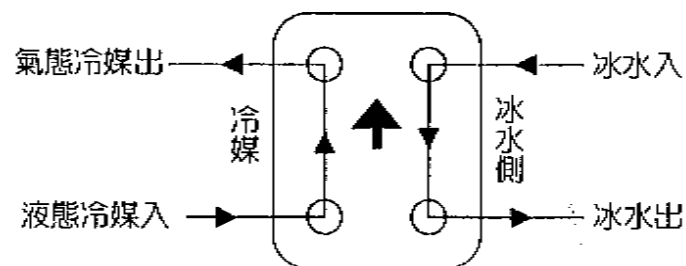
氣態冷媒由左側上方之鐸製接頭進入，經冷凝後液態冷媒由左側下方之鐸製接頭離開，冷卻水則由右側下方之螺紋接頭進入，經熱交換後由右側上方之螺紋接頭離開，冷媒及水為反向對流型式。(如圖三所示)



圖三、冷凝器管路系統安裝

(2) 蒸發器

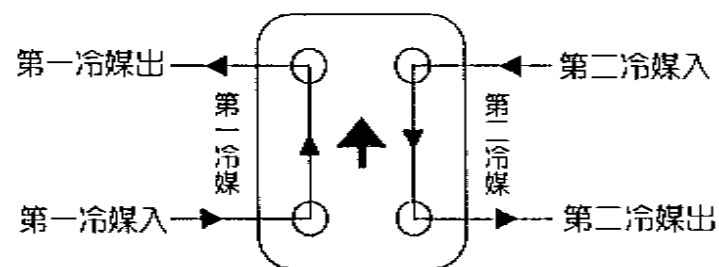
液態冷媒由左側下方之鐸製接頭進入，經蒸發後氣態冷媒由左側上方之鐸製接頭離開；冰水則由右側上方之螺紋接頭進入，經熱交換後由右側下方之螺紋接頭離開，冷媒及水為反向對流型式。(如圖四所示)



圖四、蒸發器管路系統安裝

(3) 冷媒系統其它用途之熱交換(節能器、預熱器、過冷器及其它)

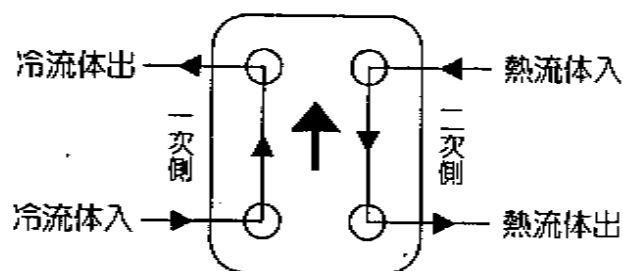
冷流體由左側下方之鐸製接頭進入，經熱交換後冷流體由左側上方之鐸製接頭離開，熱流體由右側上方之鐸製接頭進入，經熱交換後由右側下方之鐸製接頭離開，冷流體及熱流體為反向對流型式。(如圖五所示)



圖五、冷媒系統其它用途管路系統安裝

(4)非冷媒系統其它用途之熱交換

冷流体由一次側下方之螺牙接頭進入，經熱交換後冷流體由一次側上方之螺牙接頭離開，熱流體由二次側上方之螺牙接頭進入，經熱交換後由二次側下方之螺牙接頭離開，冷流體及熱流體為反向對流型式。(如圖六所示)



圖六、非冷媒系統其它用途管路系統安裝

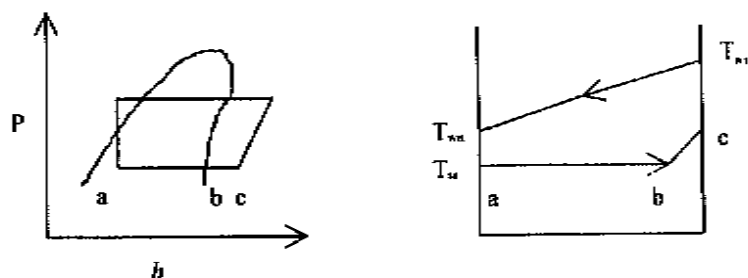
6.3 鐸製接頭燒鐸

冷凍空調系統中，冷媒側管路的材料以銅為主，結合方式採鐸接。但板式熱交換器鐸製接頭材料為不鏽鋼，因此燒鐸時需使用含銀量較高的銀鐸條，其注意事項有：

- (1)於接頭鐸接時，應以氮氣保護，以防止管路或熱交換器本體發生氧化現象，同時氮氣也扮演冷卻的角色。
- (2)鐸接前應先將銅管及接頭鐸接處清理乾淨。
- (3)鐸接過程中，將板式熱交換器平放，並以濕布將接頭附近包起來，避免鐸接時產生的高熱傳導至熱交換器影響板片鐸接強度。
- (4)鐸接完成後應繼續以氮氣保護作第一階段之冷卻，然後再以水徹底冷卻。
- (5)接頭鐸接所採之銀鐸條，其銀含量至少宜45%以上，鐸接時溫度勿超過800℃，以免影響板片鐸接強度。
- (6)鐸接時如果溫度過高，或者同一鐸點鐸接時間過長，容易造成穿孔現象，使得運轉時冷媒外漏。

7. 蒸發器

(1) 工作原理



冷媒經膨脹閥或毛細管後，體積膨脹而壓力降低。此時冷媒的沸點，飽和溫度 (T_s)，也急速降低。部份之冷媒即在膨脹過程中閃變為氣體，之後整體冷媒呈現出氣液混合狀態，a 點。此氣液混合的冷媒進入蒸發器後，吸收來自水側之熱量，使得冷媒不斷蒸發變為氣態，a→b。在 a→b 的蒸發過程中，冷媒吸收的熱量是用來供應相變化所需之能量 (潛熱)，因此過程中冷媒是保持恆溫恆壓狀態。

當冷媒在蒸發器內完全蒸發為氣體後，溫度仍低於水溫，因此熱傳仍持續進行。也就是說冷媒還是繼續吸收來自水側之熱量，這一部份的熱量使得氣態冷媒的溫度上升 (顯熱) b→c。此一過程即稱為過熱 (superheat)。所升高的溫度，即為過熱度，一般取 4 到 5℃。在蒸發器內水側的水一直釋放熱量給冷媒，因此溫度降

低， $T_{w1} \rightarrow T_{w0}$ ，即為冰水。

(2) 測試標準及方法

高力板式熱交換器所採用蒸發器測試標準為美國國家標準的 ARI-Standard-480 Group 1，條件如下：

ARI-Standard-480				
Group No.	冰水進口溫度 (°C)	冰水出口溫度 (°C)	出口冷媒相對應之飽和溫度 (°C)	冷媒在膨脹閥前溫度 (°C)
I	12.2	6.7	1.7	37.7

註：出口冷媒過熱度 (Superheat) 要求至少要 4℃ 以上。

測試時控制 ARI-Standard-480 之前三項條件，包括：

1. 冰水進口溫度 12.2℃。
2. 出口冷媒相對應之飽和溫度 1.7℃。
3. 冷媒在膨脹閥前溫度 37.7℃。

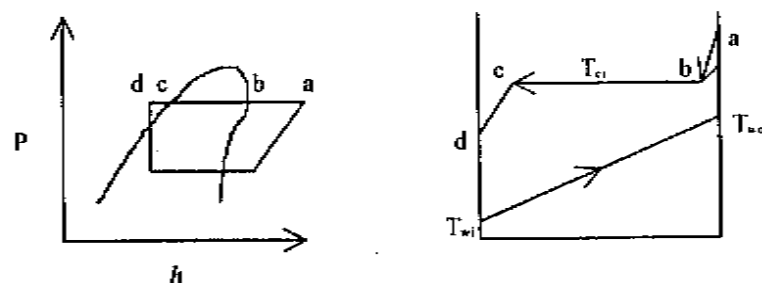
逐步改變冷卻水流量，會有一相對應之放水出口溫度，其中冰水出口溫度為 ARI-Standard-480 之第四項條件，即

4. 冰水出口溫度 6.7℃

時，此組數據即符合 ARI-Standard-480 標準條件。以上之步驟循環測試幾次，取得的幾組數據誤差需在 3% 以內。

8. 冷凝器

(1) 工作原理



冷媒吸收了壓縮機在壓縮過程中的能量。因此，自壓縮機排放出來時狀態為過熱高溫高壓的氣體，a 點。氣態的過熱冷媒進入冷凝器後，將熱量釋放給冷卻水，冷媒的溫度迅速降低至飽和溫度(T_{sat})，b 點。此過程為顯熱過程(單相變化)， $a \rightarrow b$ 。當氣態冷媒溫度降至飽和溫度時，即開始產生冷凝現象，此時的溫度不再變化。所釋放的熱量為冷媒之潛熱，使氣態之冷媒逐漸冷凝為液態，即產生相變化。當氣態冷媒完全冷凝為液態，相變化即告完成， $b \rightarrow c$ 。

當冷媒在冷凝器內完全冷凝為液體時，溫度仍高於水溫，因此熱傳仍持續進行。也就是說冷媒還是繼續釋放熱量給水側，這一部份失去的熱量使得液態冷媒的溫度下降(顯熱)， $c \rightarrow d$ ，此一過程即稱為過冷卻(subcooling)。所降

低的溫度，即為過冷度，一般取 3 到 5 $^{\circ}\text{C}$ 在冷凝器內水側的冷卻水一直吸收從冷媒所釋放出來的熱量，因此溫度升高， $T_{w1} \rightarrow T_{w0}$ 。

(b) 測試標準及方法

高力板式熱交換器所採用冷凝器測試標準為美國國家標準 ARI-Standard-450 Group No. 4，條件如下：

ARI-Standard-450 ; Standard Rating Groups

Group No.	進口冷媒蒸氣相對應之飽和溫度($^{\circ}\text{C}$)	最低進口冷媒蒸氣溫度($^{\circ}\text{C}$)	冷卻水進口溫度($^{\circ}\text{C}$)	冷卻水出口溫度($^{\circ}\text{C}$)
4	37.8	93.3	29.4	33.9

測試時控制 ARI-Standard-450 之前三項條件，包括：

1. 進口冷媒蒸氣相對應之飽和溫度 37.8°C 。
2. 最低進口冷媒蒸氣溫度 93.3°C 。
3. 冷卻水進口溫度 29.4°C 。

逐步改變冷卻水流量，會有一相對應之冷卻水出口溫度，其中冷卻水出口溫度為 ARI-Standard-450 之第四項條件，即

4. 冷卻水出口溫度 33.9°C

時，此組數據即符合 ARI-Standard-450 Group No.4 標準條件。

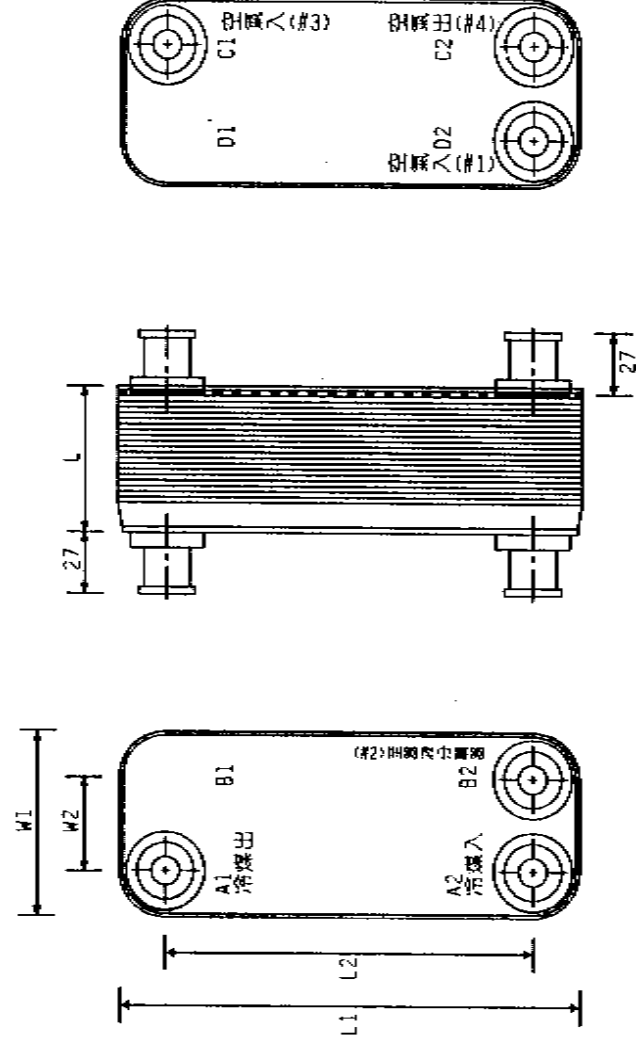
以上之步驟循環測試幾次，取得的幾組數據誤差需在 3% 以內。

9. 冷凍式空氣乾燥機應用

9.1 冷凍式空氣乾燥機用板式熱交換器規格選用表

Type	空壓機 (HP)	最大處理風量			冷媒壓縮機 (HP)	接頭尺寸	
		Nm ³ /min	Nm ³ /hr	scfm		冷媒入口/出口 (A2)/(A1) Soldered(燒焊)	空氣進出口 (B2,D2,C1,C2) Fe: male Threaded
K030*20A	5HP	0.67	40	23.5	1/4~1/5	φ 3/8 / φ 3/8	PT 1/2"(內牙)
K30*36A	10HP	1.2	72	42.3	1/3	φ 3/8 / φ 1/2	PT 3/4"(內牙)
K050*36A	20HP	2.4	144	85	1/2~3/4	φ 1/2 / φ 5/8	PT 1"(內牙)
K050*60A	30HP	4.0	240	142	1	φ 1/2 / φ 5/8	PT 1-1/4"(內牙)
K050*112A	50HP	6.7	400	235	1-1/2	φ 1/2 / φ 5/8	PT 1-1/4"(內牙)
K210*24A	50HP	7.0	420	247	2	φ 1/2 / φ 1-3/8	PT 2"(內牙)
K210*40A	75HP	10.3	618	364	2	φ 1/2 / φ 1-3/8	PT 2"(內牙)
K210*60A	100HP	14.0	840	494	3	φ 1/2 / φ 1-3/8	PT 2-1/2"(內牙)
K210*80A	150HP	18.8	1128	664	4	φ 1/2 / φ 1-3/8	PT 2-1/2"(內牙)
K210*100A	200HP	23.3	1400	822	5	φ 1/2 / φ 1-3/8	PT 2-1/2"(內牙) 3" 法蘭

9.2 外觀圖



10.1 水垢及垢阻

溫度、亂流、速度、流場分佈、表面處理、水質等皆為產生垢阻之因素，但KAORI所開發之板式熱交換器具有其獨特之板面結構設計，可針對垢阻問題做全面性之改善，其原因如下：

- (1)高紊流使得邊界層變薄，同時顆粒保持懸浮於流體中。此種狀況在板式熱交換器之平均流速為 0.5~0.8m/s 即會發生，但在殼管式熱交換器中平均流速需達 1 m/s 或更高的情況下才有。
- (2)板式熱交換器體積小，因此流體的流速快，對晶體成長來說滯留時間太短，不易生成。
- (3)熱交換器板面流場設計良好，流體進入熱交換器後分佈均勻不會產生死角或低流速區，因此不會造成靜止沉澱區。
- (4)板片使用高級不鏽鋼合金，因此板片不易腐蝕，同時腐蝕物少便減少了垢阻的發生。
- (5)不鏽鋼板片表面雖有波浪形皺折但其非常光滑故不易沉澱。
- (6)不鏽鋼材質之板式熱交換器可進行弱酸逆沖洗作業來清潔，可有效的防止垢阻發生。

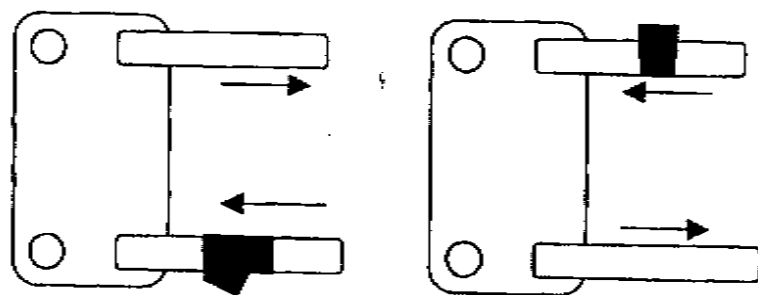
此外，冷卻循環水之軟化處理以及冷卻水塔之定期保養及清理，亦可使水垢阻塞之機率

大為減少。在添加化學藥劑清洗管路時，需注意化學藥劑之濃度。化學藥劑中最好不要含有對銅會產生腐蝕或與銅反應之化學物質。對銅產生影響，輕則影響熱交換器的板片銲接強度，造成耐壓強度降低及膨脹；嚴重者會造成流体外漏或兩側流体互通。為避免水質處理不當而對熱交換器造成傷害，提供以下一些基準數據以供參考：

PH	6~8
氯離子(CL ⁻)	200(mg/l) 以下
硫酸離子(SO ₄ ²⁻)	200(mg/l) 以下

10.2 過濾裝置

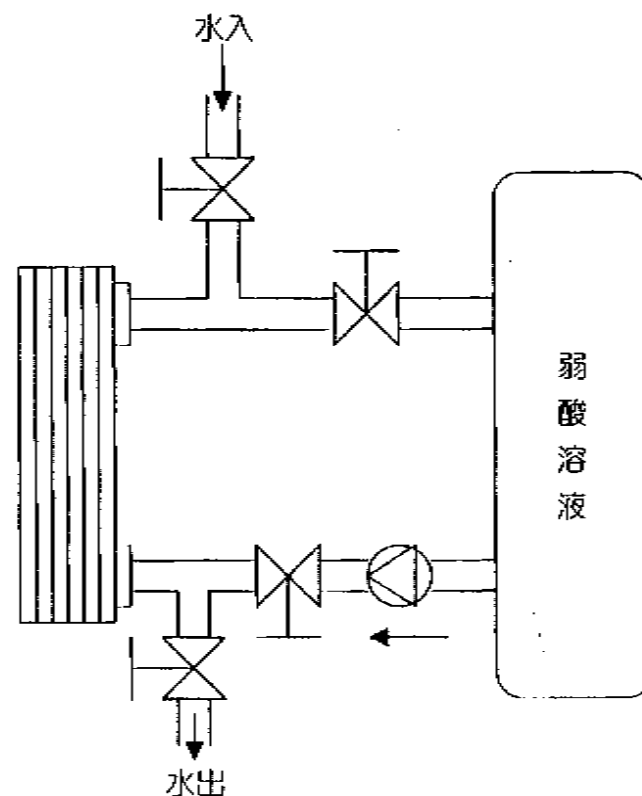
當冷卻循環流体中有微粒可能阻塞熱交換器時（尤其是當冷凝器使用時，或冰水側使用半開放式之混合槽），應於該側管路接近熱交換器的入口處加裝Y型（或T型）過濾器，使其微粒大小控制於 0.6mm 以下，方可防止微粒雜質進入熱交換器造成阻塞。當系統性能下降時，可先檢查 Y型過濾器是否被阻塞而造成水量不足。如管路系統未安裝過濾器，則熱交換器中結垢或阻塞的機率大增。當發現熱交換器中有結垢或阻塞時，可用弱酸逆沖洗方式來達到清潔之目的。見下一節之說明。注意：安裝Y型過濾器是保護熱交換器並延長其使用壽命，並不表示不用做保養工作。定期之保養及清洗過濾網仍需按時操作。



圖七、Y型過濾器

10.3 板式熱交換器清洗管路系統說明

當板式熱交換器作定期維修或清洗積垢時，可用弱酸溶液（可使用5%濃度之磷酸或過氧化酸）進行逆向沖洗，以清潔板式熱交換器內部槽道，其清洗之管路系統如下圖八，並以水泵加壓控制清洗液之流速；最佳之流速約為原液體流速的 1.3~1.5 倍之間，在酸洗後須用大量清水沖洗系統內的酸液，方可啟動系統。



圖八、管路清洗圖

11. 防止結冰方法(蒸發器)

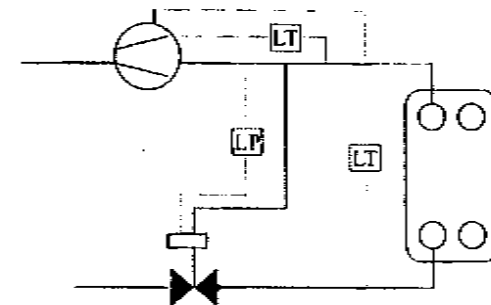
冰水機使用期間，如果蒸發器冷媒側蒸發溫度及壓力過低時，水側會有結冰的危險。板式熱交換器採逆向對流型，當作蒸發器使用時，冷媒入口及冰水出口皆位於熱交換器的底部，是溫度最低的部份。因此結冰最常發生的地方也是在此一部份。冰水機設計時，需注意到機組啓動後，控制水幫浦先運轉使水側先流動之後，壓縮機才可啓動；關機時，壓縮機先行停止，水幫浦繼續運轉使水側流動一陣子以後才可關閉，使水讓殘餘之冷媒蒸發掉。

(1)低壓控制開關 (Low pressure cut-off switch, LP)

低壓控制開關的主要功能是設定冷媒的低壓，警告使用者冷媒有外漏的情形。當系統在運轉時，控制開關感測到實際壓力低於此設定壓力時，即將壓縮機停止運轉，避免壓力持續下降。當冷媒的蒸發壓力降低時，其相對之飽和蒸發溫度也降低，造成冰水側結冰的可能性大增，也就是低壓控制開關的設定也具有防凍的功能。如果冷媒溫度低於 0°C 持續運轉而未停機，冰水側結冰即可能使蒸發器爆裂。

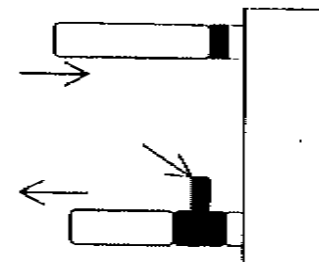
(2)冷媒側防凍開關(Low temperature thermostat, LT)

防凍開關的功能與低壓控制開關類似，所不同的是防凍開關設定的是溫度而非壓力。冷媒在蒸發器中是冷凍循環系統中溫度最低的部分，如果能將此冷媒溫度控制不低於 0°C 時，則冰水側即無結冰之危險。



(3)水側溫控防凍開關

板式熱交換器使用於蒸發器時，除了控制冷媒溫度避免結冰外，亦可直接控制冰水溫度防止結凍。設計時在冰水側出口加裝溫控防凍開關，以控制冷卻循環水之溫度。注意：溫度感測器應安裝於蒸發器冰水之出口才是正確的方式。由於水側感溫較冷媒側不靈敏，因此一般水溫控制在 4°C 以上，水溫低於設定溫度即行跳機。



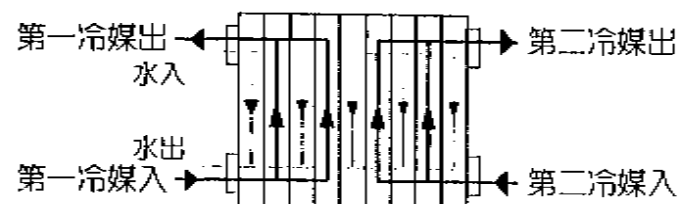
(4)流量開關(Flow switch)

流量開關的主要功能是設定水側的流量。當水流量低於設定值時關閉系統，以避免水在熱交換器中結冰，使得熱交換器破裂。通常會造成水量不足的原因，主要是水幫浦壞掉、水管破裂漏水、水管被壓到、水側管路阻塞、過濾器阻塞、冰水槽沒水等因素。水量不足會造成水側之進出口溫差變大，冷媒蒸發溫度下降，如此循環下去，使得水側溫度越降越低，且水量不足造成流場分佈不均，容易在低流速區產生結冰現象。

＊ ＊ 結冰的發生必定是冷媒側的溫度低於零度，使得另一側的水溫有機會低於零度才會造成此現象。因此，如能將冷媒側的溫度控制不低於零度即能避免。

12. 冷凍空調用雙機型(D型)

冰水機使用兩個半密閉式壓縮機做雙循環系統時，水側之水流量可能分配不均，造成偏流現象。水流量較少之一側容易發生結冰現象。KAORI之雙機型板式熱交換器即針對此系統之缺失而設計，冷媒系統為雙壓縮機循環，水側為單一循環，因此無流量分配不均的情形產生，如下圖所顯示。因水側為單一進出口，水流量是單壓縮機系統時的兩倍，其壓力降(壓損)相對於單壓縮機系統來說比較大。



13. 避免水鎚現象發生

水鎚現象的產生主要是因瞬間改變管路中不可壓縮流体之流速，最常見的例子是瞬間關閉電磁閥，由此所產生的瞬間高壓。當水鎚現象產生時，流体所產生的強力壓力波在管路中來回震盪，將會破壞管路中的閥類、熱交換器及其他設備。因此，為保護熱交換器避免受損，應在管路與熱交換器的進出口段安裝高壓吸收軟管。使用水鎚吸收器及氣囊也是保護設備的必備方式。