

工業技術用書

離心式 冰冰機業務

徐進達·何添福 校閱
何宗岳 編譯

附：1. 甲級冷凍空調學科測驗題解
2. 太陽能冷氣簡介

前程出版社

工業技術用書

離心式冰水機實務

何宗岳 編著

前程出版社



前程工業叢書

離心式冰水機實務

定價 170 元

版權所有

翻印必究

編者：何宗岳
發行者：張睦雄
出版者：前程出版者
地址：高雄市禮明路 80 號
印刷者：登文印刷局

總經銷：前程書店有限公司

郵政劃撥：44893 號

地址：高雄市建國三路 38 號

電話：(07) 2411874 號

出版登記證：行政院新聞局局版台業字第 1121 號
中華民國 71 年 9 月初版

陳 序

冷凍空調技術之發展與社會之進步是相輔相成的。衆所週知，諸如電腦、紡織、國防工業及原料儲存等，如果缺乏適當的空調環境，其精密度將無法達到預定的水準；相反地，也惟有工、商業產品要求水準高，方促使冷凍空調業本身積極的研究發展。

近幾十年來，冷凍空調之主機由傳統之往復式，進而逐漸發展爲離心式、螺旋式或吸收式等主機，誠然各式主機均有其優劣點，但不容否認的，大容量之主機適於使用離心式及螺旋式主機。對本省空調而言，離心式冰水機尙屬於較新之設備，雖然已使用多年，但其設備均仰賴進口，況且國內廠家對於新式主機談不上研究、製造，因此除了代理廠商外，一般讀者即使想研讀原文之技術資料，亦如同緣木求魚，更遑論中文版之參考資料了。然而隨著離心式冰水機使用率之提高，對於其操作、維護人員之需求亦等量增加，爲使空調從業人員能熟悉離心式冰水機之操作、維護，並比較各廠牌機器性能之差異，何君特選譯 Trane、Carrier、Daikin 及 Mitsubishi 等四大廠家之資料，以何君多年之空調實務經驗，此譯著確具有相當之水準，此外，本書尙選錄 300 題兼顧理論和實務之測驗題，足使讀者在研讀本書後，能融會貫通，此乃一般譯著所不及之優點。

本人畢生從事於冷凍空調之研究、教學工作，爲鼓勵後進，和促進空調業之蓬勃發展，謹於退休前夕，樂爲何君綴數語爲之序。

國立成功大學機械系 陳 春 錦

民國七十一年七月卅日

自序

本省採用離心式冰水機設備約有二十年之久，近年來，高樓大廈疊起，離心式冰水機之市場佔有率更是大幅度升高，然而除各廠家有其專屬之維護手冊外，中文版之離心式冰水機資料坊間並不多見；雖然離心機之應用原理大致雷同，但各廠牌之配件及控制方式却不無差距，譬如以A牌之維護手冊來操作B牌之機器，很可能有極大的困擾，因此研究離心機不宜專以某廠牌之資料為藍本，以免斷章取義，以偏蓋全。

再者，自民國六十八年以來，政府逐年舉辦甲級冷凍空調技術士之資格考試，其內容亦概括離心式冰水機之原理、操作與維護。為提供有志於此之讀者更詳細之參考資料，乃決定編譯此書。

本書特蒐集Trane（三段式壓縮），Carrier（R-11系統），Daikin（R-11系統）及Mitsubishi（R-12系統）等四大廠牌之維護保養手冊，經整理後譯成中文，以餉讀者。同時為使讀者在閱讀本書後，能對離心式冰水機有綜合性之概念，特精選300題冷凍空調甲級技術士學科模擬測驗試題供讀者參考，如此不獨可加深記憶，對於參加考試將亦有所助益。

在全球性能源危機之浪潮聲中，冷氣機所消費之能源確實佔相當的比率，因此，如何節省冷氣機之消耗電力，是專家們所追求的目標；筆者選譯「太陽能冷氣簡介」一章，對太陽能冷氣之原理應用作簡潔之介紹，太陽能冷氣係屬吸收式冷氣機之一種，不同於傳統的機械壓縮方式，對於節約能源有可觀的貢獻，雖然太陽能冷氣機尚未發展至全面實用的階段，但為應節約能源的需求，此種新技術之應用，在可預見之將來，必然會在冷氣機中佔一席之地。

承蒙冷凍空調前輩，國立成功大學機械系陳春錦教授賜序指導，和大同公司離心機負責人何添福先生及達正工程公司副總經理徐進達先生撥冗校閱，以彌補筆者對離心機知識不足之缺憾，特此致萬分謝忱，同時感謝達正、開立、大同和明鋼等公司所提供之維護手冊，無此資料，則本書無法順利付梓。

編譯期間，雖力求完美，然筆者外文能力不足，翻譯詞句或有不順、錯誤之處，敬請前輩專家惠予指正為幸！

何 宗 岳 謹識
中華民國71年9月1日
大同公司高雄冷氣站

目 錄

第一篇 大金 (DAIKIN) 離心式冰水機 (R-11 冷媒)

一、前 言	1
二、離心式冰水機的冷凍循環	1
三、冷媒性質	2
四、按 裝	5
五、開機前的準備	10
六、運轉與停機	37
七、探 漏	41
八、冷媒和冷凍油	44
九、日常保養	50
十、故障的原因與對策	54
十一、運轉日記表	59
十二、離心式冰水機外貌圖	60

第二篇 開立 (Carrier) 19DG 型離心式冰水機 (R-11 冷媒)

一、試車說明書	61
二、操作保養說明書	79

第三篇 三菱 (MITSUBISHI) 離心式冰水機 (R-12 冷媒)

一、離心式冰水機外貌及規格表	135
二、按 裝	136
三、控制電路之試驗	145
四、開機之程序	145
五、電子式控制操作	148
六、馬達負荷控制器之調整	150

七、導流翼之動作速度.....	151
八、緊急給油裝置.....	151
九、潤滑系統.....	151
十、加壓、探漏、抽真空與充填冷媒.....	167
十一、第一次開機前應檢查事項.....	171
十二、起動與運轉中應檢查事項.....	172
十三、日常保養.....	174
十四、年度保養.....	178
十五、故障排除表.....	179

第四篇 TRANE 三級 (3-stage) 壓縮式離心機

一、三級壓縮式離心機外貌圖.....	183
二、多級壓縮式離心機真的省電嗎？.....	184
三、比較離心式冰水主機用電的標準.....	185
四、離心式冰水主機之結構與性能比較表.....	187
五、TRANE 三段離心式冰水主機簡介.....	189
六、離心式壓縮機之構造與性能.....	192
七、由壓—焓 (P-H) 圖看三級式冰水主機之性能	193

第五篇 太陽能冷氣之簡介

一、前言.....	197
二、調節空間環境以求舒適感.....	197
三、建築物之冷氣負荷.....	204
四、太陽能冷氣系統.....	207
五、結語.....	217
六、參考資料.....	218

第六篇 甲級技術士學科模擬測驗題解

一、是非題.....	221
二、選擇題.....	232

第一篇 大金 (DAIKIN) 離心式 冰水機 (R-11 冷媒)

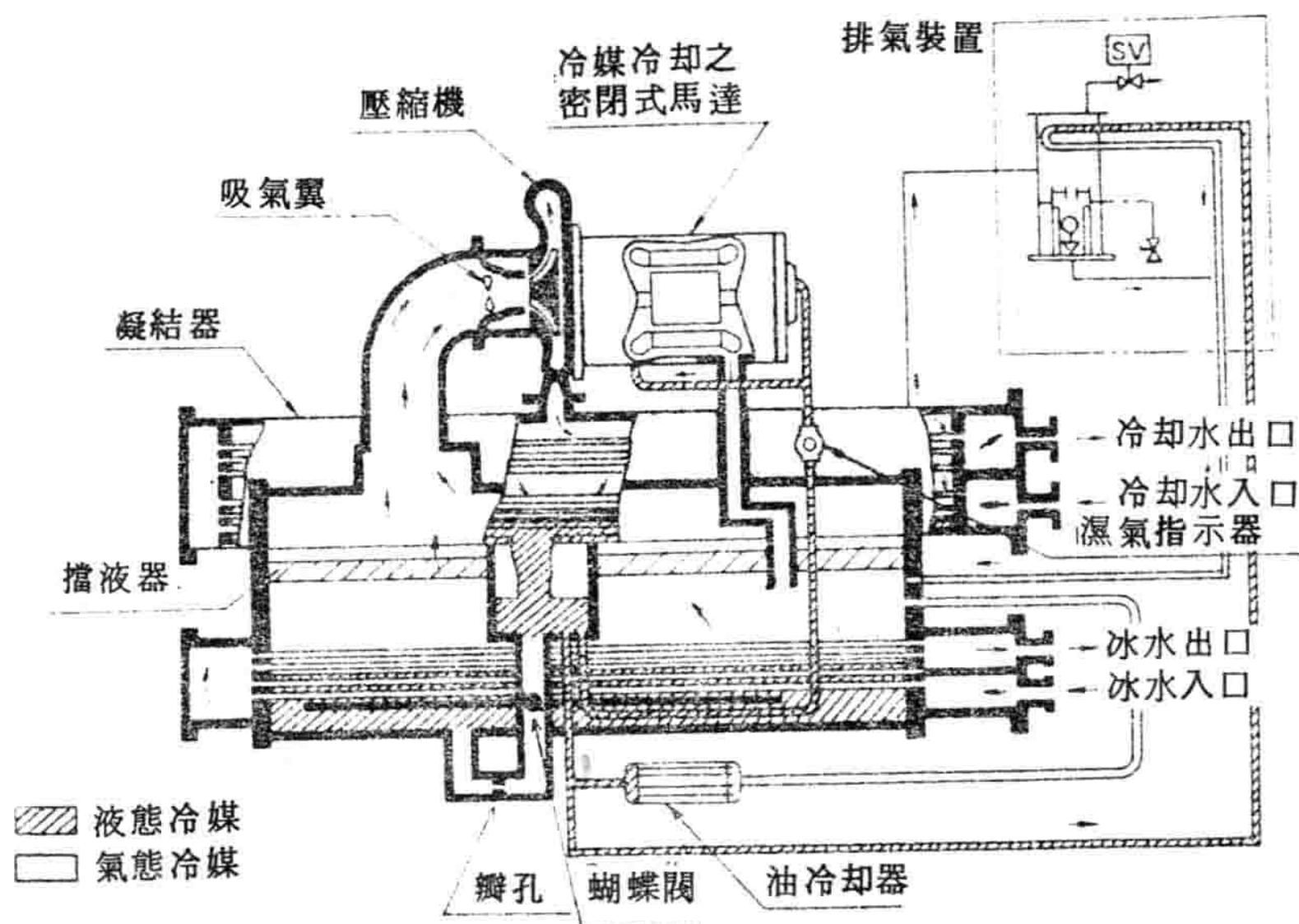
一、前言

離心式冰水機 (centrifugal water chiller) 能否維持正常的運轉，與保養工作有極大的關係，事實上，某一配件的小毛病均將影響到離心式冰水機的壽命，因此在做維護保養工作之前，應仔細的研讀此本保養手冊，以了解每一配件的功能和結構，依手冊指示適當地保養機器。

維護保養的工作分為兩部份；一為故障後的修理，另一種為日常的預防保養工作。預防保養不但可使離心機保持正常的狀況，亦可延長機器的壽命，增加可靠性和節省修理費用等。

二、離心式冰水機的冷凍循環

離心式冰水機的冷凍循環原理和往復式冷凍循環原理相同，其主要差異是離心式冰水機使用低壓冷媒（本機種使用 R-11）而已，冷凍循環如圖一所示。在蒸發器中的低溫低壓氣態冷媒經由位於蒸發器銅管束上方的擋液器 (eliminator) 分離液態冷媒後，被吸入壓縮機的葉輪 (impeller) 中。利用位於壓縮機吸入口的吸氣翼 (suction Vane)，控制氣態冷媒的流量。高溫高壓的氣態冷媒則被葉輪壓縮，排至凝結器中，將熱量傳給凝結器中冷却管內的水帶出，而冷凝為液態冷媒，液態冷媒流入位於蒸發器中央的熱井室 (hot-well chamber)，熱井室的冷媒液面上升至一定高度時，經由蝴蝶閥 (butterfly valve) 及瓣孔 (orifice) 降低壓力，利用位於蒸發器底部的液體頭 (liquid header) 使液態冷媒均勻分配



圖一 冷凍循環圖

於蒸發器中，液態冷媒由蒸發器冷却管中的冰水 (chilled water) 或不凍液 (brine) 吸收熱量蒸發，如此週而復始重複的維持冷凍循環過程。

部份液態冷媒經另一支單獨的管路到油冷却器 (oil cooler) 冷却冷凍油後再回到蒸發器中。

三、冷媒性質

離心式冰水機所使用的冷媒，必需具有在正常運轉溫度時壓力要低，小容量機種的比容要大，蒸發潛熱要大，和大容量機種的冷媒循環量要少等特性，通常用於離心式冰水機的冷媒有 R-113，R-11 和 R-12；亦即冷凍噸位愈大，其所用冷媒的比容 (specific volume) 要愈小。

在常溫時 R-11 呈液態存在，運轉壓力低，且有良好的成績係數

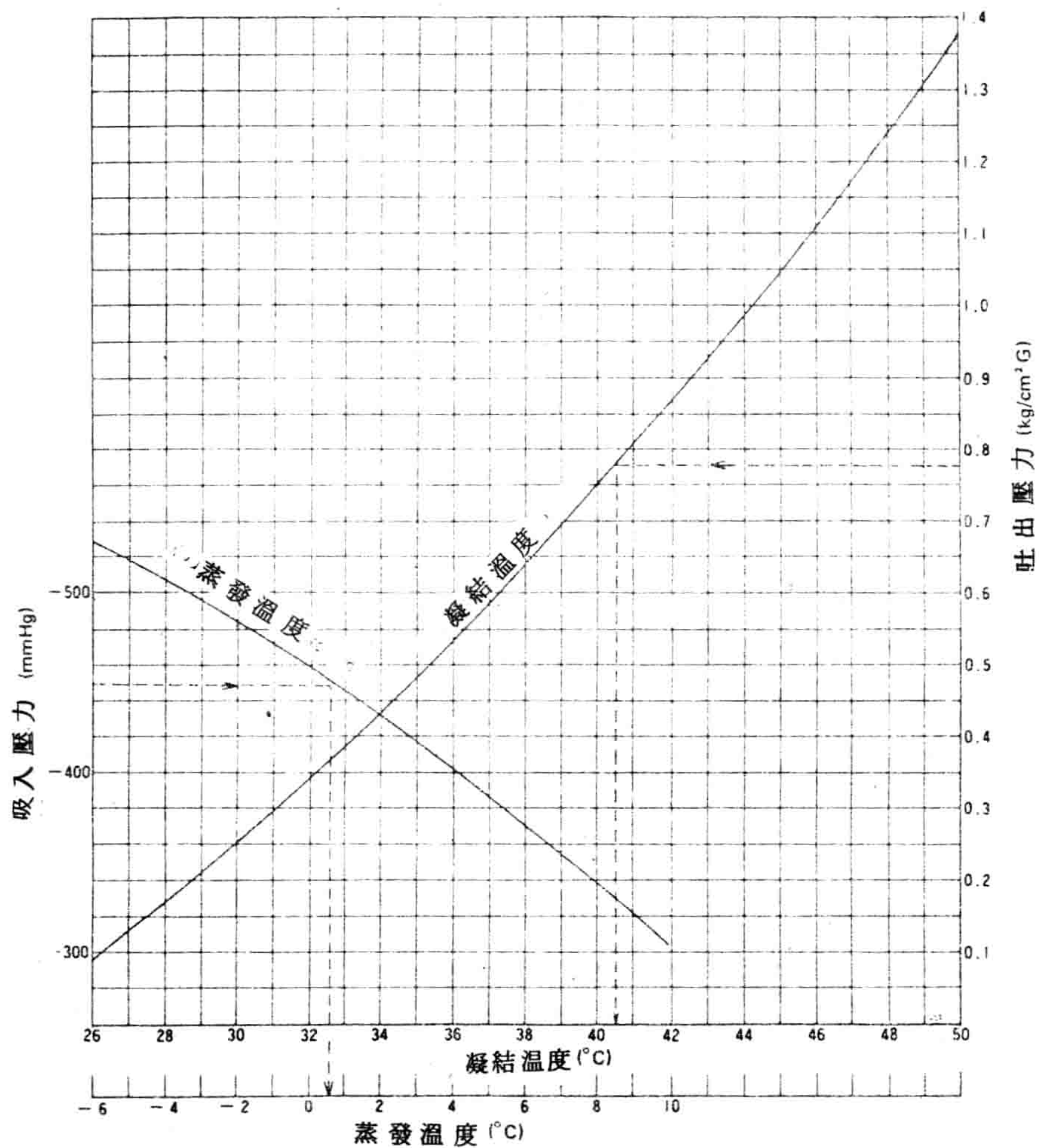
(coefficient of performance)，除熱力學性質外，R-11 冷媒具有下列的安全特性：

- a. 以任何比例與空氣混合時，無爆炸性和燃燒性。
- b. 存在空氣中時無毒且無色。
- c. 絕緣耐力高，並且對熱有穩定性不易變質。
- d. 食物和衣服與 R-11 接觸時，不會變質。
- e. 由於 R-11 氣態冷媒比空氣重 5.9 倍，故洩漏時冷媒會積於地面，因此不應在機房內洩放冷媒，破裂安全閥 (rupture disk)，應依圖 23 之方式聯接管子排到室外，以避免冷媒洩漏時，使機房內發生缺氧的情形。

R-11 冷媒的特性如表一所示，而其飽和曲線如圖二所示。

表一：R-11 冷媒特性表

1	分子式	CCl_3F
2	分子量	137.38
3	沸點 (1 atm) $^{\circ}\text{C}$	23.77
4	臨界溫度 $^{\circ}\text{C}$	198.0
5	臨界壓力 $\text{kg}/\text{cm}^2 \text{ ab}$	44.6
6	比重 (液態 30°C 時) $\text{g}/\text{c.c.}$	1.446
7	比容 (飽和蒸氣) $\text{c.c.}/\text{g}$	405
8	比熱比 (C_p/C_v) (30°C , 1 atm)	1.136
9	蒸發潛熱 (0°C) kcal/kg	45.48
10	蒸發壓力 (0°C) $\text{kg}/\text{cm}^2 \cdot \text{ab}$	0.410
11	凝結壓力 (40°C) $\text{kg}/\text{cm}^2 \cdot \text{ab}$	1.782
12	壓縮比	4.34
13	氣態揚程 (Gas head) m	2,660
14	冷媒循環量 $\text{kg}/\text{min} \cdot \text{U.S. RT}$	1.353
15	氣態吸入量 $\text{m}^3/\text{min} \text{ U.S. RT}$	0.548
16	所需動力理論值 $\text{kw}/\text{U.S. RT}$	0.589
17	成績係數 (C.O.P.)	5.97



圖二 R-11 之溫度—壓力圖

四、 按裝

4—1 按裝位置的選擇

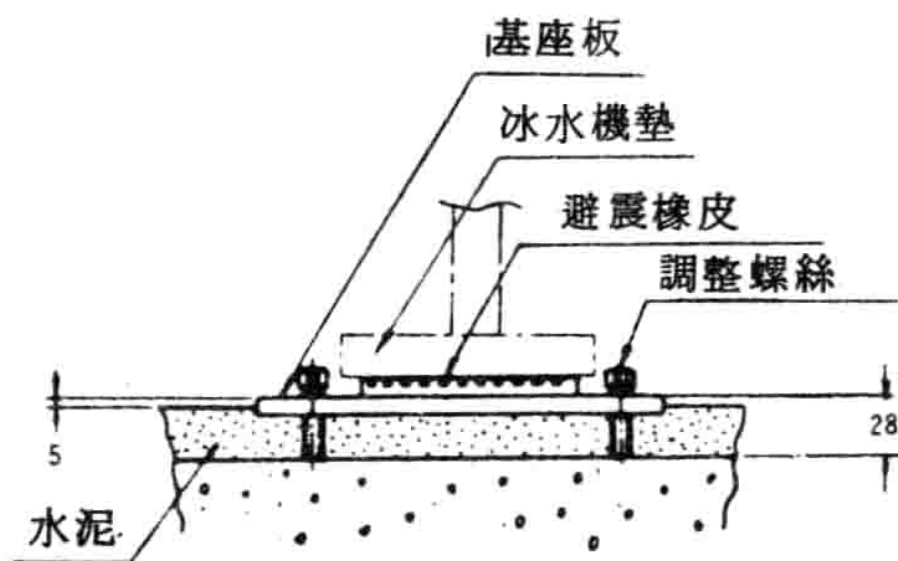
- 冰水機必須距鍋爐及熔爐 5 公尺以上，距火爐 2 公尺以上。
- 避免高溫的場所，且機房必需通風良好。
- 選擇低濕度的地點。
- 機房光度要足，以便作日常保養。
- 預留足夠的維護保養空間。
- 按裝地點及方法切勿抵觸法令規章。
- 避免按裝在多灰塵的場所。

4—2 基礎台

- 基礎台必需有足夠的強度以支持離心機的重量。
- 基礎台的表面平度最好在 $\pm 5\text{mm}$ 內。
- 基礎台應高於地板，同時在基礎台四週應設排水溝。

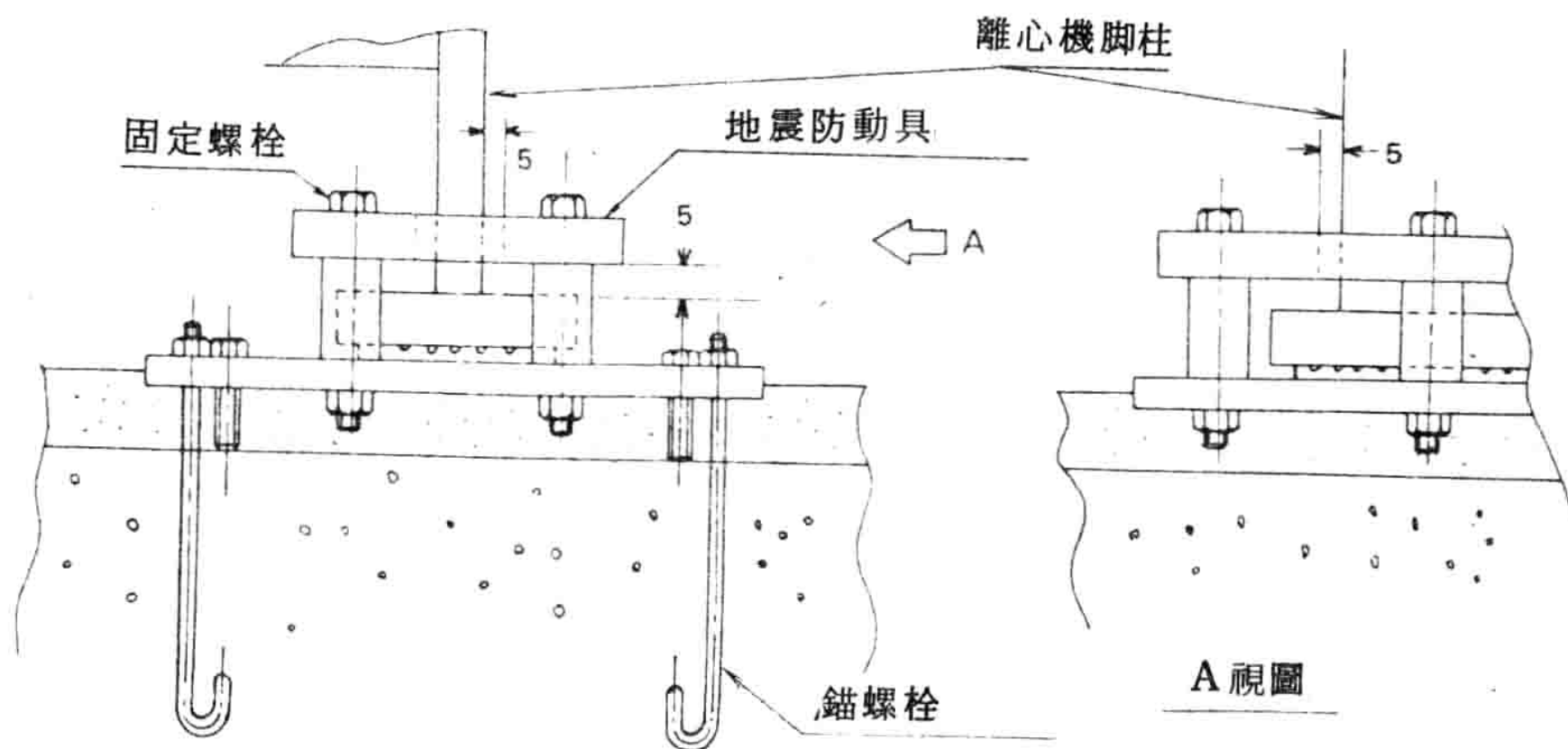
4—3 按裝

- 搬運離心機時要儘可能保持水平。
- 首先將避震橡皮置於基座板，調整每塊基座的水平度均在 $\pm 1\text{mm}$ 以內，然後將離心機按裝其上，最後以水平儀置在離心機墊上，以確定水平度確實在 $\pm 1\text{mm}$ 以內，如果超出 $\pm 1\text{mm}$ 以外，則需重新調整（如圖三）。



圖三 基礎台

- 爲防止地震所引起的移動，可視情形而加裝地震防動具；先以錨螺栓將基座板和基礎台固定，然後以地震防動具將冰水機腳柱固定，而冰水機腳柱與地震防動具間需有 5mm 之餘隙（如圖四）。



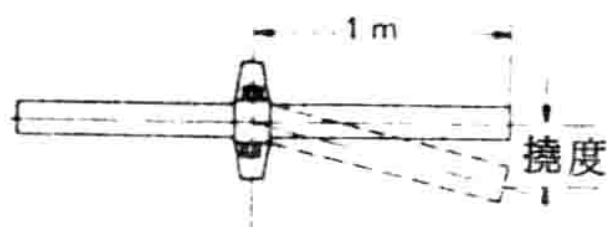
圖四 設地震防動具之基礎台

4—4 水配管應注意事項

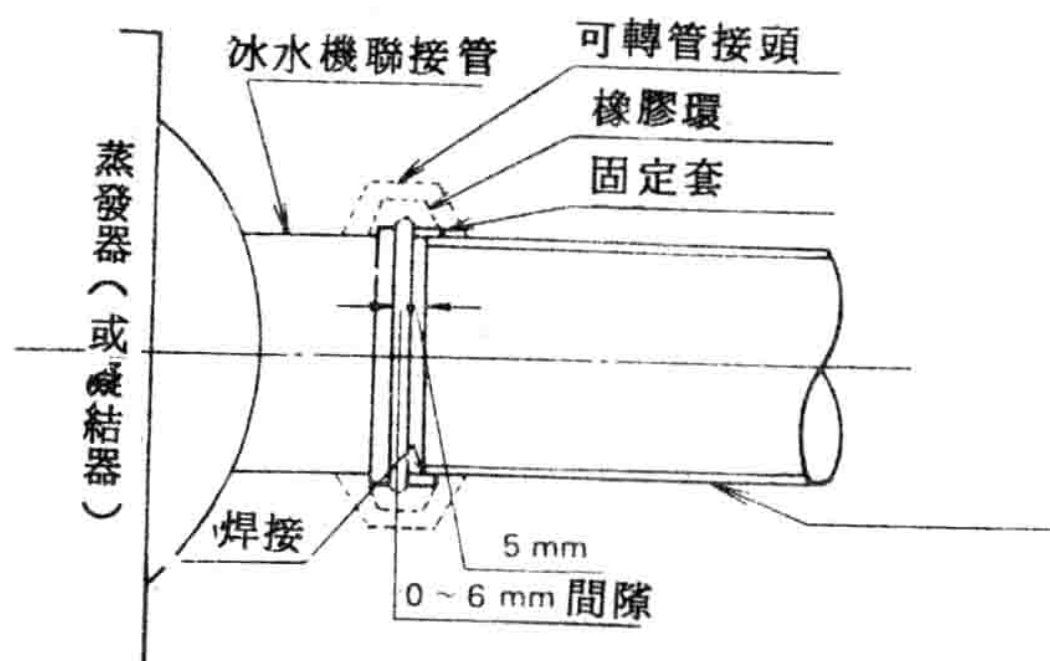
- 凝結器和蒸發器的水配管方式，其進水管均在下方，而出水管均在上方。
- 當配接水配管時，蒸發器與凝結器蓋之聯接處需不受任何壓力或拉力，同時配管的撓度（圖五）以在表二之限制範圍內爲標準。
- 冰水機配管之聯接方式以圖六所示爲宜。
- 爲了便於清洗蒸發器及凝結器內的銅管或探漏，離心機主機與水配管聯接時，應以法蘭聯接，以便保養時易於拆卸蒸發器或凝結器蓋板。
- 冰水機聯接水配管時，應接一段防震軟管，以避免機器的震動和噪音，沿水配管傳至機房外。

表二 偏差程度限制值

管徑(吋)	撓度(mm/m)
4B	48.8 以下
5B	40.7 以下
6B	34.3 以下
8B	27.9 以下
10B	22.7 以下
12B	19.2 以下



圖五



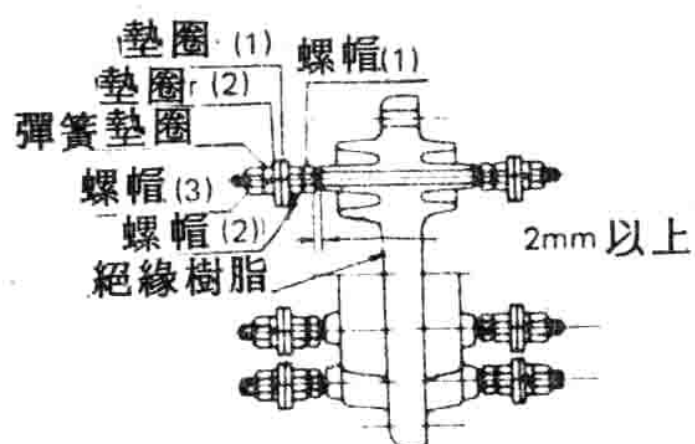
圖六 冰水機進水管之聯接方式

4—5 壓縮機馬達

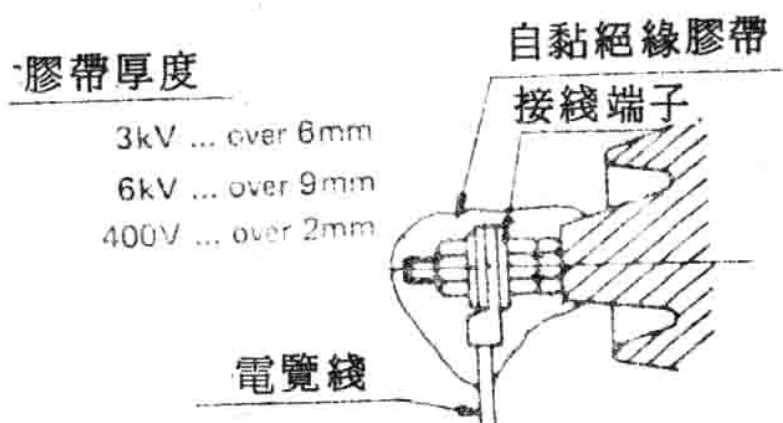
※聯接馬達配線電纜時應注意下列幾點：

- (a)如圖七所示，在螺帽(1)與絕緣樹脂間應有 2mm 以上的間隙。
- (b)將電纜線的端子置於墊圈(1)與墊圈(2)之間，並藉彈簧墊圈以鎖緊螺帽。
- (c)螺帽(1)、(2)和(3)之標準鎖緊力矩為 115 kg-cm。

※電纜線端子與壓縮機線端子頭聯接處應以自黏絕緣膠帶完全包裹，以避免水珠沿電纜線流至端子處，而導致短路之危險。（如圖八）



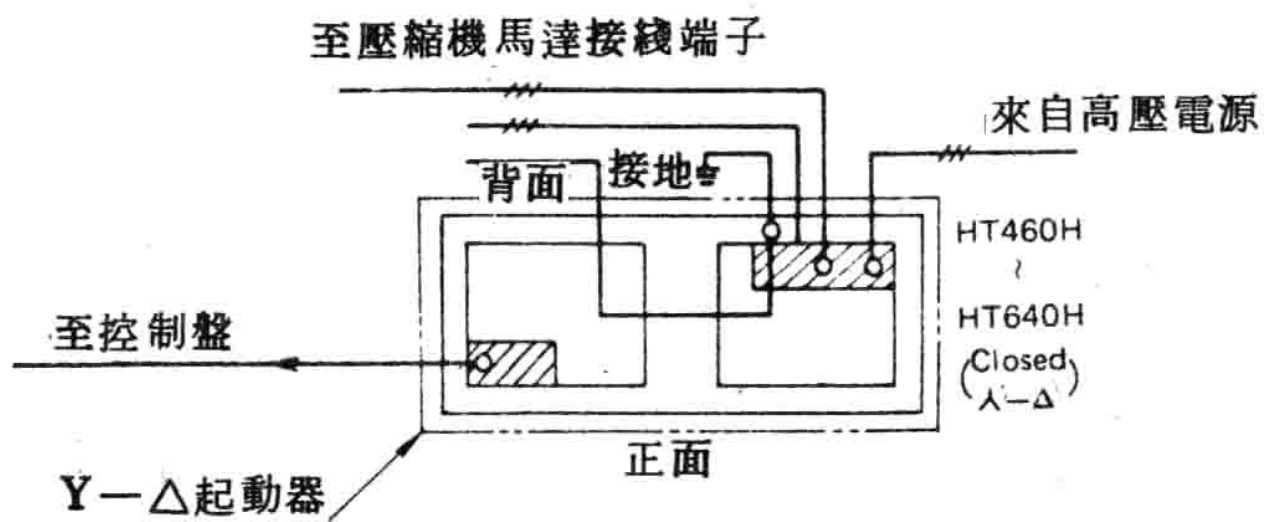
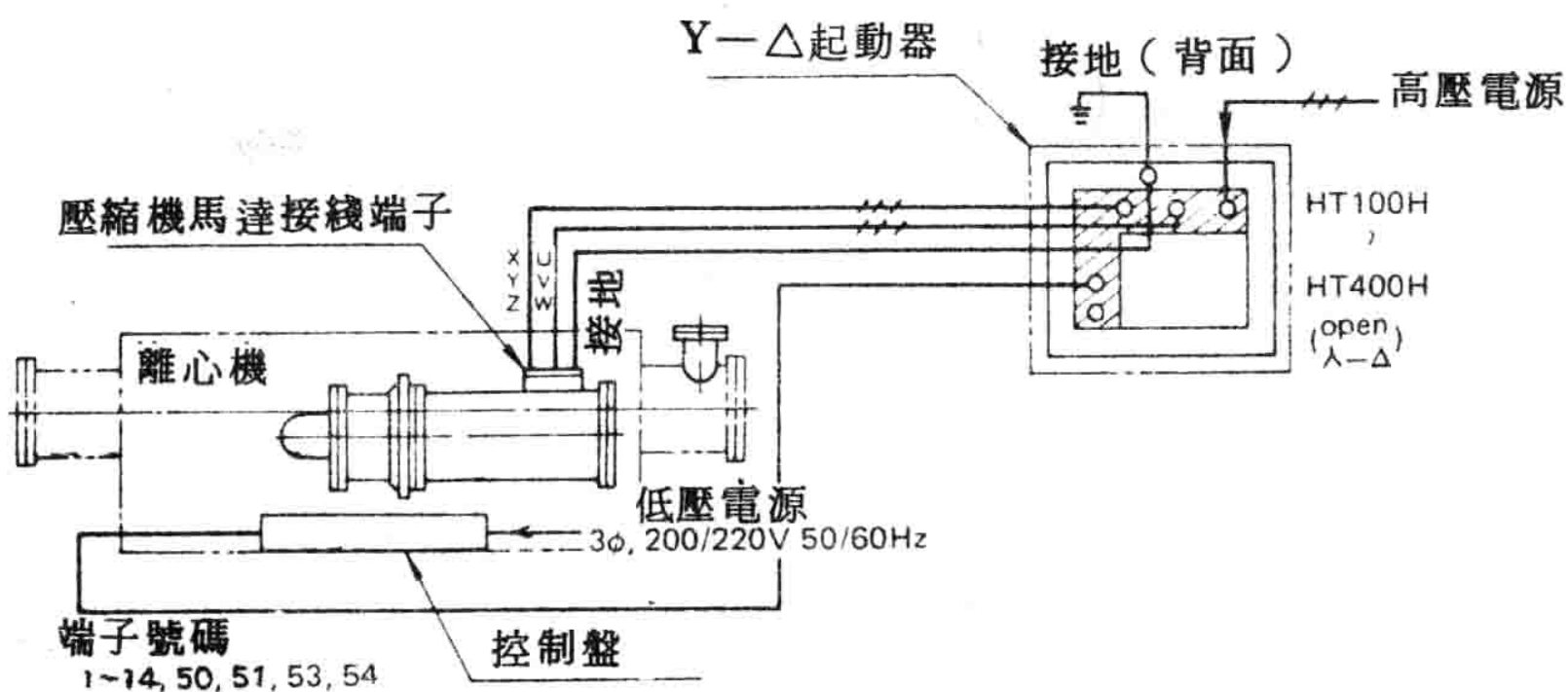
圖七



圖八

4—6 配電應注意事項

Y— Δ 起動器至離心機間的現場配線請依電路圖施工。其配電方式如圖九所示。



4—7 機體的保溫

在完成離心機按裝及探漏工作後，在蒸發器表面應以保溫材料保溫（如圖十 圖部份），爲了日後便於保養與檢修，保溫施工時應注意下列事項：

- (a)當冷却管需要清洗或探漏時，需打開吸氣盒（Suction box），所以吸氣盒的保溫要獨立，以便於保養。
- (b)保溫施工時不可遮蓋，冷媒液面視窗，冷媒充填閥及破裂安全閥（rupture disc）等等，以便檢修。
- (c)現場施工的保溫面積約近似於圖十中之數值。

型 號	100H HT120H 140H	160H HT 175H	200H HT 220H	260H HT 280H	320H HT350H 400H	460H HT 500H	580H HT 640H
保溫面積(m ²)	9	10	11	12	14	17	18

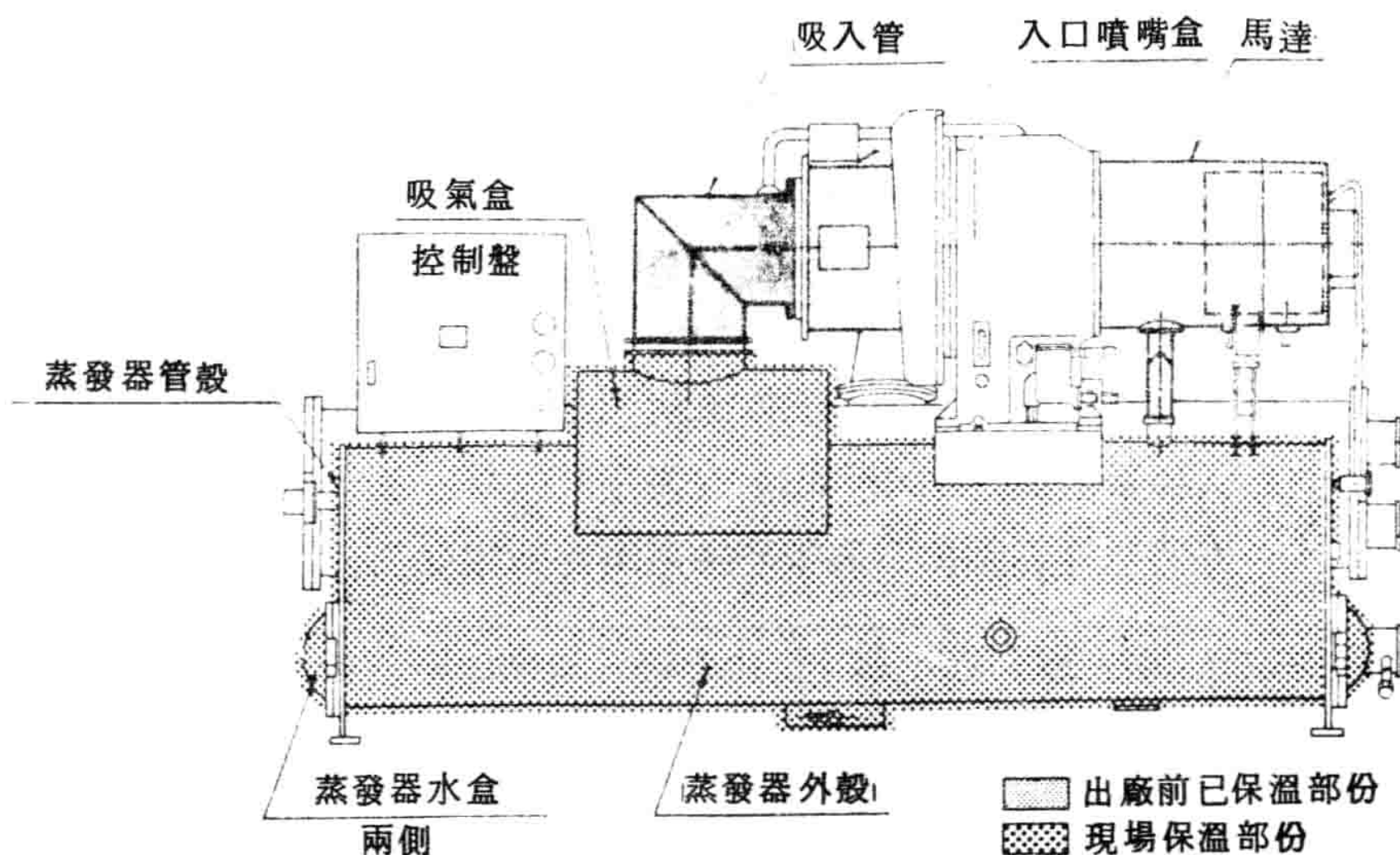


圖 十