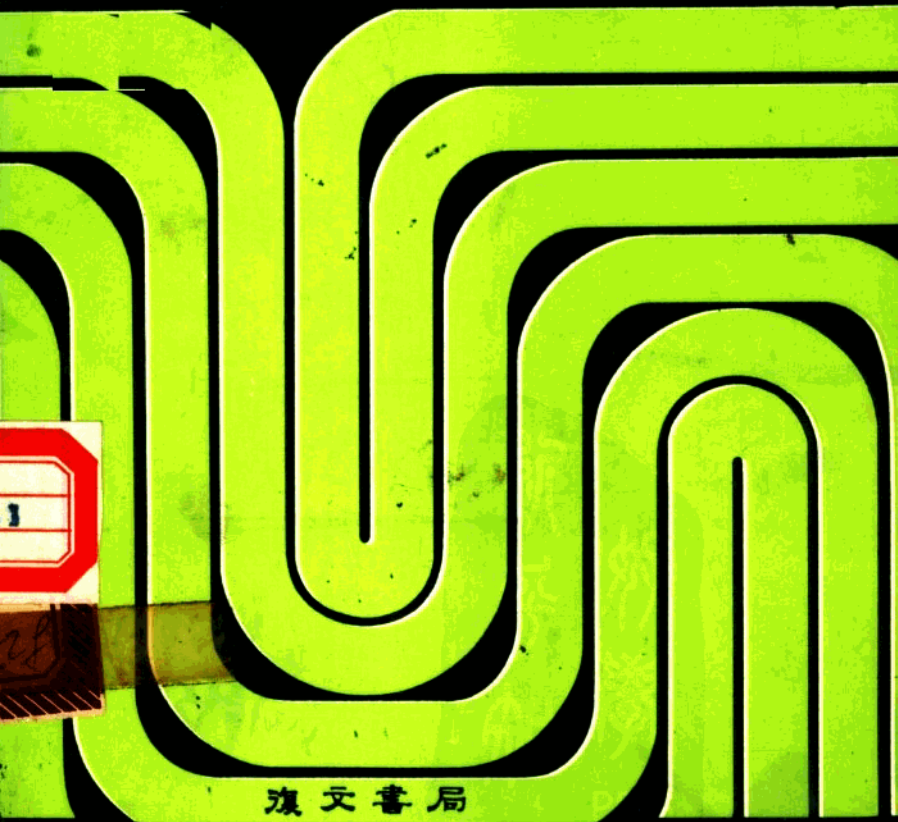


冷凍機故障

修理技術

大隅和男 著

賴耿陽 編譯



廣文書局

推 薦 辭

日本最近的冷凍產業又稱 1 兆日圓產業或 2 兆日圓產業，範圍很廣，從電冰箱、風冷機、自動販賣機等小型機。到 50000 噸冷藏庫、地域冷暖區等大型裝置，有各種分野。參與其保養管理、服務的人數甚多。小型、全密閉的分野幾乎免保養，但開放型及中型以上的冷凍機就需要保養管理及全年服務。在高度成長期間，重點在開發新裝置、大型裝置，但目前已進入低成長時代，著重如何延長裝置壽命、減低運轉經費。因而，保養管理員、服務員的責任重大。

昔日的作業主任包辦閥板整修、軸承潤滑、填料更換，都在客戶的地方施工。但最近大都是全自動操作而不費事的冷凍裝置，現場的運轉員只按下按鈕即可，年間保養大都委託製造廠的服務部門。隨著自動化的進展，冷凍裝置的保養不只是壓縮機的保養管理，需要系統全體的保養管理。特別是水污染、洩漏等所致物品的損傷、腐蝕、冷媒的污物等所致的故障、計測機器故障等動輒關連運轉停止、動力損失，這些都是現場保養管理員的職務。

有關這些問題的參考書已有不少版本，但很少談到現場人員真正想知道的故障原因與對策，因為這牽涉到工程或服務的技術訣竅，大都捨不得公開。

適逢出版社有此企劃，特推薦工程經驗、服務經驗的大隅先生執筆，詳細解說，必有助於研究冷凍機的人士。謹此。

1982 年元月

(株)東洋製作所取締役(董事)

橋爪源一郎

序

此次受託執筆冷凍機的修理，不謙淺學，冒昧獻曝。如衆所知，冷凍機在吾人社會有重要功能，在炎夏創造舒適的環境，也可長期保存食品，其他很多產業都需要冷凍機。

這麼重要的冷凍機若保養管理不周而故障，會造成很大的麻煩，若有診斷故障的手冊，儘快修復故障的冷凍機，不等製造廠遲來的服務員，即可正常運轉。在此實旨下，依據個人多年的實務經驗，編著本書，期望對從事冷凍機運轉，保養服務的人員稍有助益。

冷凍機種類很多，不可能經驗所有故障，但盡量網羅常發生的故障，若可供讀者諸兄參考，實屬至幸！

1982 年元月

著 者

(株)東洋製作所服務部

第一章 冷凍機的種類與構成	1
1-1 冷凍機的種類	1
〔1〕 往復動式冷凍機	1
〔2〕 螺旋冷凍機	4
〔3〕 旋轉式冷凍機	5
〔4〕 輪機冷凍機	5
〔5〕 吸收式冷凍機	6
〔6〕 蒸氣噴射式冷凍機	7
1-2 冷凍機的構成與附屬機器	7
〔1〕 冷凍循環	7
〔2〕 蒸發器	10
〔3〕 凝結器	10
〔4〕 膨脹閥	11
〔5〕 受液器	11
〔6〕 油分離器	11
〔7〕 乾燥器	12
〔8〕 液氣熱交換器	12
〔9〕 中間冷卻器	12
〔10〕 回液裝置	12
1-3 冷凍機的故障診斷與對策的建立法	13
〔1〕 冷凍機不轉	14
〔2〕 冷凍機很快停止	14
〔3〕 不冷	15
〔4〕 其他的故障	15

第二章 多缸冷凍機	16
2-1 冷凍機的運轉	16
2-2 運轉上的注意事項	20
2-3 壓縮機的故障	21
〔1〕 故障的診斷法	21
〔2〕 按下起動鈕，冷凍機也不轉	25
〔3〕 起動後立即停止	28
〔4〕 起動時發生爆震	31
〔5〕 油面計無油	32
〔6〕 油壓升不高	33
〔7〕 油溫高	35
〔8〕 油的消費量多	37
〔9〕 軸封漏油量多	37
〔10〕 無法控制容量	37
〔11〕 不從卸載狀態成為負載狀態	40
〔12〕 運轉中發生異常音	40
〔13〕 吐出壓力過低	41
〔14〕 吸入壓力過高	42
〔15〕 停止後，高壓與低壓在短時間內平衡	43
〔16〕 軸承膠執（燒損）	43
〔17〕 壓縮機燒損	45
〔18〕 冷凍機成過負荷	45
〔19〕 壓縮機結霜	46
〔20〕 LP作動而冷凍機停止	46
〔21〕 連桿折損	47
〔22〕 密閉型壓縮機的更換	47

〔23〕 冷媒系統的洗淨	48
〔24〕 壓縮機的大修	49
2-4 附屬機器的故障對策	52
〔1〕 故障診斷法	52
〔2〕 凝結器故障	53
〔3〕 蒸發器故障	57
〔4〕 油分離器故障	60
〔5〕 膨脹閥故障	60
〔6〕 回液裝置不良	62
〔7〕 冷卻不良	64
〔8〕 漏氣	64
第三章 輪機冷凍機	66
3-1 概要	66
3-2 輪機冷凍機的運轉	68
3-3 運轉上的注意事項	69
〔1〕 冷水、冷卻水	69
〔2〕 凝結壓力(高壓)	69
〔3〕 蒸發壓力(低壓)	69
〔4〕 吸入溫度	69
〔5〕 油壓	69
〔6〕 油溫	70
〔7〕 電壓、電流	70
〔8〕 噪音、振動	70
3-4 送風機故障	70
〔1〕 故障診斷法	70
〔2〕 按下起動鈕，冷凍機也不轉	71

〔3〕 油壓升不高	73
〔4〕 油面下降	75
〔5〕 噪音大	75
〔6〕 振動大	76
〔7〕 輪葉展不開	78
〔8〕 輪葉部作動不良	81
〔9〕 軸承燒損	81
〔10〕 surging (顫動)	82
〔11〕 送風機腐蝕	83
〔12〕 軸封裝置不良	84
3-5 凝結器、蒸發器不正常	84
〔1〕 高壓異常高	84
〔2〕 蒸發壓力異常低	89
〔3〕 蒸發壓力高	91
〔4〕 冷媒的精製	92
〔5〕 水系統腐蝕	92
〔6〕 冷卻管破損	93
〔7〕 不冷	94
〔8〕 防熱	95
3-6 回收裝置的故障	96
〔1〕 回收器不轉	96
〔2〕 回收器的高壓不高	96
〔3〕 回收器的功能不良	97
〔4〕 液冷媒不返回	97
3-7 電系的故障	97
〔1〕 電動機過負荷	97

〔2〕 電流計擺動	99
〔3〕 馬達過熱	100
〔4〕 高壓盤、操作盤故障	101
〔5〕 馬達故障	102
〔6〕 Y- Δ 起動時不成 Δ	103
第四章 吸收冷凍機	105
4-1 概要	105
4-2 吸收冷凍機的運轉	105
4-3 吸收冷凍機運轉上的注意事項	107
4-4 吸收冷凍機的故障診斷法	108
〔1〕 按下起動鈕也不起動	110
〔2〕 起動時溶液結晶	112
〔3〕 運轉中，溶液結晶	113
〔4〕 停止時，溶液結晶	116
〔5〕 冷媒溫度高	117
〔6〕 冷媒溫度低	118
〔7〕 容量控制系統的故障	118
〔8〕 抽氣回收裝置故障	121
〔9〕 空氣侵入	121
〔10〕 吸收溶液不良	123
〔11〕 不冷	123
〔12〕 泵浦故障	126
4-5 氣體吸收冷凍機的故障	126
〔1〕 概要	126
〔2〕 不着火	128
〔3〕 高壓再生器的再生不良	129

〔4〕 燃燒狀態不良	129
第五章 修理冷凍機必要的工具及計測器	132
5-1 工具	132
5-2 計測器	133
〔1〕 長度的測定	134
〔2〕 偏心的測定	134
〔3〕 電壓的測定	134
〔4〕 電流的測定	134
〔5〕 絕緣的測定	135
〔6〕 振動的測定	135
〔7〕 噪音的測定	135
〔8〕 溫度的測定	136
〔9〕 PH的測定	136
〔10〕 風量的測定	136
〔11〕 濕度的測定	137
〔12〕 濃度的測定	138
〔13〕 通風力的測定	138
〔14〕 排氣中 CO 的測定	138
〔15〕 真空試驗	138
5-3 研磨所需工具	140
5-4 處理冷媒所必要的器具	141
索 引	143

第一章

冷凍機的種類與構成

1.1 冷凍機的種類

冷凍機從65 w 的密閉小型機到1000 kw 以上的大型輪機冷凍機，有很多種類，大別如表 1-1 分類。下面簡單說明各冷凍機。

表 1-1 冷凍機的種類

冷凍機種類		主 要 用 途
往復動式冷凍機	密閉型冷凍機	冷氣機、電冰箱、展示櫃、冷水機等
	半密閉型冷凍機	package 型空調器
	高速多氣筒冷凍機	製冰、冷藏、凍結裝置、化學工業冷卻裝置
	複 型冷凍機	冷藏裝置、低溫裝置
	立 型 冷 凍 機	製冰、冷藏、凍結裝置、化學工業用
	橫 型 冷 凍 機	化學工業的氣缸壓縮
	螺 旋 冷 凍 機	冷凍、冷藏用
	旋轉式 冷 凍 機	冷氣機、空氣調和 調和
	輪 機 冷 凍 機	空 氣 調 和
	吸 収 式 冷 凍 機	空 氣 調 和
	蒸氣噴射式 冷 凍 機	工業用冷水製造

(1) 往復動式冷凍機

將曲軸的旋轉運動變成活塞的往復運動，活塞式吸入行程時，吸引來自蒸發器的冷媒氣體，在壓縮行程壓縮到凝結壓力，壓縮的高溫、高壓氣體打開吐出閥，進入凝結器。

此冷凍機通稱往復式 (reciprocating compressor)

(a) 全密閉型壓縮機，如圖 1-1 所示，電動機與壓縮機在鋼製容器作成一體而密閉，內部有潤滑油，故障少。

(b) 半密閉型壓縮機與全密閉型同樣，電動機與壓縮機裝入一外殼中，如圖 1-2 所示，冷媒不會洩漏，不需軸封裝。但缸蓋或

馬達蓋用螺栓鎖緊，可定期翻修、檢查。採用強制潤滑方式。

(C)高速多缸冷凍機（開放型），圖 1-3 示其構造，標準轉速高達 1500 rpm 左右，可比傳統的立型小型。曲軸、活塞、桿、軸封裝置、油泵浦、閥類等裝入米漢納鑄鐵作成的曲柄室中。最近，活塞、桿常為鋁合金製，閥類用不銹鋼製板閥。藉與曲軸連動的齒輪泵浦對軸承或軸封裝置強制供油，油壓以油壓調整閥調整。缸的排列有圖 1-4 所示的 V 型、W 型、雙 V 型（VV 型）等。

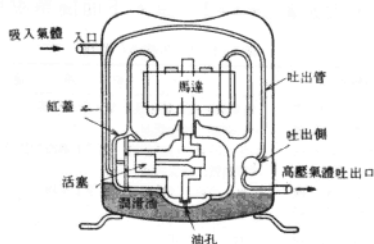


圖 1-1 全密閉型壓縮機

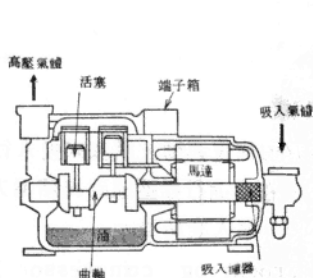


圖 1-2 半密閉型壓縮機

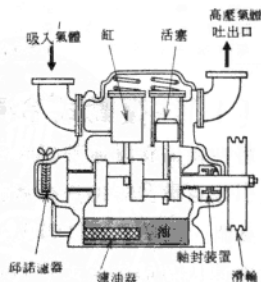


圖 1-3 高速多缸冷凍機

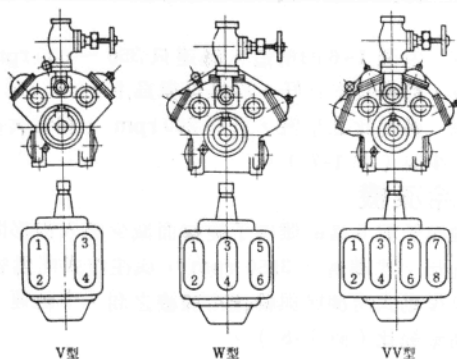


圖 1-4 高速多缸冷凍機的缸配列

(d)複合型壓縮機 將低段壓縮機與高段壓縮機合而為一的壓縮機(圖 1-5)，通常 2 段壓縮須裝設低段壓縮機與高段壓縮機，複合型只需 1 部。低高段的壓縮比為 2 : 1，3 : 1，低段側與高段側在曲柄室中分隔，以 O 形環等密封。操作閥，也可用於單段壓縮。

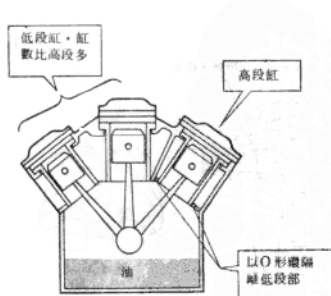


圖 1-5 複合型壓縮機

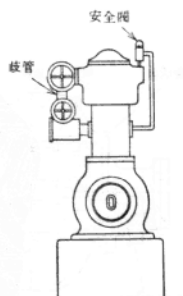


圖 1-6 直立型壓縮機

(e)立型冷凍機 有圖 1-6 的構造，轉速只 350 ~ 600 rpm，比高速多缸等大型，壓縮效率良好。冷媒以氨為主。

(f)橫型冷凍機 轉速比立型慢，只約 200 rpm，相當大型，很佔場所。目前較少見（圖 1-7）。

〔2〕螺旋冷凍機

4 齒的驅動雄轉子與 6 齒的雌轉子旋轉而減少吸入齒形間的冷媒體積，壓縮吐出。標準轉速 3550 rpm，與往復式同為容積型壓縮機，介於往復動式冷凍機與輪機冷凍機之間，中轉速、中容量，1 段可得高壓縮比（圖 1-8）。

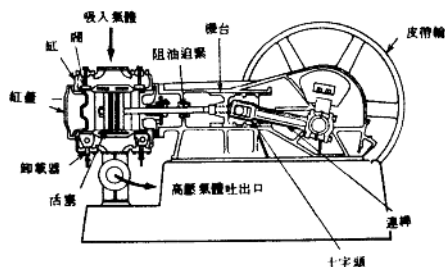


圖 1-7 橫型壓縮機

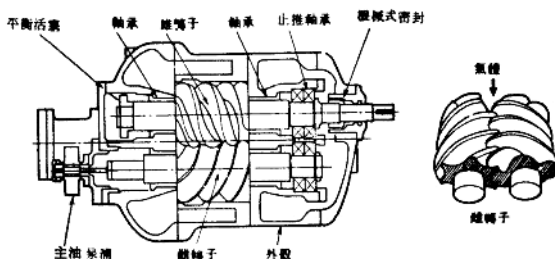


圖 1-8 螺旋壓縮機

〔3〕旋轉式冷凍機

(a)單板式旋轉壓縮機 旋轉式冷凍機如圖 1-9所示，轉子 (rotor) 旋轉，壓縮與缸之間的冷媒氣體。此型壓縮機是轉子對軸偏心，密接缸壁而旋轉。隔開高低壓間的葉片在缸槽中藉彈簧或氣體壓力接觸轉子。偏心轉子旋轉的話，冷媒氣體被吸入葉片單側而壓縮，從葉片反對部吐出。

(b)多板式旋轉壓縮機 相對於缸有在下方偏心安裝的轉子，在轉子裝葉片，轉子旋轉時，以離心力密接缸內壁而滑動，壓縮新月形空間中的冷媒氣體 (圖 1-10)。

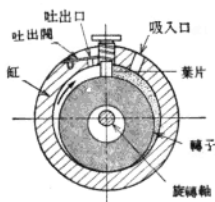


圖 1-9 單板式旋轉壓縮機

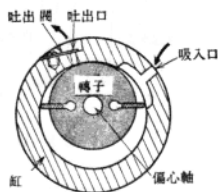


圖 1-10 多板式旋轉壓縮機

〔4〕輪機冷凍機

藉離心力增高冷媒氣體的速度頭，在升壓器 (diffuser) 處變成壓力頭，增高壓力。葉片 (動葉輪) 的轉速在單段壓縮時約 10000 rpm。冷媒用 R-113, R-11, R-114, R-12 等，其中以 R-11 最常用，主供大樓的空調用，有密閉型、開放型，最近主要用密閉型。圖 1-11 為密閉型輪機冷凍機的構造，使用凝結機與蒸發器成一體者。

動葉輪壓縮的高溫高壓氣體被凝結器的冷却水冷却成液，經深挖閥減壓，進入蒸發器，冷媒在蒸發器內的低壓下蒸發，形成冷水，蒸發的冷媒氣體再被動葉輪吸引，進行冷凍循環。

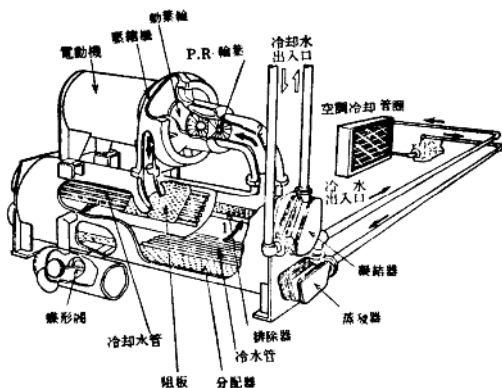


圖 1-11 輪輿冷凍機

〔5〕吸收式冷凍機

現在，空调用吸收式冷凍機（圖 1-12）用水為冷媒，用溴

化鋰為吸收溶液，其構成如圖 1-13 所示。包括蒸發器、吸收器、凝結器、再生器四部份。在絕對壓力 6 ~ 7 mm abs 的高真空，冷媒在約 5°C 蒸發，形成冷水。蒸發的水蒸氣被吸收器內的溴化鋰吸收，若吸收水蒸氣，濃度下降，吸收能力也下降，有必要再生。以泵浦將此稀溶液運到再生器，以低壓蒸氣加熱

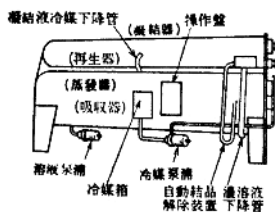
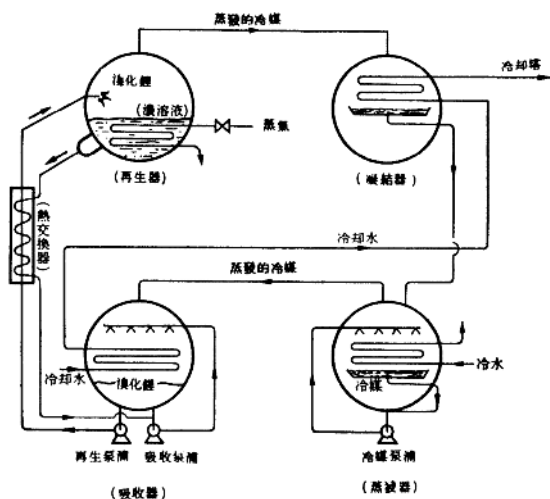


圖 1-12 吸收式冷凍機

，水分蒸發，進入凝結器，在此以冷卻水冷卻凝結，再通過孔口，回到蒸發器，另一方面，加熱增濃的溶液再經熱交換器，回到吸收器。



吸收式冷凍機有冷媒循環、溶液循環。

[6] 蒸氣噴射式冷凍機

通常，冷凍機藉膨脹閥的節流作用和壓縮機，將蒸發器內的壓力保持低值。蒸發噴射式冷凍機是從噴射器噴射的蒸氣使蒸發器內成真空，其中的水或不凍液 (brine) 在低壓下蒸發冷卻。圖 1-14 為蒸發器的略圖。

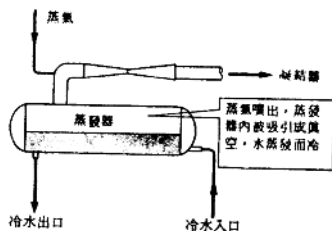


圖 1-14 蒸氣噴射式冷凍機