

蘇聯機器製造百科全書

第十二卷

第十三章 冷凍機的工作過程

第十四章 冷凍劑和傳熱劑

第十五章 冷凍機的各部分

第十六章 組合冷凍機

蘇聯機器製造百科全書編輯委員會編



機械工業出版社

目 次

第十三章 冷凍機的工作過程

〔魏依別爾格(В.С.Вейнберг), 巴寶里凱斯(И.С.Бадылькес)〕

人工製冷法的原理.....	1	吸收式冷凍機.....	10
壓縮式冷凍機.....	1	參考文獻.....	13
蒸汽抽氣式冷凍機.....	8		

第十四章 冷凍劑和傳熱劑

(魏依別爾格)

冷凍劑的一般性能.....	1	二氧化碳.....	19
阿摩尼亞.....	4	水.....	21
二氧化碲.....	8	傳熱劑.....	21
氦利昂.....	8	參考文獻.....	22
碳氫化合物.....	16		

第十五章 冷凍機的各部分

(魏依別爾格、巴寶里凱斯)

工業用活塞式壓縮機.....	1	吸收式冷凍機的各部分.....	巴寶里凱斯 43
工業用蒸發器.....	17	冷凍機的輔助設備.....	45
工業用凝結器.....	25	管子系統和管子配件.....	49
空氣冷却器.....	33	參考文獻.....	53
小型冷凍機.....	37		

第十六章 組合冷凍機

〔魏依別爾格、李哈烈娃(Н.В.Лихарева)〕

活塞式組合冷凍機.....	1	工業用低温冷凍層及冷藏櫃.....	22
透平壓縮機式組合冷凍機.....	3	工廠所生產的冷凍器具.....	34
家用冷藏櫃.....	7	參考文獻.....	32
冷凍機的自動化.....	14	中俄名詞對照表.....	31

第十六章 組合冷凍機

活塞式組合冷凍機

將冷凍機的各部分組合起來，成爲一組以供應用，可使冷凍設備的安裝維護工作大爲改善而簡化。在組合機出廠時，許多手續（裝接管子，抽除空氣，將冷凍機乾燥，和在冷凍機中注滿冷凍劑和滑油等工作），在機器製造廠內可以做得比較好，而不要在安裝地點去做。

現有的組合冷凍機的各種型式爲：壓縮機組；‘壓縮機-凝結器’組和‘壓縮機-凝結器’系統；複合冷凍組和複合冷凍系統。

壓縮機組由電動機和壓縮機裝在同一底板上而成。壓縮機組的應用範圍，乃是地腳不能做得很堅固的那些移動式冷凍設備（其中包括船用在內）。在一般所用的冷凍設備內，這種組合機器用於蒸發式凝結器距離壓縮機很遠的情況下。壓縮機由標準電動機帶動，或者直接相連（在大型冷凍機上），或者用三角皮帶傳動

（圖1a和b）。有時也使用一種特別的短路電動機，它的轉子直接裝在壓縮機的轉軸上，而靜子則裝在壓縮機的密閉式外殼內（圖1，a）。這種密閉式壓縮機組的製冷能力最大可達300000仟卡/小時。

在鐵路運輸方面和在汽車冷藏車內，有時採用帶汽車引擎的引擎式壓縮機（圖2）。引擎和壓縮機的構造必須能保證壓縮機組不致佔地太大。

‘壓縮機-凝結器’組包括壓縮機，電動機，凝結器和自動裝置，共同裝在一隻底板上。這種組合機器可以用在任何情況下，它們的製冷能力在100000~200000仟卡/小時之間。

‘壓縮機-凝結器’組的製冷能力，乃是指冷凍劑在這種組合機器內，從凝結器液體活門到壓縮機吸氣活門的途中，它的含熱量的增加量而言。這個增加量，較蒸發器的熱負荷稍高。

在選擇電動機和壓縮機轉數時，要考慮到使電動機的負荷接近正常負荷。所以在許多裝用同樣的壓縮機，但用於不同汽化溫度下的組合冷凍機中，或者採用不同的壓縮機轉數，或者裝用不同的電動機。‘壓縮機-凝結器’組最適用於三種溫度範圍：低於-20°C；

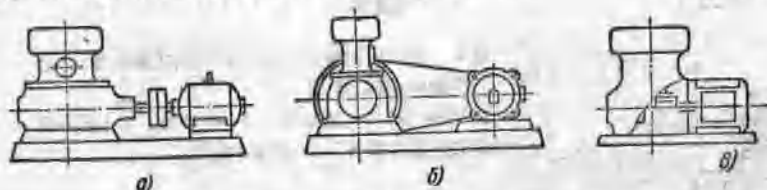


圖1 壓縮機組的簡圖：

a—電動機和壓縮機直接相連；b—壓縮機用三角皮帶傳動；c—密閉式壓縮機組。

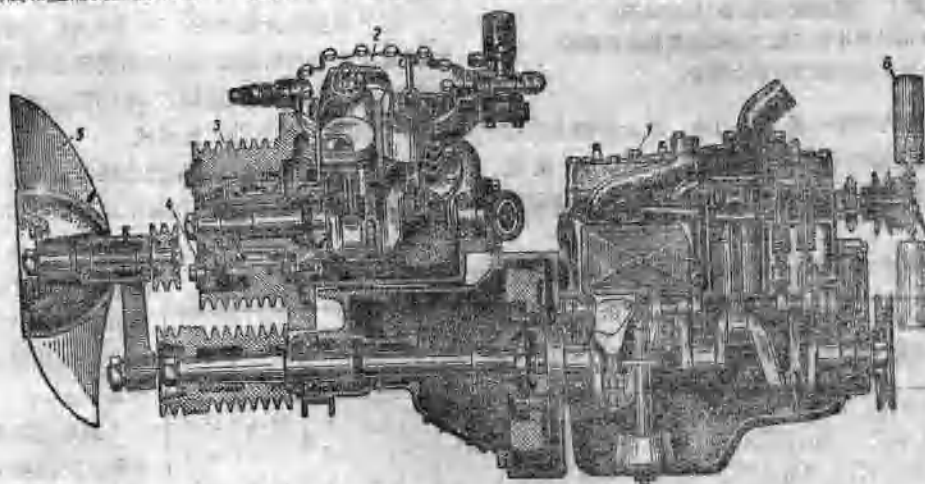


圖2 裝用V字形飛利昂壓縮機的引擎壓縮機組：

1—汽油引擎；2—飛利昂的壓縮機；3—飛輪；4—飛輪和曲軸的固定裝置；5—加強凝結器和壓縮機的冷卻用的風扇；6—加強引擎水箱的冷卻用的風扇。

SWT 89/1204

在 -5°C 以下;在 -5°C 以上。

組合冷凍機各部分的構造和組合法,看製冷能力的大小而異。在電動機的功率小於3馬力時,組合冷凍機中的凝結器用帶散熱片的管子做成,採用空氣冷卻法(圖3,a)。凝結器的外面圍有外套,以引導氣流。風扇固定在電動機的軸上,由於凝結器的體積太小,必須裝用一容器,容器放在底板的下面[1]。

電動機的功率在0.5馬力以上時,凝結器採用水冷法(用雙層管子做成的逆流式,外套管子式和外套蛇形管式),圖3,b所示為裝用外套管子式凝結器的組合冷凍機,凝結器裝在壓縮機的下面,逆流式凝結器(圖4)用一根套在另外一根內的銅管做成,盤成間隔很小的蛇形管,裝在組合冷凍機的前方,或者裝在壓縮機和電動機之間,這種凝結器也必須使用一容器。

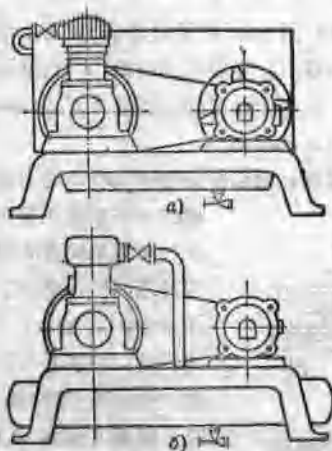


圖3 ‘壓縮機-凝結器’組的簡圖;

a—裝有用散熱片管子做成的凝結器的組合機器,
b—裝有外套式凝結器的組合機器。

在電動機的功率小於2馬力時,組合機器上皮帶拉力為自動調節的(利用電動機的重力或裝用一根拉簧)。活門的最小尺寸,凝結器連容器的容積(指冷凍劑

而言)和第一次需要加入的冷凍劑量都轉載於表1中[20]。

船用壓縮機的轉數,應該保持每分鐘在750轉以下,以減少由於船隻左右傾側時迴轉着的零件發生迴轉儀作用而引起的軸承磨耗。

在船用冷凍設備所用的組合機器中,壓縮機和凝結器的中心線應該與船隻的縱向中心線平行(圖5)。

壓縮機-凝結器系統(圖6)與相應的‘壓縮機-凝結器’組擁有同樣的優點,不同的地方,在於它的整個系統是在安裝地點裝配起來的。這種系統的應用範圍,

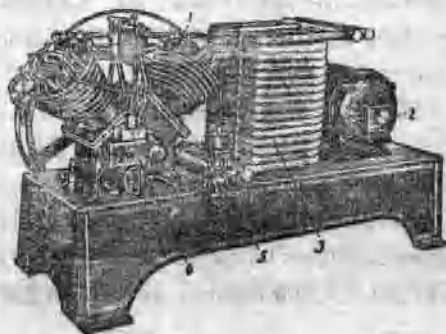


圖4 裝用由雙層管子做成的逆流式凝結器的‘壓縮機-凝結器’組;

1—壓縮機; 2—電動機; 3—凝結器; 4—壓力調節式超壓控制器; 5—流量調節器。

乃是一種中型和重型的冷凍機,它們在裝配以後,很難運輸。

屬於這種組合機器的,有‘壓縮機’工廠所出品的各種製冷能力和用途都不相同的雙級冷凍系統,由兩部壓縮機(低壓級和高壓級),兩部電動機,中間冷卻器(中間容器),和其他設備組成。

複合冷凍組包括冷凍劑的全部循環系統。它們做成一種封閉式的冷凍機。在家用冷藏和類似的器械中

應用很廣,由於它們佔用的地位很小,所以很適用於船隻的冷凍設備內,以使用鹽水溶液來冷卻貨艙。

裝用兩級壓縮機和複疊式壓縮機的這一類冷凍組,應用也很廣泛,它們大多數與冷藏房一起使用。

表1 標準法規CS/E107-43CIIIA所載‘壓縮機-凝結器’各部分的規格

各部分的名稱和規格	電動機功率(馬力)									
	1/5	1/4	1/3	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	5
容器體積(公升)	0.9	0.9	1.2	1.6	4.1	5.3	7.4	9.0	11.4	16.4
冷凍劑量(公升)	0.45	0.45	0.9	1.4	1.4	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
吸氣活門直徑(吋)	3/8	3/8	3/8	1/2	1/2	5/8	3/4	3/4	1 1/8	1 3/8
壓氣活門直徑(吋)	3/8	3/8	3/8	1/2	1/2	5/8	5/8	3/4	3/4	1 1/8
液體活門直徑(吋)	1/4	1/4	1/4	1/4	3/8	3/8	3/8	1/2	5/8	5/8

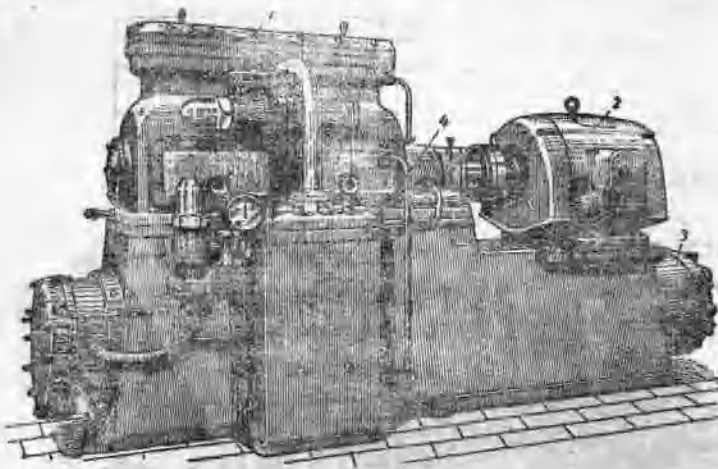


圖5 船用‘壓縮機-凝結器’組：

1—六缸阿摩尼亞壓縮機；2—電動機；3—凝結器；4—滑油分離器。

複合‘冷凍系統’是在安裝地點裝配起來的，用於製冷能力很大的冷凍設備內(圖7)。

採用複合冷凍系統，使冷凍設備的管理維護和自動化都能簡單化。

氟利昂的複合冷凍系統還有一個附帶的優點，那就是容易做到使滑油在每一系統內循環，並使它回到壓縮機的曲軸箱裏去。

在冷凍設備內有幾個複合冷凍系統時，它們相互間可以用一個共同的傳熱劑管路連起來，它們的冷凍劑管路則互不相連。

為了使管路簡化起見，在阿摩尼亞的複合冷凍系統內，蒸發器都裝在凝結器的下面，在氟利昂的複合冷凍系統內，看滑油回到壓縮機去的路線而定，有時將外套管子式蒸發器裝在凝結器的上面。

在把小型冷凍機或用於室溫調節的冷凍機組合起來裝在一塊底板上時，必須特別注意它們在工作時不發生擾音。

在組合冷凍機的製造方面，使用統一化部件的可能性極大。例如同樣的壓縮機可以用各種不同的轉速來工作，在冷凍機的製冷能力有擴大一倍的必要時，可以採用兩部同樣型式的壓縮機，仍用一個電動機和一個凝結器。為了減少凝結器的分類尺碼起見，一部壓縮機可以與兩個同樣的凝結器一起用，組合冷凍機的個別部分(壓縮機，器械等)可供各種不同的冷凍劑之用。統一化的密閉式壓縮機組可以用作各種不同的複合冷凍組的一個部分。除此以外，在各種分類尺碼的壓縮機或器械內，個別的部件也可以統一化起來。

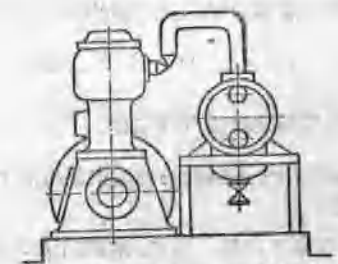


圖6 氟利昂‘壓縮機-凝結器’系統。

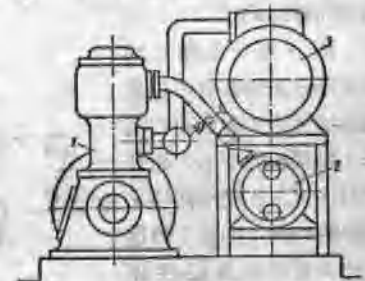


圖7 複合式冷凍系統：

1—壓縮機；2—凝結器；3—蒸發器。

透平壓縮機式組合冷凍機

透平壓縮機式組合冷凍機 所用的冷凍劑

在選擇用於透平壓縮機式組合冷凍機的冷凍劑時，主要以能夠減少壓縮機轉輪的隻數為原則。在一定的汽化溫度 t_0 和凝結溫度 t_k 之下，冷凍劑的分子量愈大，轉輪的隻數愈少，在高度的汽化溫度下(室溫調節)，一般使用氟利昂-11，以及氟利昂-21和113。在溫度不太高時，則使用氟利昂-114[10]。在低溫的透平壓縮機內，所用吸氣溫度遠較活瓣式壓縮機內為低(在這裏，氟利昂-12一直可以用到 $t_0 = -90^\circ\text{C}$)。有許多新的冷凍劑(氟利昂-22，125和143)已能很成功地用在低溫冷凍機內了。

透平壓縮機製冷能力的最低值，決定於通過進汽噴咀的冷凍劑蒸汽量(以體積計算)。在蒸汽量為800公升³/小時， $t_0 = +2^\circ\text{C}$ ， $t_k = +38^\circ\text{C}$ 時，透平壓縮機的製冷能力在各種冷凍劑下大約為：

冷凍劑	仟卡/小時
氟利昂-11	300 000
氟利昂-12	1000 000
氟利昂-21	400 000
氟利昂-113	200 000

透平壓縮機式組合冷凍機的各部分
透平壓縮機 在設計冷凍方面所用的透平壓縮機

時，要考慮到流過各壓縮級的蒸汽量是不同的。

採用氟利昂-11 的透平壓縮機在壓力比 $\frac{p_k}{p_0}$ 小於 5 時，用兩隻轉輪，在壓縮比 $\frac{p_k}{p_0}$ 小於 12 時，用三個轉輪，這些透平壓縮機的轉數與製冷能力的關係，見圖 8 所示。

在圖 9 中為一部新式的透平壓縮機式組合冷凍機，在圖 10 上轉載一部用於氟利昂-11 的透平壓縮機的剖面圖[15]。

圖 11 所示為轉軸的彈簧套式密封裝置，依靠轉動的靠板 1 和固定的襯套 2 相接觸的地方，達到密封作用。在壓縮機停止轉動的時候，彈簧 3 用很大的力量使襯套壓住靠板，以保證接縫的密接。在透平壓縮機工作時，有滑油進入彈簧套 4 和 5 的環狀空間內，以減輕襯套對於靠板的壓力，因此減少它們的磨耗，滑油由壓縮

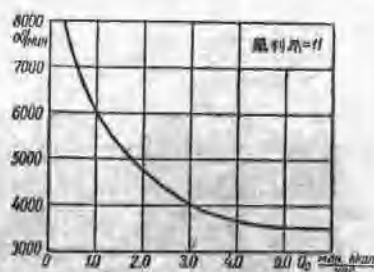


圖 8 氟利昂-11 透平壓縮機的轉數與製冷能力的關係。
об/мин—轉/分鐘； $мл. ккал./час$ —百萬千卡/小時。

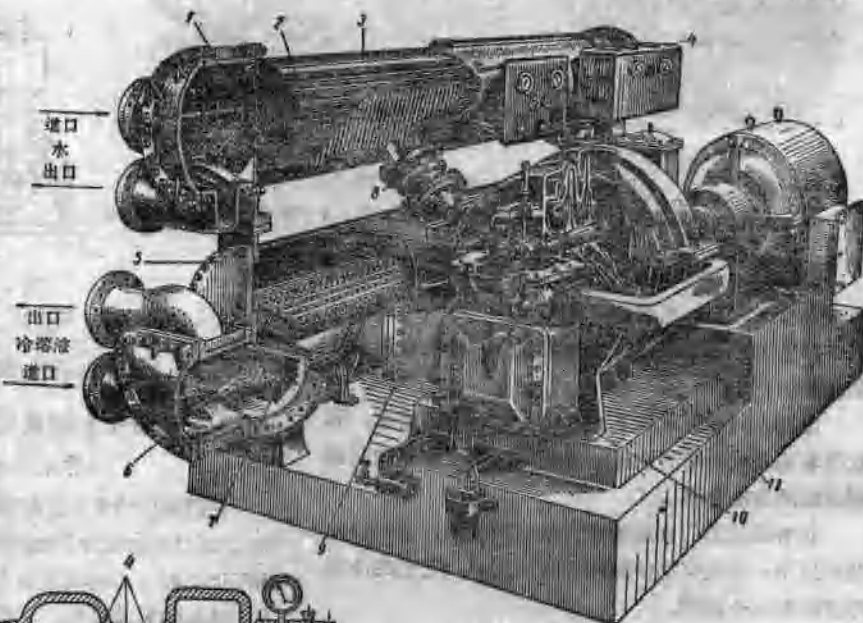


圖 9 氟利昂-11 所用的透平壓縮機式組合冷凍機：

1—管子支板；2—帶散熱片的管子；3—凝結器；4—空氣分離器；5—蒸發器；6—擋板；7—管子支板；8—增壓器；9—壓縮機吸氣口；10—滑油箱；11—軸承。

機的潤滑系統，在壓力下送到各發生摩擦的地方去。

冷凍機所用透平壓縮機的轉軸做得很堅固，可以受得住臨界轉速，這個轉速，要比壓縮機的正常轉速高好幾倍，轉輪的翼瓣向後彎曲，透平壓縮機的功率一般為 70~80%，最大效率發生於負荷接近正常製冷能力的 80% 時，因此在透平壓縮機製冷能力的調節範圍內，壓縮機軸

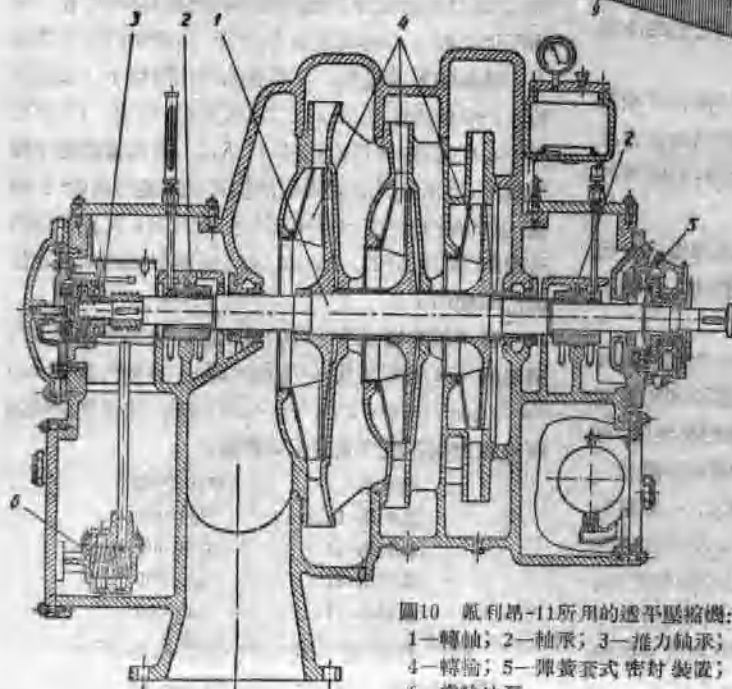


圖 10 氟利昂-11 所用的透平壓縮機：
1—轉軸；2—軸承；3—推力軸承；4—轉輪；5—彈簧套式密封裝置；6—齒輪油泵。

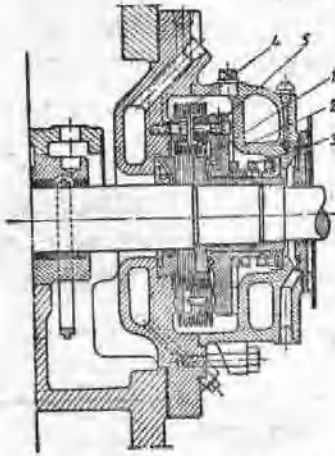


圖11 透平壓縮機轉軸的彈簧套式密封裝置。

是以高底效率而工作着。

氟利昂透平壓縮機轉輪圓周上的迴轉速度不能太高，因為氟利昂的聲速是很低的（在 120—180 公尺/秒左右）。

在有一種密閉式透平壓縮機的構造中，它的電動機放在冷凍劑蒸汽的氣氛內，這樣，壓縮機轉軸上的密封裝置就可以省去了。

主要器械 透平壓縮機式組合冷凍機所用凝結器和蒸發器在構造方面的特點看所用冷凍劑的蒸汽比容的大小而定^②。在管子排列很密的情況下，每分鐘壓入凝結器中的蒸汽體積，要比凝結器內蒸汽空間的容積大 60 倍以上（指氟利昂-11 而言）。迅速流動着的蒸汽帶走了管子表面上一部分不能凝結的氣體，並吹走了凝結液的液層。

由於蒸汽的汽流能夠把凝結面上的凝結層很快地除去，使導熱係數 α_0 隨着熱負荷 q_F 而增大（圖 12）。同樣的凝結器就不能用努先利搭—庫塔—拉特茲公式來計算了。

在透平壓縮機式組合冷凍機的凝結器內，照例使用帶散熱片的管子，散熱片是裝在靠冷凍劑那一面的。在一般所用的管子上，散熱片用滾軋法裝上去，它們的尺寸如下：內徑 19.8 公厘，到散熱片根部的直徑 15.9 公厘，散熱片外徑 19.0 公厘，散熱片的間距 1.6 公厘，管子外部表面和內部表面的比為 3.54，管子末端不裝散熱片的地方把直徑擴大到 19—20 公厘，這樣使凝結器內的管子在損壞後可以調換。

由於裝用了散熱片，按管子內部表面計算，熱量引除率達到了 17000 仟卡/公尺²小時；按管子外部表面計

算，達到了 4700 仟卡/公尺²小時。管子內的水速保持在 2.4 公尺/秒左右[21]。

凝結器和蒸發器的外套和法藍部分用鋼板做成，管子支板用銅合金作成。用鉚接法或電鍍法鉚在外套的法藍上，為避免銹蝕起見，在鋼質法藍和管子支板的接縫上蒙有一層橡皮墊圈。沿着管子縱長方向裝有橫隔板，以避免管子震動，在凝結器外套內又裝用縱長的隔板，組成空間，以為積集不能凝結的氣體之用。

在用於透平壓縮機式組合冷凍機的蒸發器內，由於液柱重量而產生的靜壓力不可太高，在 $t_0 = 0^\circ\text{C}$ 時，200 公厘的液柱高度將使汽化溫度在氟利昂-11 上提高 1.7°C ，在氟利昂-21 上提高 0.9°C ，在氟利昂-113 上提高 4.1°C 。在用於上述冷凍劑的組合冷凍機內，一般採用淋激式外套管子蒸發器，利用離心泵使冷凍劑在其中循環（參考第十五章）。

在若干構造中，蒸發器內只盛放少量冷凍劑，利用冷凍劑汽化時的起泡作用，使液態冷凍劑能夠浸沒上面幾排管子。在所生成的蒸汽體積非常龐大的情況下（最大可以達到擋板下的空間體積的 200 倍），強烈的汽化現象保證了高度的導熱係數 α_0 外部（圖 13）。熱負荷 q_F 按內部表面計算可達 13000 仟卡/公尺²小時，或按

外部表面計算可達 3700 仟卡/公尺²小時，上述蒸發器管子內的冷却水流速保持在 2.4 公尺/秒左右。

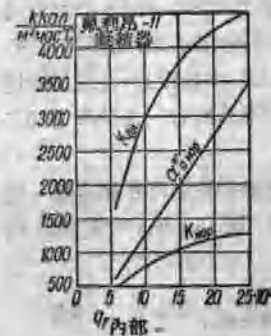


圖12 導熱係數 α'' 和傳熱係數 $k_{外}$ 和 $k_{內}$ 的數值，在高度的水速和蒸汽流速下，根據氟利昂-11 所用凝結器內散熱片式管子的外部和內部表面測繪而成。
 $\text{ккал/м}^2\text{час}^\circ\text{C}$ —仟卡/公尺²小時 $^\circ\text{C}$ ； $k_{外}$ —內部； $k_{內}$ —外部。

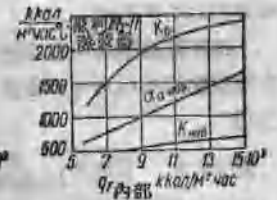


圖13 導熱係數 $\alpha_{外}$ 和傳熱係數 $k_{外}$ 和 $k_{內}$ 的數值，在高度的蒸發器熱負荷容量和高度的水速下，根據氟利昂所用蒸發器內散熱片管子外部和內部表面測繪而成。
 $\text{ккал/м}^2\text{час}^\circ\text{C}$ —仟卡/公尺²小時 $^\circ\text{C}$ ； $k_{外}$ —內部； $k_{內}$ —外部。

② 在 0°C 下氟利昂-11 的比容比氟利昂-12 大 7 倍比氟利昂-113 大 14 倍。

爲了防止蒸發器內的液滴被帶入吸氣管路內，蒸發器內裝用了擋板系統(圖9)。擋板內蒸汽的垂直速度在0.8~1.0公尺/秒之間，有時，在蒸發器外壳的上部裝有蛇形管，使冷凍液受到過度冷卻作用(圖14)。

在所有的透平壓縮機式組合冷凍機內，都使用兩級調節法，借助於裝在高壓端的浮子式調節活門(ΠPB高壓)，調節活門裝在蒸發器的外套內。在第一個調節活門內所生成的蒸汽，導入透平壓縮機的高壓級。

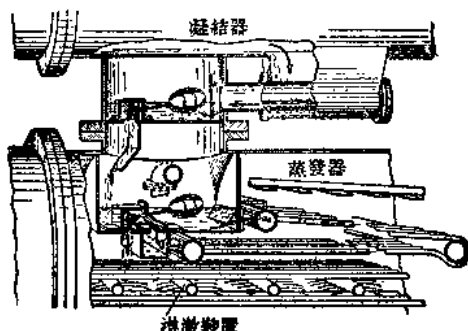


圖14 在兩級調節法中裝用浮子式調節活門和蛇形管的情形。

低壓冷凍劑所用透平壓縮機式組合冷凍機的空氣分離器擁有壓縮機一隻，從凝結器內吸取蒸汽和空氣的混合物，把它壓縮到高於大氣壓力。此後，在氟利昂凝結時，與空氣一起進入冷凍機內的水分也凝結下來，凝結水浮在液態氟利昂的上面，自此除去，氟利昂則進入蒸發器內。空氣分離器的壓縮機有一隻功率在0.5馬力左右的電動機。

透平壓縮機式組合冷凍機的外形尺寸和重量 組合冷凍機的外形尺寸和重量(圖15)在下列範圍以內[12]:

製冷能力 (仟卡/小時)	寬度B (公尺)	長度 (沿設備中線) (公尺)	高度H (公尺)	重量 (公斤)
從 300 000 到 3 000 000	從 2 200 到 4 300	從 4 500 到 5 000	從 1 800 到 3 200	從 8 000 到 30 000

這裏要說明的是:重量——包裝運輸重量,不帶電動機;製冷能力——在+4°C的汽化溫度下。

在總重爲25.7噸的組合冷凍機[12]內,各部分毛重(噸)如下:壓縮機——5.0;蒸汽管子——2.3;鋼結構——2.0;蒸發器——11.0;凝結器——5.0;氟利昂泵浦連傳動機構——0.4。

透平壓縮機式組合冷凍機的性能

曲線和製冷能力調節法

透平壓縮機式組合冷凍機有各種不同的性能曲

線。圖16所示爲 Q_0-t_0 性能曲線[27],是在 $t_0=$ 常數, $n=$ 常數的情況下,改變凝結溫度(曲線 t_K)而繪成的。在透平壓縮機的這根工作曲線上,左邊的最大值不是固定不變的,在絕熱壓縮過程中,每1000仟卡/小時的單位功率消耗量(馬力數)(曲線 $\frac{10^3 A_{\text{馬力}}}{Q_0}$)按類似的曲線形狀而改變,在透平壓縮機達到正常製冷能力的80~85%時,效率 η_a 的數值爲最大。製冷能力減小時,有效功率 N_e 也減小,單位功率消耗量則增加(曲線 $\frac{N_e}{Q_0}$)。

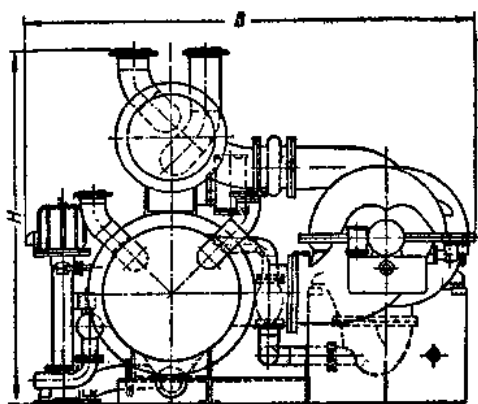


圖15 透平壓縮機式組合冷凍機的外形尺寸。

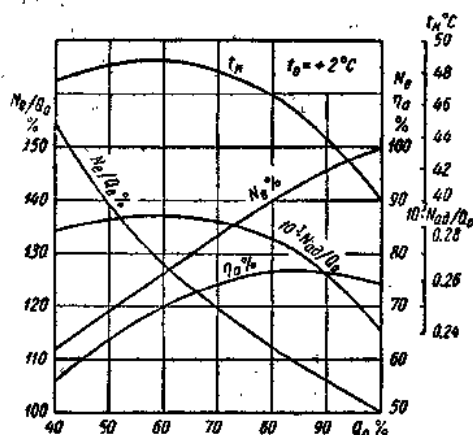


圖16 在 $t_0=$ 常數, $n=$ 常數時,透平壓縮機式組合冷凍機的性能曲線。

在組合冷凍機的工作過程中,傳熱劑的冷卻溫度必須能够不因熱量輸入量的多少而改變,因此,組合冷凍機的製冷能力就需要調節了。

採用改變壓縮機轉速的方法來按照熱量輸入量變動的情形而調節製冷能力時,汽化溫度 t_0 和凝結溫度

t_K 逐漸接近，絕熱過程中的單位功率消耗量顯著地降低(圖17)。有效功率的單位消耗量隨着絕熱效率的降低而越過了最小值，如果降低轉數的方法是在轉子線路內增加電阻，那末電動機的效率也將因此降低，所以電力功率的單位消耗量也越過了最小值，在熱量輸入量比較大時就開始上增了(曲線 $\frac{N_e}{Q_0}$)。

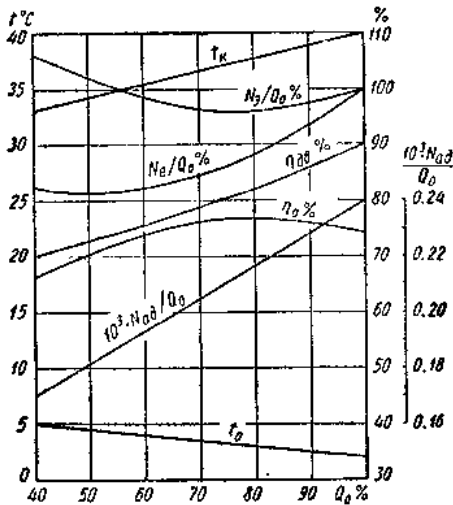


圖17 採用改變轉速的方法來調節製冷能力時，透平壓縮機式組合冷凍機的性能曲線。

降低透平壓縮機轉速的調節法，最適於壓縮機用蒸汽透平機帶動時，這種調節法在採用電力傳動時也可應用，因為透平壓縮機的轉速只要稍有改變，製冷能力就會減少很多。改變轉速的製冷能力調節法乃是最經濟的。

採用在吸氣線路內節制流量的方法，來調節製冷能力時，汽化溫度和凝結溫度也隨着熱量輸入量的減少而逐漸接近起來(圖18)。與吸氣壓力相應的公稱飽和溫度 t_D 急速降低，所以在透平壓縮機內，絕熱過程中的單位功率消耗量隨着製冷能力的減小而增加(曲線 $\frac{10^3 N_{ad}}{Q_0}$)，轉軸上的功率 N_e 降低，但是單位有效功率(曲線 $\frac{N_e}{Q_0}$)比單位絕熱功率還要增加得快些。電動機效率 η_{me} 在功率減小時變動很小，所以單位電力功率消耗量的改變情形與有效功率的單位消耗量相同，在吸氣線路內節制流量的製冷能力調節法，比改變壓縮機轉數的調節法不經濟些。

在熱負荷變動不大的情況下，有時可以採用改變壓縮壓力的方法來調節透平壓縮機的製冷能力(改變

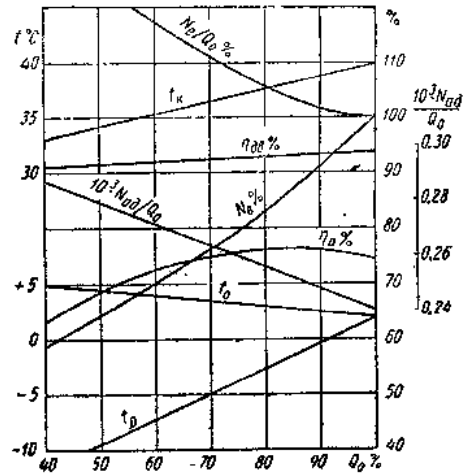


圖18 採用吸氣線路內節制流量的製冷能力調節法時，透平壓縮機式組合冷凍機的性能曲線。

凝結器的冷却水量)。這種調節法很不經濟，在性能曲線左面一段的範圍內，還可能引起工作不穩定的現象。這種方法最適於採用分級變速式電動機時(用於速度按級調節的情況下)。

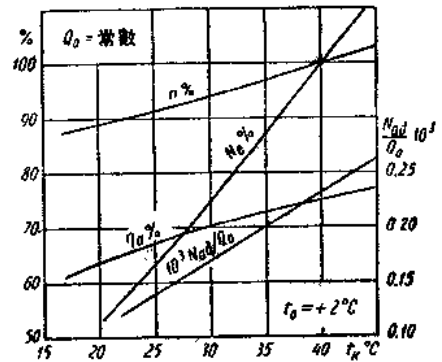


圖19 在改變凝結溫度 t_K ，不改變製冷能力 Q_0 仟卡/小時的情況下，透平壓縮機式組合冷凍機的性能曲線。

在凝結溫度按季節改變而熱負荷 Q_0 不改變的情況下，調節透平壓縮機的製冷能力時，也以採用改變轉速的方法為最好(圖19)。

家用冷藏櫃(電氣冰箱)

家用冷藏櫃的一般特點

新式的家用冷藏機都做成櫃子的樣子，用一塊水平的隔板分為兩格(圖20)；上面一格有一扇門，下面一格內裝置冷凍機。

冷凍機的開動和停止都是自動的，冷藏櫃的使用

若可按照需要來調整溫度調節器(看所保存的食物和室溫而定)。櫃內有照明電燈,在櫃門打開時,就會自動接上電源。

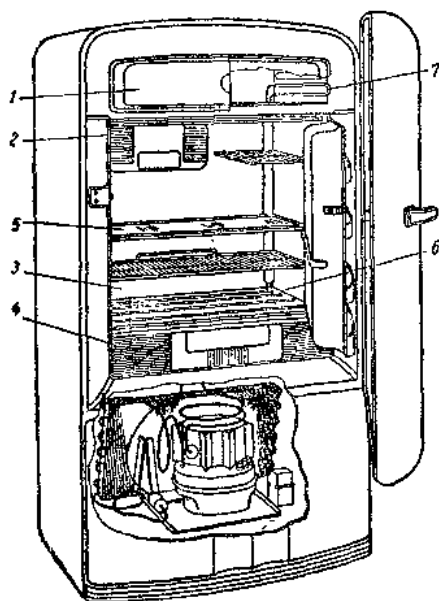


圖20 家用冷藏櫃:

1—製冰器; 2—放冰凍食物的區域; 3—溫度較高的區域; 4—放水菓的箱子; 5—玻璃隔板; 6—二次冷凍劑的蒸發器蛇形管; 7—二次冷凍劑的凝結器。

在使用方面對於冷藏櫃的要求: 要有溫度不同的區域; 要有溫度較高的區域; 溫度要有調節的可能性; 櫃內要有能够絕對保持清潔的可能性(轉角的地方要做成圓角, 燈光要亮, 內部的表面都要塗以白色搪瓷); 溫度較高區域必須不斷地有紫外光照射着[●]; 內部空間必須到處都能用手摸得到(隔板, 箱子等都是活動的); 結構必須堅固持久[●]; 櫃子外部的塗覆材料必須經久不變。

在使用方面對於壓縮式冷凍機的要求: 能够不間斷的工作多年, 毋需修理, 維護和調換滑油(30000小時以上); 各種系統必須為封閉式; 不發擾音; 沒有震動; 在嚴重的溫度條件下, 以及在電路內有較大的電壓降時(正常電壓的85%)也能正常地開動和工作; 冷凍機的工作循環要長, 起動電流要低。

在圖21和22中顯示着在有效體積為200公升的家用冷藏櫃中冷凍機工作時間係數 b_0 (%)和24小時內電力消耗量 K_{24} (仟瓦小時/24小時)的實用數值範圍[23]。

在圖23上顯示着上述兩個參數與冷藏櫃體積的

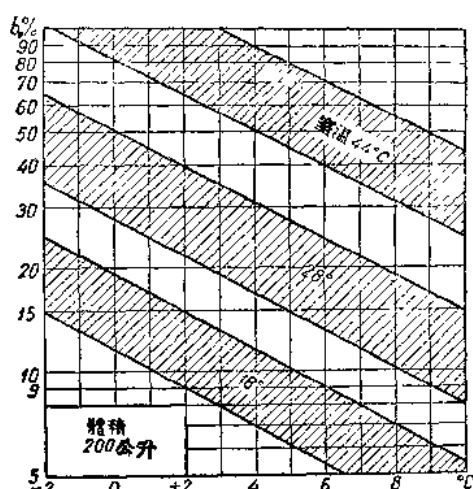


圖21 冷凍機工作時間係數 b_0 與櫃內溫度的關係。

關係。

裝用吸收式冷凍機的家用冷藏櫃, 只在發生器用煤氣預熱的情況下才是經濟的, 如果採用電力預熱, 則櫃內的電力消耗量要比有效體積相同的壓縮冷凍式冷藏櫃內的大5~15倍。

櫃子的構造

櫃子可以根據內部有效體積的大小(最大達到250公升)來分類, 也可以根據外殼表面的塗料(搪瓷或人

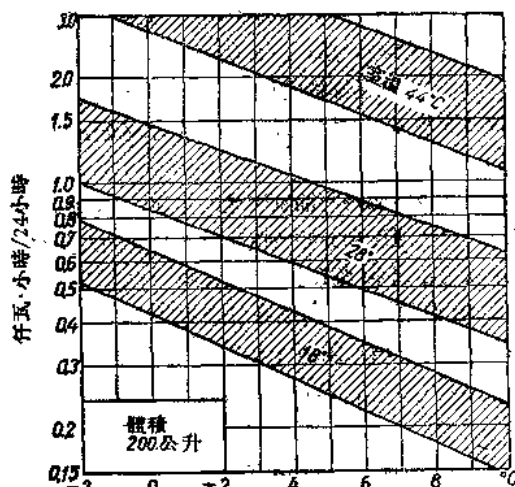


圖22 家用冷藏櫃內 24 小時電力消耗量 K_{24} 與櫃內溫度的關係。

- 紫外光能阻止微生物在櫃內生長(防止發霉)。
- 必須估計到冷藏櫃有搬運的必要性以及它的工作條件(在10~15年中每天櫃門要開閉到50次之多)。

造有機塗料)來分類。

新式的櫃子由一個銲接起來的外壳構成。在外壳的上半部內，放着一個也是銲接起來的內壳。壳子所用鋼板的厚度為0.8~1.2公厘，內外壳之間的空間(50~

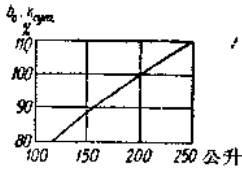


圖23 工作時間係數 b_0 和 24 小時內能量消耗量 K_{24} (%) 與櫃子有效體積 (公升) 的關係。

$c_{ym} \sim 24$ 小時。

90公厘)用絕熱材料填充起來。蒸發器大多放在櫃子有效體積的上半部內(圖20)，間或也放在下半部(圖24)。門的寬度與外壳寬度相同，門和內外壳接縫的地方，用塑膠質的直角狹條子蓋沒。

圖 25 為家用冷藏櫃櫃門的型式。

櫃子的有效體積有許多不同的用途。一般說來櫃內備有：用以凍結正方形小冰塊(位於蒸發器的範圍內)的製冰器；保存冷凍食物的箱子(在蒸發器的下方或旁邊)；溫度和溫度較高的區域，用以防止新鮮食物的乾蕪。保存水果的封閉箱子；紫外光燈(波長在 2540 恩格斯脫爾左右)。

製冰器用容易積集冰塊並且沒有氣味的材料做成(鋁、橡皮等)。每次製冰量看櫃子大小而定，總在 1.5~5.0 公斤的範圍內。

高濕度區域與櫃子中其他的空間用厚實的玻璃板隔開，或者有一扇特設的內門，或者由一隻蓋子很緊密的重箱子構成。在直接靠近冷凍蒸發器的區域內，不可能保持高度的濕度，為了保持高濕度起見，必須在高度

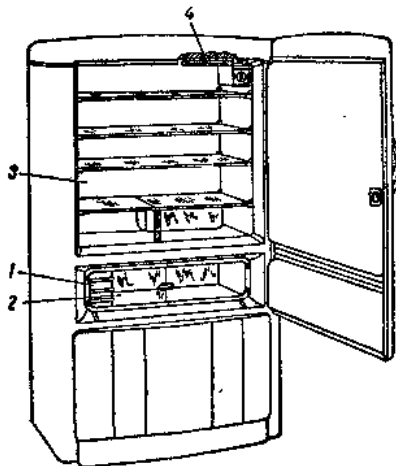


圖24 蒸發器放在下部的家用冷藏櫃：

- 1—蒸發器和製冰器；2—放冰凍食物的區域；
3—溫度較高的區域；4—紫外光燈。

的汽化溫度下備有廣大的冷卻面積。所以這個區域所佔櫃子的空間相當大，並且用一種‘二次’冷凍劑來冷卻，二次冷凍劑在一個封閉的系統內循環，整個系統由蒸發器或蛇形管和凝結器組成。這個凝結器裝在蒸發器或冷卻液管子的旁邊(圖26)。在拆卸冷凍機時應該毋需碰動二次冷凍劑的蛇形管。

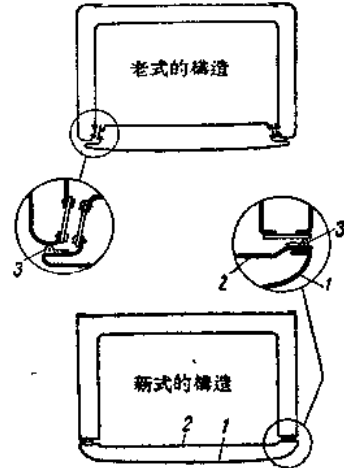


圖25 家用冷藏櫃櫃門的型式：

- 1—鋼質外板；2—塑膠內板；3—空心的橡皮蓋片。

櫃內的電氣附件(燈頭，電鈕)都應該採用密封式。五金配件(門鎖，鉸鍊)都與壁面和門面齊平，開啓櫃門時毋須費力，輕輕一推，就會開合。

外壳的各部分一般都用接觸銲法接合起來。在外壳外面需要塗覆搪瓷的情況下，銲縫應該放在櫃子上不塗白色搪瓷的地方。

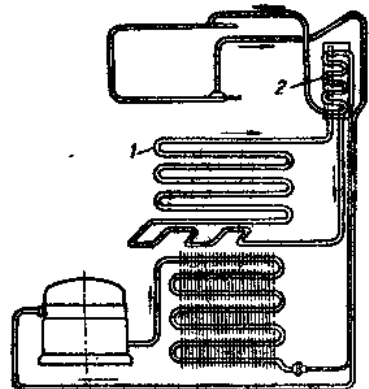


圖26 二次冷凍劑管路簡圖：

- 1—蒸發器或蛇形管；2—凝結器，利用經過循環後的液態冷凍劑作為冷卻劑。

最常用的家用冷藏櫃的主要規格如下：

櫃子的有效體積	100~250 公升
高	600~900 公厘
寬	450~600 公厘
深	375~400 公厘
外形尺寸：	
高	1200~1500 公厘
寬	600~800 公厘
深	650~675 公厘
隔板面積	0.7~1.3 公尺 ²
重量(連機器)	90~140 公斤

近年美國出品一種保存冷凍食品的家用冷藏櫃，能够保持 0°C 以下的溫度。這種型式的櫃子做成盒子或箱子的樣子，從上面打開來，或者做成與一般冷藏櫃相似的樣子。

〔櫃子的塗覆材料〕 櫃子內外殼的塗覆材料，應能應付非常艱難的工作條件^⑤。櫃子內殼的兩面，都用熔化點不高於 850°C 的搪瓷打底。爲了使體殼在吊起來加熱時不致變形起見，必須採用熔點較底的搪瓷。在體殼的內側再塗一層或兩層白色搪瓷；在體殼的底上則塗以耐酸的白色搪瓷，所塗搪瓷量的總重大約爲 600 克/公尺²；搪瓷塗覆層的反射能力大約爲光線的 80%，搪瓷塗覆層的厚度一般不可大於 0.6 公厘，因爲薄的搪瓷層善於承受變形。櫃子的外殼一般都用人造有機油漆塗抹三層。

在塗覆之前，外殼鐵板的表面要仔細地打刷乾淨，除去油跡，並塗以接合劑。

爲了使塗覆層光滑而發亮起見，它的底層和第一道面層都應該經過仔細地打擦。搪瓷塗在用整張鐵板彎成的外殼上，可以得到品質最好的塗覆層。

外部塗覆搪瓷的櫃子，主要是供炎熱而潮濕的地方用的。

櫃子的絕熱材料 家用冷藏櫃所用絕熱材料的工作條件，往往由於有潮氣自周圍的空氣侵入，並在溫度低於空氣的露點的材料層裏凝結而變得複雜起來。填充絕熱材料的空間，必須是密封的，以免周圍空氣的侵入。同時，這一個空間卻應該與櫃子內部的空間相通。

對於絕熱材料的要求如下：在乾燥和潮濕的情況下，都不會發生氣味；對於微生物和害蟲有抵抗力；在使用到一定時間和受到震動時都不會變質，導熱係數低小（大致在 0.03~0.04 仟卡/公尺·小時°C 範圍內）；比重很小（大致在 20~200 公斤/立方公尺範圍內）；不透水。

一般用作絕熱材料的爲：玻璃棉和礦渣棉；絨紋

紙；經過特別處理的木漿；帶有閉合細毛孔的人造有機材料（минор）等。絕熱材料時常用堅韌的雙層紙（如市線包皮紙之類）包成方形而堆築起來。爲了增加不透汽和不透水的性能，兩層紙張是用柏油黏合起來的，包好以後一般還在已融化的石蠟中浸過在櫃中堆築紙包將各包搭接使熱流難以從紙包接縫處侵入，散裝的絕熱材料，在裝入櫃子時要用空氣吹過，這種方法應用得並不廣泛，它的缺點是在運輸時和在使用的過程中會漸漸壓結。

在二次冷凍劑的蛇形管裝在櫃子的壁內時，可能侵入絕熱材料的潮氣，就在蛇形管上凝結下來了。在這個情況下，只要除去結在蒸發器上的白霜（除霜），就可以把潮氣去掉了，在內殼的壁上開有長縫，就是除霜時使用的。

沿了門框周圍沿着能導熱的接點漏進櫃內的熱量，估計大約爲每公尺周邊長度 0.1 仟卡/小時°C。

冷凍機放在櫃子的下面一格內，櫃底及後壁的絕熱材料應該厚一些。

家用冷藏櫃所用冷凍機的各部分

壓縮機 在現代的冷凍機內，壓縮機和電動機一起裝在一個封閉的（鋁成的）鋼壳子內。這種冷凍機所用的冷凍劑差不多都是氟利昂-12。

在蘇聯和歐洲，最常用的壓縮機轉數爲每分鐘 1500 轉，適應於週率爲 50 赫芝的交流電。壓縮機和電動機合用一根曲軸（偏心軸）。它的中心線或者是水平的，或者是垂直的。在採用垂直的中心線時，轉軸的下端與油泵的轉子相連。在轉軸爲水平時，大多採用滾動潤滑法，活塞式壓縮機的構造有多種式樣（圖 27 和 28）〔14〕。在雙缸壓縮機內，曲軸由偏心軸代替，連桿做成鐵叉的樣子，活塞直徑爲 20~25 公厘，不用活塞環，連

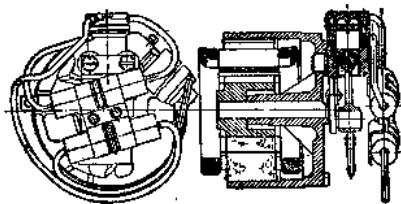


圖 27 家用冷藏櫃的組合壓縮機，由單相電動機帶動。

⑤ 在外殼的外部表面上溫度經常低於周圍空氣的溫度，有時且低於它的露點，如果蒙覆層上有一些很小的缺陷，空氣內的水蒸汽就會由此侵入達到鋼板的表面，鋼板在蒙覆層下面發生銹蝕破壞了鋼板和蒙覆層的聯系，同時損壞了蒙覆層的外觀。

桿都做成整根的，活門一般採用自動彈性式，用含碳 0.9~1.1% 的鋼料，經過冷軋、拋光的手續製成薄片（厚度為 0.1~0.2 公厘），再由此裁割而成〔16〕。

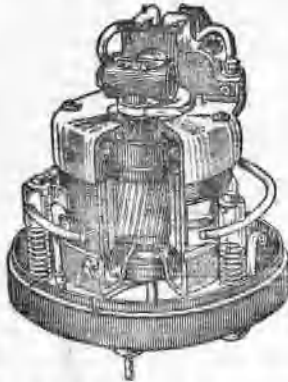


圖28 家用冷藏櫃的組合壓縮機，採用垂直的曲軸。

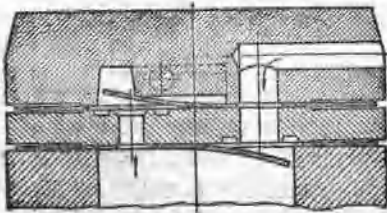


圖29 自動彈性式活門。

圖 29 中為無數活門構造中的一種（直徑為 25 公厘）。

迴轉壓縮機一般採用偏心式（圖 30），轉子和外殼之間的空隙在 5 公忽左右。壓縮機內凡是發生摩擦的

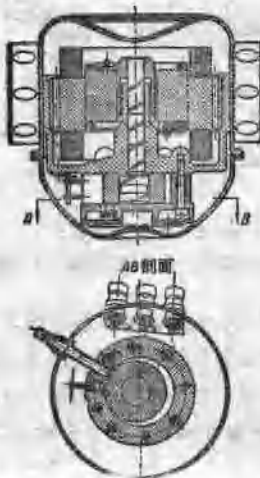


圖30 家用冷藏櫃的組合壓縮機，採用迴轉壓縮機。

零件表面，都要有高度的硬度（ $HRC > 60$ ）。

在組合壓縮機的外殼上備有鰭片，作為冷卻之用。熱量或者由電動機的鐵質固定子（圖 27 和 30）傳到外殼上，或者由滑油傳到外殼上去，滑油從壓縮機身子機體和馬達殼子內的油槽流進去，自內部瀰滿外殼。在外殼上裝有熱繼電器，能够在外殼太熱時使電動機停止轉動。

減輕壓縮機工作時所發擾聲的方法：把組合壓縮機裝在彈簧上（圖 28）；在從組合壓縮機接出來的管路上裝一兩個螺線捲簧；在壓縮機的兩條管路上裝用減聲器（圖 27 和 31）；在櫃子下面一格的內面蒙以絕聲材料。

電動機都採用單相短路式，可以直接接在照明的

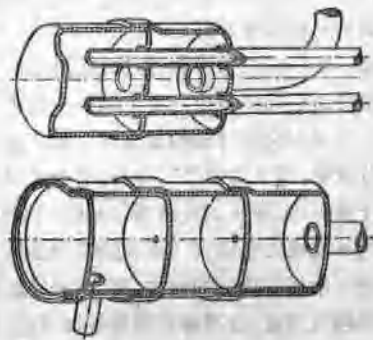


圖31 用於吸氣管和壓氣管子內的減聲器。

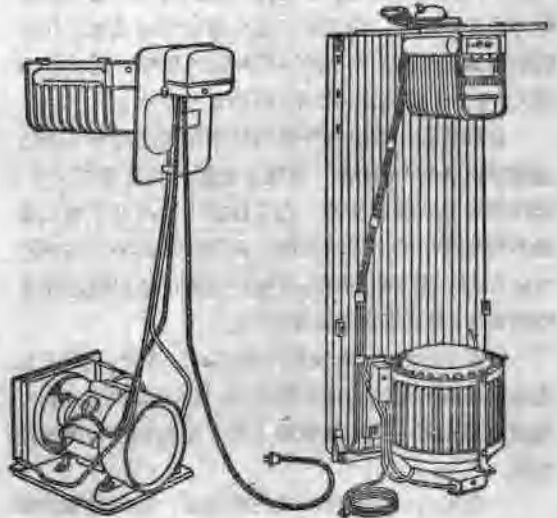


圖32 採用薄板式蒸發器和散熱片式凝結器的冷凍機在裝合後的情形。風扇和另外一隻電動機相連。

圖33 採用薄板式蒸發器和凝結器的冷凍機在裝合以後的情形。

電路上，定子繞組的絕緣材料應能同時抵抗冷凍劑和滑油的腐蝕作用。採用經過溶劑處理的雙層紗包絕緣，就可以滿足這個要求。至於繞組電線上的絕緣，有時可採用能抵禦冷凍劑侵蝕的瓷漆。

冷藏櫃的蒸發器時常用兩塊預先壓好凹槽的薄鋼板相互銲接而成(圖 26, 32 和 33)。蒸發器一般有一個支架，也是由冷凍劑加以冷卻的。在二氧化硫冷凍機的蒸發器內，要估計到會發生由於液體受到過熱而逐漸汽化的現象。壓力降低後，從調節活門出來的蒸汽和液體的混合物應該引入蒸發器下部內液面的下方。氟利昂蒸發器做成順流式。

壓縮機所吸入的蒸汽一般用於使液態冷凍劑在通往調節活門時冷卻下來，而蒸汽本身則受到過熱。為了達到這個目的，液體管子和吸氣管子在它們的整個長度內有幾處是互相用錫鉗焊牢的。

凝結器 凝結器採用散熱片式或採用薄板式，散熱片式凝結器所佔地面較小，可是需要一個專用的風扇(圖 32)。採用對流冷卻法的凝結器，應該擁有相當大的散熱片表面。為了加強冷卻作用，有時可以利用櫃子後壁的下降氣流。薄板式凝結器(圖 33)用兩塊預先壓好凹槽的薄鋼板銲合而成(銲住邊緣和凹槽之間的地方)，放置在沿櫃子後壁的地方。有時，凝結器用銲有蛇形管的薄鋼板做成，蛇形管是用鋼管彎成的。薄板式凝結器的優點為：相當大的一部分熱量是用輻射作用引除的；凝結器的容量大，因此在開動時可以緩和凝結壓力的波動現象，並且使一部分凝結熱可以在工作循環中凝結器不發生作用的一段時間內導除；薄板表面很大，代替了散熱片的作用，將熱量傳給空氣。

自動裝置 在液體管路內時常用流通斷面不變的節流器或者用‘毛細管’(直徑 1 公厘，長度達 5 公尺)來代替複雜的調節活門。在工作循環中凝結器或蒸發器不發生作用的一段時間內，凝結器和蒸發器內的壓力會自動減低下來。這樣，減輕冷凍機的原動機在開車時的負荷，並且省去了減壓活門。

在圖 34 中轉載着家用冷藏櫃的電路圖，圖 35 為這個電路圖內所用的起動繼電器。在電流減小時，鬆動地裝在樞軸 4 上的鐵軛就掉下來，把起動繞組的電路切斷。

冷藏櫃內裝用各種型式的熱電子，當蒸發器的壁溫、櫃內的空氣溫度、或兩個溫度同時改變時，發生作用，週期性地使冷凍機開動及停止。冷凍機由正常的工作情況下轉變到使蒸發器除霜的情況下，或者由此反過來轉變到正常的工作情況下，可以採用自動操縱法

(利用熱電子)或人工操縱法。除霜的方法是很多的。

三段吸收式冷凍機 在吸收式冷凍機中，只有一種連續作用的三段(阿摩尼亞—水—氫)冷凍機(圖 36)能用在家用冷藏櫃內，阿摩尼亞從發生器 1a 的左部出來，經過預餾器 6 和精餾器 7 進入凝結器。一部分阿摩尼亞在凝結器 2b 的下部液化了，然後在蒸發器的中部流入蒸發器 3。從凝結器 2b 出來的阿摩尼亞，則進入蒸發器的上部。把凝結器分為兩部分，就能使它的位置低一些，並且使櫃子的高度減小。蒸發器的下部用作製冰器，上部就是冷藏櫃的本身。汽化溫度沿着蒸發器的

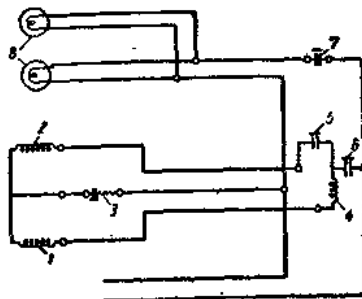


圖34 家用冷藏櫃的電路簡圖：

1—電動機的主要繞組；2—電動機的起動繞組；3—熱繼電器；4—起動繼電器的吸鐵線圈；5—起動繼電器的接觸點；6—溫度調節器的接觸點；7—櫃門上的接觸點；8—櫃內和溫度調節器刻度上的電燈。

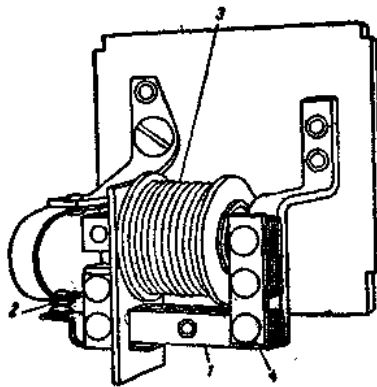


圖35 起動繼電器：

1—鐵芯；2—接觸點；3—吸鐵線圈；4—鐵芯的樞軸。

高度而提高，因此在製冰器的劇烈作用之下，櫃內仍能保持高溫度區域。氫氣從吸收器 4 出來，進入蒸發器下部的管子，與阿摩尼亞的蒸汽一起從上部的管子出來，然後沿着氣體熱量交換器 8 的中央管子降回吸收器內，氫氣的循環，是由於‘濃氣體’(含有大量的阿摩尼亞)和‘稀氣體’(含有大量的氫氣)在比重方面的差別

而起的。在冷凍機的頂部，有一只盛放氫氣的容器，濃溶液從吸收器流出來，經過再生式液體熱量交換器 9 和預餵器 6 進入發生器 1a，稀溶液借助於管子 10 裏面的氣泵作用（熱力虹吸管）從發生器的 1b 部分送入液氣分離器 11，由此自動流入熱量交換器 9 再導入冷卻器 12 和吸收器 4 [23]。

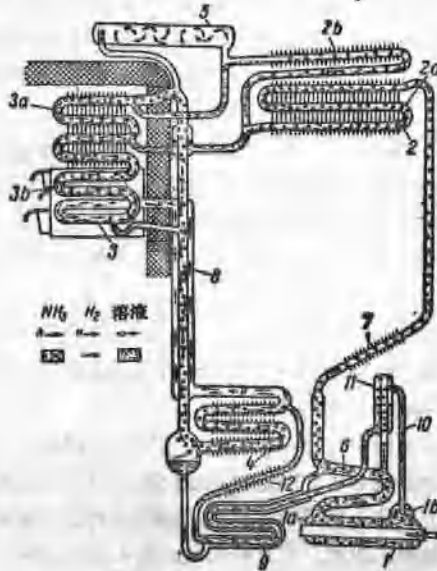


圖36 家用冷藏櫃的連續作用式三吸吸收式冷凍機簡圖。

在體積為 140 公升的冷藏櫃內，所用冷凍機大約需要加入阿摩尼亞 500 公分，水 1200 公分和氫氣 14 公分。

製造家用冷藏櫃的要點

製造家用冷藏櫃的要點，在於十分嚴格地檢驗材料，和十分精確地製造機器的個別部分，部件和零件。對於精確度要求最高的，乃是組合壓縮機的製造，這裏空隙的公差值，比 OCT 所規定的第一級精確度還要小很多。在某一工廠內，規定活塞和汽缸之間的空隙（直徑方向內），在汽缸直徑為 25.4 公厘時，應在 12.5—17.5 公忽的範圍以內，活塞直徑必須維持 40 公忽的公差，並把活塞分為 16 類，每一類的公差為 2.5 公忽 [16]。

在裝配冷凍機時，所用部件，零件和工具要求絕對清潔，並將油跡洗淨。用於銲接蒸發器和凝結器的銅板，應該在銲接前仔細地洗擦乾淨，因為在銲好以後，就不可能再清洗了。

在銲接管路的時候，為了避免氧化起見。機器內部的空間，應該充以氫氣或任何中性的氣體。

組合壓縮機上的鋼質固定聯結件（外壳跟吊耳，浮子的兩個半球，減壓器等）可以廣泛地使用紫銅或其他硬質鋁料（參看第五卷‘採用硬質鋁料的銲接法’）實行銲焊，銲焊在具有還元性氣氛的傳送式電爐內進行。

在製造壓縮機式冷凍機的過程中，注入冷凍劑以前的乾燥工作^②，乃是一個十分重要的手續。

乾燥時把加熱，抽真空，用乾空氣來吹等方法一起配合起來使用，並且還要經過相當的時間。

在加熱時，把整批冷凍機放在溫度為 120—135 °C 的爐子裏，溫度的高低看電動機所用絕緣體而定。爐內的真空壓力保持在 1—5 公厘水銀柱高的範圍以內，乾空氣在整個乾燥時間內不斷的沿着冷凍機吹過去，或者周期性地與抽真空的手續輪流執行。乾燥手續結束時把大氣壓力下的乾空氣注入機器，乾空氣的露點不要高於 -50 °C（所含濕度為 20—30 毫克/公斤或 25—40 毫克/標準公尺³乾空氣）乾燥的時間不要少於 4 小時。

要檢驗壓縮式冷凍機的乾燥手續是否執行得很好，可以選用下列方法的一種：在用乾空氣吹過冷凍機以進行乾燥手續時，可以根據空氣在吹過冷凍機後剛剛離開冷凍機時的露點來判斷乾燥的情況（露點應不高於 -40 °C）；在真空下進行乾燥手續時，可以在抽氣手續停止後，觀察冷凍機內的壓力（如果壓力增高，就是有潮氣存在的表示）；在冷凍機內注入冷凍劑後，可以根據冷凍劑內所含水分比原有含水量增加多少來判斷乾燥的情況，原有含水量根據自儲存罐中取出的樣品測定出來。

在空氣抽除後，再把用銲接法或鑄接法鑄成的銲機檢驗一下，看它們是否漏氣，然後把冷凍劑和滑油同時注入壓縮式冷凍機內，下面所述是近代所用灌注法中的一種^③：a) 在壓力作用下把滑油壓入冷凍機，此時空氣從用作加注冷凍劑的小管子（直徑 8 公厘）逸出；b) 開動壓縮機使它從蒸發器內吸取空氣，再把空氣自同一小管子壓至大氣中（吸氣時間為 5 分鐘）；c) 在小管子上接一只容積為 0.5 公升的注入液儲存罐，內盛氟利昂-12；液態氟利昂就在它本身重量的作用下流入冷凍機；d) 把冷凍機浸入熱水中，觀察有無滲漏的情況。

② 由於機器內部表面上有水分附着，使乾燥手續大為複雜，在工作中的冷凍機內，冷凍劑所含水分總是比保存在儲存罐內時高一些，在蒸發器內冷凍劑所含水分要比在容器內高 6—8 倍。美國的一些工廠能把冷凍劑的含水量在氟利昂冷凍機內保持在 0.003% 左右，在氟化甲基冷凍機內保持在 0.006% 左右。

③ 下述手續是當冷凍機在運輸帶上進行中執行的。

形；d)把冷凍機放入溫度為 $+30^{\circ}\text{C}$ 、空氣溫度為 $45\sim 50\%$ 的小室內，開動機器30分鐘；氟利昂蒸汽就在注入液儲存罐的壁內凝結起來，然後流入冷凍機，而空氣則積集在罐內，儲存罐在此起着空氣分離器的作用；e)把小管子封起來，將儲存罐送去回收其中所剩的氟利昂。採用這一個方法時，冷凍機內尚剩25標準公分³左右的空氣，一般認為這是合格的，因為很難把留在電動機紗包繞組內的剩餘空氣完全抽出來。

三段吸收式冷凍機在裝好後用空氣執行壓力試驗，在70個大氣壓之下試驗強度，在60個大氣壓之下試驗密接性，鉗縫上塗以肥皂水，以試驗是否漏氣。

在上漆乾燥之後，機器尚未涼透時，應作第二次試驗，然後在機器上罩以帶絕熱材料的外壳，把機器內部的空氣抽除。注入阿摩尼亞的水溶液，水和氫氣。然後，把機器放在溫度為 $+30^{\circ}\text{C}$ 的小室內，開動幾小時。在第二次試驗後，再在所有鉗縫上裹以潮濕的石蕊紙，重新檢查一次有無漏氣的情形。

材料和成品技術檢驗的要點

冷凍劑溫度的檢驗 在測定冷凍劑的溫度時，如果溫度在 0.003% 左右，可以採用使液態冷凍劑汽化，用五氧化二磷 P_2O_5 來吸收與冷凍劑蒸汽混在一起的水蒸汽的方法。

如果冷凍劑內所含濕度很大，那末在分析時有一部分濕度保持不汽化的狀態。這個時候，冷凍劑的溫度分析應該用聯合方法來做，一方面測定冷凍劑蒸汽內的水分，一方面測定保留在液態冷凍劑內的水分[11]。在測定液態 SO_2 的溫度時，如果溫度在 $0.001\sim 0.07\%$ 的範圍以內，採用測量液態冷凍劑導電性的方法，可以達到 0.001% 的精確度[13]。在氟利昂-12的蒸汽內，如果所含濕度低於 0.001% ，現在已發明一種方法，可以根據它們對於波長為 2.67 公忽的紅內線的吸收性能去測定溫度的多少。

材料無異性的檢驗 把絕熱材料放在一隻盛滿無鹽奶油的封閉玻璃罐內，試驗24小時，經過這一段時間後，奶油樣品在味覺或嗅覺方面都不應在嚐食時顯出怪味。

塗覆材料的光澤檢驗 檢驗的目的在於查驗塗覆材料是否為白色，樣品的光澤經過相當時間或經過人工時化手續後是否不起變化。檢驗時利用分光光度計，對於各種波長（從 0.4 到 0.7 公忽）的反射光線繪出滑順的強度曲線來，新的製作得很好的塗覆材料對於光譜中的各種顏色都能均勻地把投過來的光線中的 80% 反射回去。

如果塗覆材料的反射能力在光譜的各段上有不均勻的減弱現象，那就表示它的光澤有了改變。

良好的塗覆材料的樣品在經過一年後它的反射能力只減弱 5% （對於光譜中各種顏色的光線都是如此）。

外殼鋼板的檢驗 對於外殼的鋼板要檢驗它的表面的粗糙度。為了使塗覆材料牢固地附着於鋼板上。鋼板的表面必須相當粗糙，還要檢驗鋼板在塗烤抽瓷時是否會變得很軟。檢驗粗糙度的方法，乃是把鋼板表面的放大照片與標準的作一比較。

有時，為了要得到一定的粗糙度起見。在壓軋鋼板的最後一道手續內使用表面經過特別處理的軋滾，分幾次地軋成所需要的粗糙度。

檢驗鋼板是否會發軟的方法，乃是用一張尺寸為 65×280 公厘的試樣，把它兩頭架在支座上，支座之間的距離為 230 公厘，然後加熱，加熱溫度為 860°C ，歷10分鐘，最後在空氣中冷卻下來，用試樣的彎曲撓度作為判斷鋼料品質的標準。

冷凍機工作情況的檢驗 所有冷凍機都應該在有空氣調節裝置的室內進行試驗（室溫 $+30^{\circ}\text{C}$ ，濕度 $45\sim 50\%$ ）。試驗包括：很快地降低蒸發器的溫度，使蒸發器發生結霜的現象；在電路內電壓增高和減低的情況下開動冷凍機；在櫃內各種不同的溫度下開動冷凍機。

出廠的冷凍機還要在與外界聲音隔絕的室內進行噪音試驗。

冷藏櫃的使用試驗 作為典型樣品的冷藏櫃和從大批產品中抽出幾部來進行檢驗的樣品，應該經過長時期的試驗（至少一年）試驗在嚴重的情況下執行。例如在溫度為 $+30^{\circ}\text{C}$ ，濕度為 $90\sim 95\%$ 的室內，在櫃內溫度為 $+5^{\circ}\text{C}$ 時做試驗。冷藏櫃在試驗年度的第一個星期和最後一個星期內都在櫃門關閉的情況下工作。在其餘時間內，每星期的試驗計劃如下：關着門試驗——一晝夜；門在24小時內開40次，每次開30秒鐘——4晝夜；開着門——一晝夜；蒸發器在除霜情況下——一晝夜試驗時測量每晝夜的能量消耗量和工作時間係數，它們一年中不應有顯著增加。

冷凍機的自動化

自動冷凍機的工作過程和簡圖

冷凍機和冷凍設備在工作過程中自動化的目的和效用，要看它們的型式和製冷能力而定；小型冷凍機自動化的目的主要在於不用人來看管；大型冷凍機和整套設備自動化的目的，為在熱負荷（熱流量）變更的情

況下提高所保持的溫度的均勻度，自動化對於室溫調節設備尤其有重大的意義，因為在室溫調節方面所要求的就是要能够精確地保持所規定的空氣溫度和濕度。

家用冷藏櫃是完全自動化的，工作經年，毋需檢查與管理，小型冷凍機（‘商業型’冷凍機）也是完全自動化的。它們的自動裝置每年在換季前調整兩次。在大型冷凍設備內，一般都限於在人工管理的情況下把部分工作過程自動化。

自動冷凍機的製冷能力應該比最大的熱流量大一些，如果‘要冷凍機的製冷能力適應於減低的熱流量’，可以選用下列兩種方法中的一種：a)使冷凍機周期性斷續地工作着，依靠冷凍物的熱量惰性作用來減小其中溫度波動的情形；周期的久暫等於0.2~2.0小時；b)如果溫度的波動超過了容許範圍，那末可以採用調節壓縮機的能力的方法（逐漸地或分級地）。

在採用周期性工作法時，冷凍機工作的時間與整個周期的總時間之比，叫做工作時間係數 b_0 ，在表2中轉載着各種冷凍設備的工作時間係數。

表2 工作時間係數 b_0 的數值

冷凍設備的型式	一晝夜工作總時數	工作時間係數 b_0
人工管理的大型冷凍設備	14~21	0.6~0.9
小型自動設備	12~19	0.5~0.8
家用冷藏櫃	6~12	0.25~0.5

在冷凍機開動後，汽化溫度 t_0 ，凝結溫度 t_k ，冷凍物溫度 t （冷凍物等，以及和它們相應的壓力 p_0 及 p_k ，都是變動的，以它們在所調整好的熱量情況下的數值作為漸近值（圖37）。冷凍機的製冷能力和蒸發器及冷凍物的熱流也隨着時間而變化，每小時平均從冷凍物到蒸發器去的熱流的大小以及工作周期的久暫，都是看冷凍機開動和停止時，蒸發器內冷凍劑溫度 t_1 和 t_2 而定的。在圖38中表示着一張典型的自動冷凍機性能曲線，利用這種曲線根據所定熱流的大小和所要求的工作周期的久暫，就可以決定冷凍機的開動溫度 t_1 和停止溫度 t_2 〔6〕。

冷凍機自動化的原理簡圖有下面幾種：帶一隻蒸發器，不帶中間冷却器的；帶中間冷却器的；綜合的；多種溫度的；兩級冷凍機的高壓和低壓壓縮機各有一套傳動系統的；複疊式冷凍機的簡圖。

〔帶一隻蒸發器，不用傳熱劑間接冷却的冷凍機簡

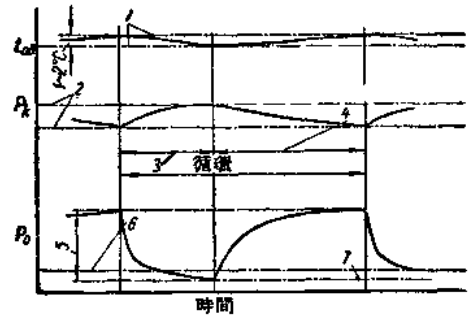


圖37 自動化冷凍設備內溫度和壓力波動的情況：
1—冷凍物溫度的波動範圍；2—凝結器內壓力的波動範圍；3—循環中的工作階段；4—循環中的不工作階段；5—壓力差；6—平均有效汽化壓力；7—開斷壓力。

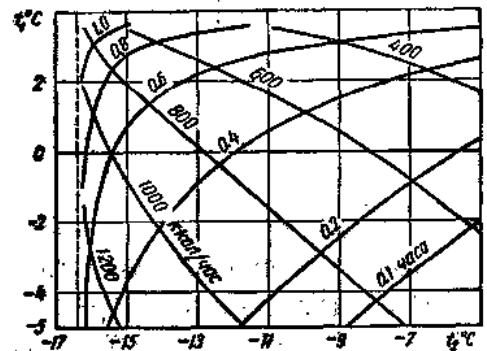


圖38 自動化冷凍機在按周期工作時的性能曲線。
kcal/h—仟卡/小時；h—小時。

圖〔採用直接蒸發法〕應用範圍——家用冷藏櫃、商業型冷凍機等（圖39）。自動調節滑門1保證了冷凍劑按應有數量進入蒸發器。水量調節器2（在採用水冷式凝結器時）管理水流的大小，在凝結器壓力增高時開放，壓縮機的開動和停止一般由壓力操縱式開關執行。在吸氣管內壓力達到一定範圍以後，壓力操縱式開關就會發生作用，冷凍物的溫度在此並無控制設備，它的數值隨熱流的大小而變動。由於季節變換而使熱流變動時，必須周期性地改變壓力操縱式開關的調節，如果冷凍物的溫度高於零度，那末壓縮機應在零上的汽化溫度下開動，以保證蒸發器不會結霜。在密封式冷凍機

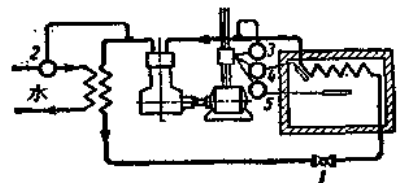


圖39 帶一隻蒸發器的自動冷凍機的原理簡圖。