

徐氏基金會科學函授學校

冷凍空調與電器修護科訓練教材(三)

(譯自美國國家技術學校函授教材)

王 洪 鎧 編譯

(六十一至六十五課合訂本)

- A61 商業用冷凍機之控制——第二部份
- A62 食品冷凍櫃之檢修
- A63 食品之凍結
- A64 製冰機械、飲水機
- A65 飲料之冷卻

徐氏基金會出版

徐氏基金會科學函授學校

冷凍空調與電器修護科訓練教材(三)

(譯自美國國家技術學校函授教材)

王 洪 鎧 編譯

(六十一至六十五課合訂本)

- A61 商業用冷凍機之控制——第二部份
- A62 食品冷凍櫃之檢修
- A63 食品之凍結
- A64 製冰機械、飲水機
- A65 飲料之冷卻

徐氏基金會出版

編譯者序言

由於人類的思考力與創造力永遠存在，使得文明不斷進步，工商經濟日趨繁榮；各色各式的機具乃告持續發明推展，其目的無非在造福人類，使生活過的更幸福舒適而已。惟繁榮進步之另一面，則對工程技術人員，業務推銷人員，以及教育訓練人員之需求殷切；這些人員，均需學識豐富，身懷一技之長者方能勝任；而且必須隨時代之進步不斷吸取並充實自己的學識方克有成。

求學識並不是一定要到學校去隨班聽課，事實上我們有許多業餘的時間和求學的方式可供選擇利用。徐氏基金會有感於此，乃創設科學函授學校，俾使任何有心向學，欲獲一技之長者能得到研習的機會。

本冷凍空調與電器修護科課程乃將歐美最優良之函授教材去蕪存菁編譯而成，全套計達八十冊，以每週研習一課計，約需一年半時間可望修畢。其內容為顧及一般學識程度，文句淺顯易懂，偏重實際應用，避免複雜之公式與理論；循序引導學員達於成功之境，所費極少而所獲極多，確是打開前途的最好方法，我們竭誠歡迎各位來參加函授學習的行列。

編譯者 王洪鑑 敬識

民國六十六年六月

冷凍空調與電器修護科訓練教材

課程總目錄

課目編號	課 程 名 稱	課目編號	課 程 名 稱
(一)A 1	冷凍空調與電器修護介紹	(四)A 41	窗型調氣機之檢修——第二部份
A 2	冷凍學基礎	A 42	減濕器與空調器之維護
A 3	熱與壓力原理	A 43	暖氣介紹
A 4	壓縮機	A 44	暖氣系統設計
A 5	膨脹閥	A 45	瓦斯燃燒火爐
(一)A 6	浮球閥、毛細管、凝結器、蒸發器	(四)A 46	燃油及瓦斯、油燃燒器
A 7	電的基本原理	A 47	蒸汽及熱水暖氣系統
A 8	磁與電磁學	A 48	個別加熱器的安裝與維護
A 9	交流電、變壓器、電阻與電容器	A 49	重責務型個別加熱器
A 10	含電容與電感的電路	A 50	中央系統空氣調節——系統及控制電路
(二)A 11	冷凍馬達控制	(四)A 51	中央系統空氣調節——冷卻設備及控制
A 12	電動機	A 52	箱型冷氣機
A 13	工具的使用和維護	A 53	空氣之分配
A 14	家庭電路電線的檢修	A 54	空調用風管
A 15	配線技術、變壓器作用	A 55	風扇與鼓風機
(四)A 16	交流原理、電器零件、開關電路	(四)A 56	商業用冷凍與冷藏
A 17	冷媒與潤滑油	A 57	壓縮機的分類及額定
A 18	冷媒與乾燥器	A 58	商業用冷凍系統凝結器
A 19	家用電冰箱箱體	A 59	商業用冷凍系統蒸發器
A 20	密封式電冰箱機組	A 60	商業用冷凍機之控制——第一部份
(四)A 21	冷凍用管件及工具	(四)A 61	商業用冷凍機之控制——第二部份
A 22	電阻電路、繼電器與馬達控制電路	A 62	食品冷凍櫃之檢修
A 23	電冰箱之維護——故障排除	A 63	食品之凍結
A 24	電冰箱之維護——電路系統檢驗	A 64	製冰機械、飲水機
A 25	電冰箱之維護——冷凍系統檢修	A 65	飲料之冷卻
(四)A 26	自動製冰機	(四)A 66	冷凍車輛
A 27	無霜電冰箱及冷凍櫃	A 67	商業用冷凍系統之安裝——第一部份
A 28	電路選擇及定時器	A 68	商業用冷凍系統之安裝——第二部份
A 29	吸收式冷凍系統——瓦斯冰箱	A 69	空氣線圖、熱泵、寒水空調系統
A 30	瓦斯冰箱的安裝與檢修	A 70	商業用冷凍系統之檢修
(四)A 31	基本冰箱檢修法	(四)A 71	電器檢修用儀錶
A 32	電冰箱之電路系統	A 72	密封機組分析器之操作
A 33	家用冷凍櫃的檢修	A 73	開創你自己的事業
A 34	空氣調節基礎	A 74	電晶體之基礎
A 35	空氣流動的測量	A 75	電晶體之組成
(四)A 36	空氣污染、空氣洗滌室及過濾網	(四)A 76	電晶體基本電路
A 37	空氣之清淨、微管洗滌室、電子空氣清潔器	A 77	電晶體控制電路——第一部份
A 38	居所舒適區域之空調	A 78	電晶體控制電路——第二部份
A 39	窗型調氣機之安裝	A 79	電晶體控制電路之測試與故障排除
A 40	窗型調氣機之檢修——第一部份	A 80	冷凍空調常用字典

目 錄

前 言	1	分配頭	26
感溫膨脹閥	1	壓力降分配頭	27
且有內部均壓膨脹閥的 作用	3	冷凍系統之平衡	28
多出口閥	4	壓力及溫度控制	29
感溫閥之充填	9	構造上的細節	30
氣體(蒸氣)充填感測元件	11	一般安裝指導	31
氣體(蒸氣)交叉充填 感測元件—吸附作用	13	接線和應用圖	34
液體交叉充填感測元件	14	自動熱瓦斯除霜控制	36
熱電(固態晶體)膨脹 閥	16	人工控制	37
壓力的機械限制	18	除霜的時間控制	38
遙置感溫球的安裝	19	置定時間控制	39
快速反應遙置感溫球及 井套	23	水調節閥	40
建議性的感溫球位置	24	室內冷卻恆溫器	41
		恆溫器的位置	42
		安裝及配線	43
		複習第61課	44

前 言

在本課中，我們繼續討論用於商業冷凍及空調系統上各種型的控制機件，讀者自本課再加上前一課的內容中，相信對一些重要的控制機件及其使用方式，必會獲得更進一步的理解。

我們打算先從感溫膨脹閥談起，然後再及於其他的控制應用方面。

感溫膨脹閥

感溫膨脹閥，簡寫為TXV，是目前使用得最廣泛的一種冷媒計量自動控制機件，它能夠隨時調整液體冷媒進入蒸發器之量，恰如負荷之所需，也就是進給率能配合液體冷媒在蒸發器中的需要蒸發率。

具有內部均壓膨脹閥的作用

操縱感溫膨脹閥動作的三個因素是：(1)靠着遙置感溫球使得在動力組件中所產生的壓力；(2)蒸發器壓力；及(3)等效過熱彈簧的壓力。

單出口感溫膨脹閥的兩種型式為：(1)具有內部均壓的感溫膨脹閥；和(2)具有外部均壓的感溫膨脹閥。我們擬先討論前者。

10°的過熱狀況 參考圖1，為一用在蒸發器上的內部均壓感溫膨脹閥，冷媒R-12在蒸發器內，以40 F溫度蒸發，或壓力為37psig；但在蒸發器出口處的溫度為50F，即已有10 F的過熱。由於感溫球內充填的液體是和用於系統內同一

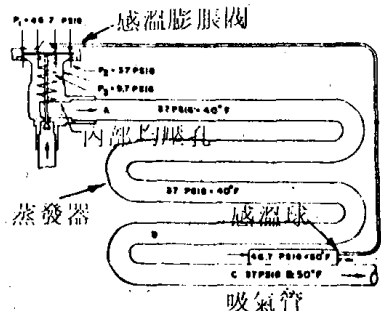


圖1 內部均壓感溫膨脹閥，無壓力降。

的冷媒 (R-12)，其對應溫度的壓力將遵從該冷媒飽和壓力及溫度的特性，因為此時感溫球內仍有液體，未完全蒸發。

當感溫球內的液體溫度為 50 F，則球內以及動力組件內，或膜片上方的壓力是 46.7 psig，這是一種把膜片向下壓準備開閥

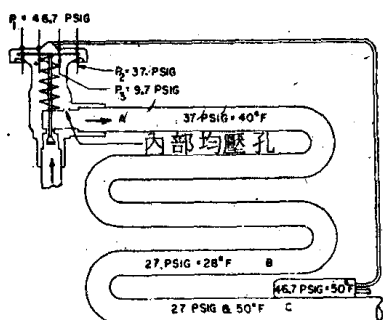


圖 2 內部均壓的感溫膨脹閥
10 PSI 的壓力降

的壓力。但在膜片下方欲關閥的力量是蒸發器壓力 37 psig，再加上過熱彈簧於置定 10 F 過熱時向上施加的 9.7 psig 的壓力，合起來共計 $37 + 9.7 = 46.7$ psig 的壓力。此時，膜片上下方的壓力相等，均為 46.7 psig，閥在平衡的狀態。

但是如果負荷變動，譬如使出口的過熱增高時，將導致膨脹閥的閥針有開大方向位移的趨向。反之，如使出口過熱降低，又導致膨脹閥有關小的趨向。

不論任何影響使得蒸氣通過蒸發器的壓力降低，譬如使用 R-12，於空調範圍內超過 $2\frac{1}{2}$ psi，或在食品冷凍範圍內超過 $\frac{1}{2}$ psi，均將使膨脹閥處於相當“限制”的位置，並減小了系統的容量，除非感溫膨脹閥配備有一外部均壓管時才能改善。

22° 過熱狀況 例如，在圖 2 中，蒸發器由一有內部均壓管的感溫膨脹閥供給冷媒，且在蒸發器內有一可量度的 10 psi 的壓力降。在 C 點的壓力為 27 psig，或較之在閥出口的 A 點壓力低落了 10 psi。於 A 點，37 psig 的壓力作用於閥內膜片的下方，使朝向關閉的方向移動。

當閥彈簧置於相當於 10 F 過熱的壓力，或說為 9.7 psig 的壓力時，所需膜片上方使能平衡下方之壓力為 $37 + 9.7$ 或說是 46.7 psig。此種壓力相應的飽和溫度為 50 F。

顯然於 C 點的冷媒溫度必須等於 50 F，閥才能平衡，但實際只有 27 psig，對應的飽和溫度為 28 F，故需要 50 F - 28 F

或 22 F 的過熱度才能開啓膨脹閥。

此從原來 10 F 到 22 F 過熱溫度的增加，需要更大的蒸發器表面積去產生這種較高的過熱溫度。因之，可用之以使冷媒吸收潛熱蒸發的表面積便相對的減少；結果，蒸發器在所需過熱到達之前已出現冷媒不足現象。

由於跨蒸發器有壓力降，導致這種高過熱的狀況，且因為摩擦之故，上述狀況隨負荷而增加，這種“限制”或“冷媒不足”效應，當在對感溫膨脹閥容量要求最大之際，却反而增加。

具有外部均壓膨脹閥的作用

為求補償通過蒸發器過大的壓力降，感溫膨脹閥必須為一種外部均壓型，其均壓管可任接到蒸發器上超過最大壓力降之點上，或是接到吸氣管上超過感溫球所在位置之點上。通常都採用後者的接法，見圖 3。

如果採用外部均壓的感溫膨脹閥，且均壓管的連接如圖 3 所示，膜片下方就能得到蒸發器的出口壓力。此時施予閥膜片上的操動壓力已不受任何通過蒸發器壓力降效應的影響，因而膨脹閥將僅對離蒸發器冷媒氣體的過熱度而操作。

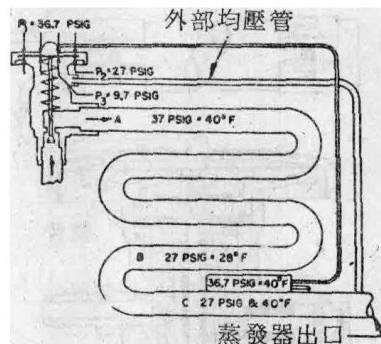


圖 3 外部均壓管膨脹閥，
10 PSI 壓力降。

當一具有外部均壓特徵感溫膨脹閥的系統，發生有同樣壓力降的狀況（見圖 3），當然冷媒通過管路一定會有壓力降，不過，膜片下方的壓力此時却是與蒸發器出口處同樣的壓力，而不是如內部均壓閥，膜片下方是蒸發器入口的壓力。（圖 3 中，膜片下方是 27 psig 的壓力，與 C 點相同。）

膜片上方所需的平衡壓力為 $27 + 9.7$ 或 36.7 psig，此壓力對應於 40 F 的飽和溫度，而所需過熱為 $40 F - 28 F$ 或 12 F。

使用了外部均壓，能把所需過熱由 22 F 減到 12 F。因之，一套使用外部均壓的系統，具有可量度的壓力降的蒸發器者，其容量較之使用內部均壓的膨脹閥者為大。

當通過蒸發器的壓力降超過了以上所說明的限制，或是在蒸發器入口處使用了一壓力降型的冷媒分配器，則感溫膨脹閥必定要用具有外部均壓特性者，以求獲得良好的作用。

多出口閥

有另外一種型式的膨脹閥稱為多出口膨脹閥，其剖面圖如圖 4 所示。

與圖 5 所示的單出口膨脹閥比較，多出口感溫膨脹閥中具有冷媒分配的特性。文氏管形的通道能獲得最大的分配效率却具有最小的壓力降。由於無論膨脹及分配二者均在閥內發生，此保證有一均勻的冷媒液體氣體混合體到達蒸發器的每一通路上。

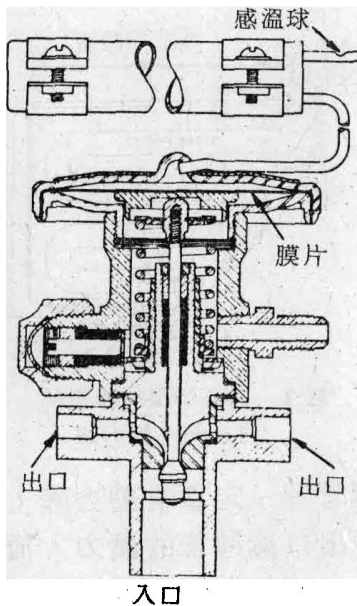


圖 4 多出口感溫膨脹閥

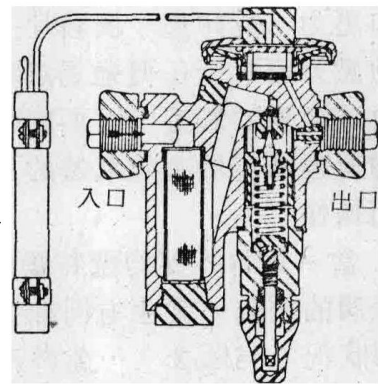


圖 5 單出口感溫膨脹閥

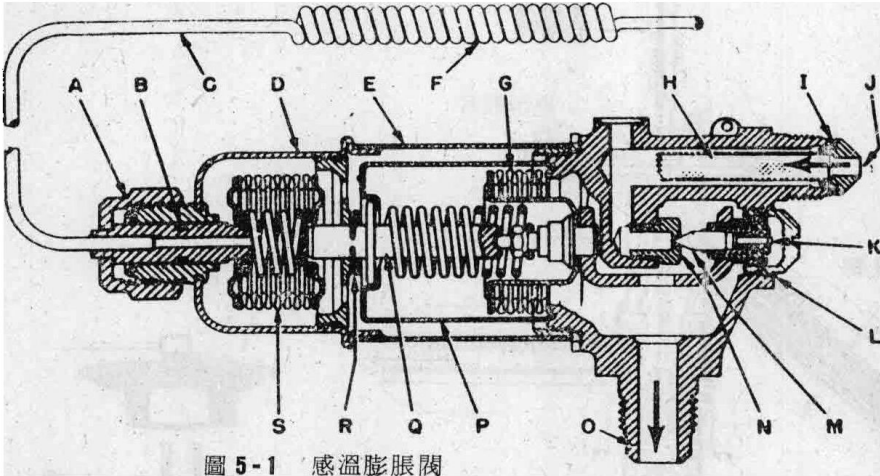


圖 5-1 感溫膨脹閥

A—調整螺帽，B—密封環，C—毛細管，D—摺箱室，E—室間隔筒，
 F—感溫球，G—閥體摺箱，H—過濾網，I—密合墊，J—冷媒入口，
 K—針嘴梢，L—密封件，M—針嘴，N—閥座，O—蒸發器接口，
 P—內間隔筒，Q—間隔筒桿，R—扣環，S—感溫摺箱。

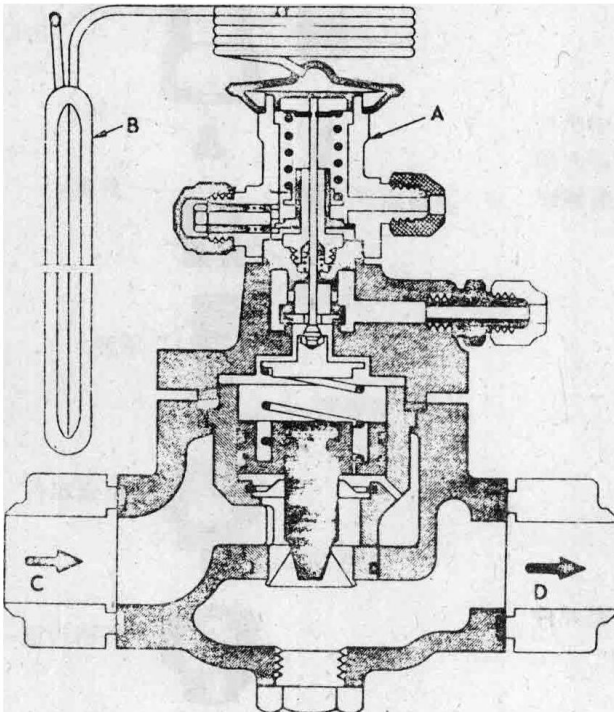


圖 5-2 一嚮導控制感溫膨脹閥。

A—嚮導閥體。
 B—感溫球。
 C—液冷媒入。
 D—連接到蒸發器。

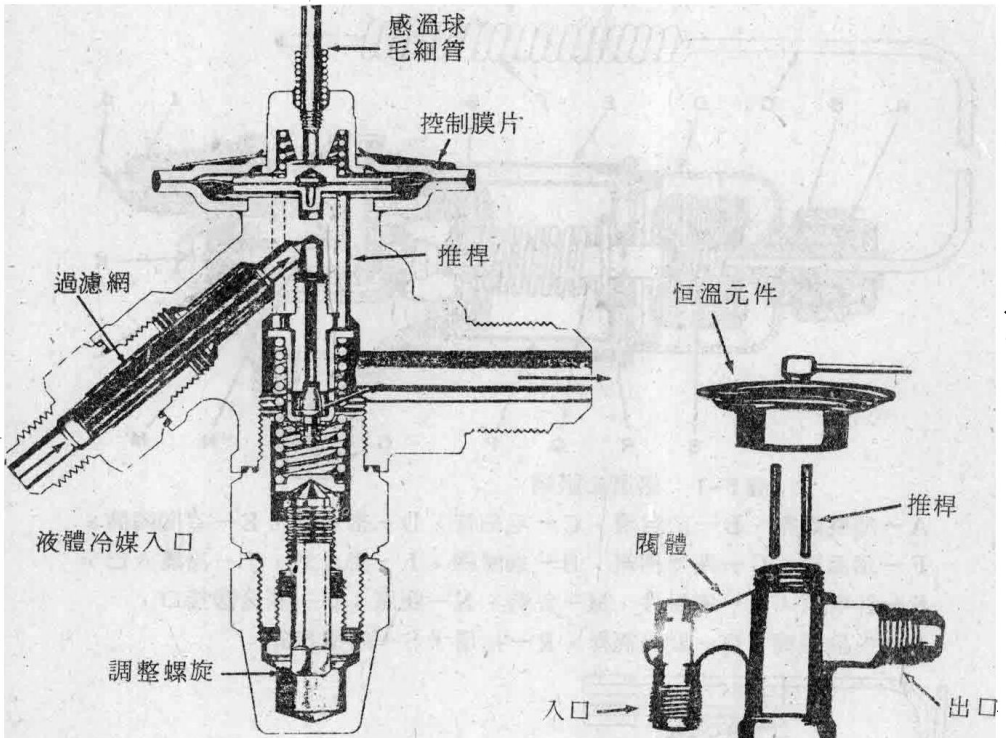


圖 5-3 膜片式感溫膨脹閥使用喇叭口方式接管。轉動調整螺旋入減少冷媒通過量，轉動調整螺旋出增多冷媒通過量。

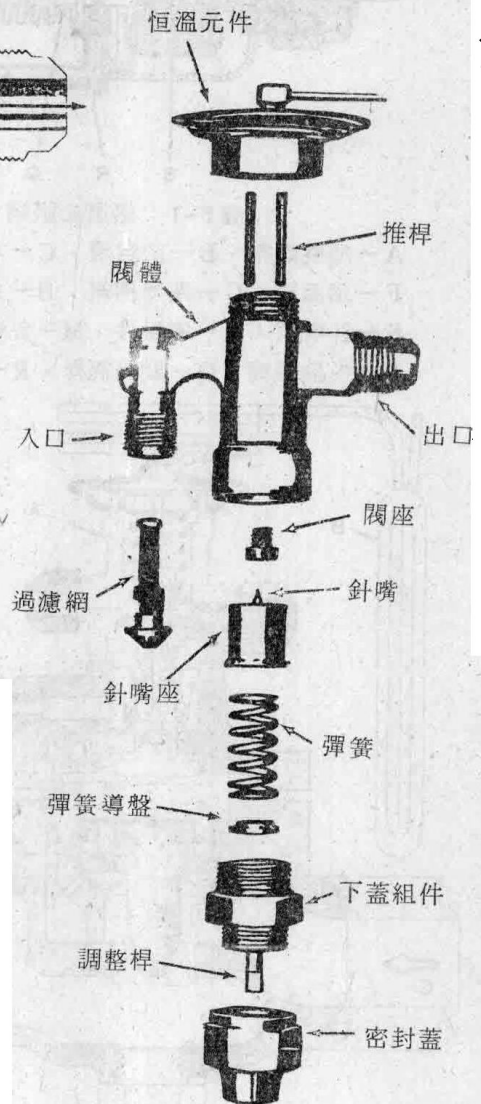


圖 5-4 感溫膨脹的組成部份恒溫元件是用螺旋接口到閥體的。

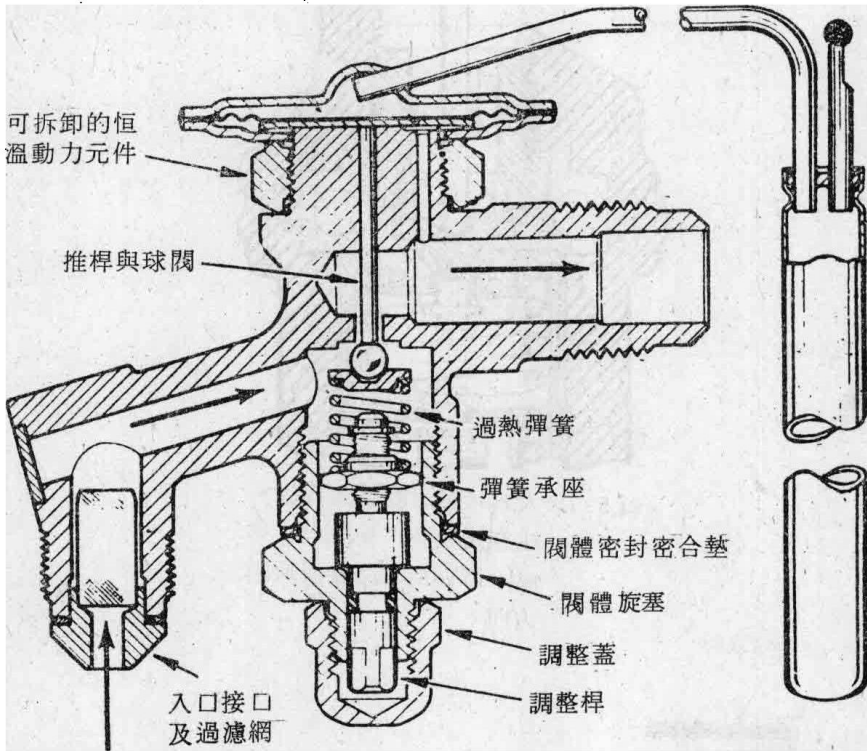


圖 5-5 膜片型感溫膨脹閥，注意用鋼珠代替了針嘴閥。

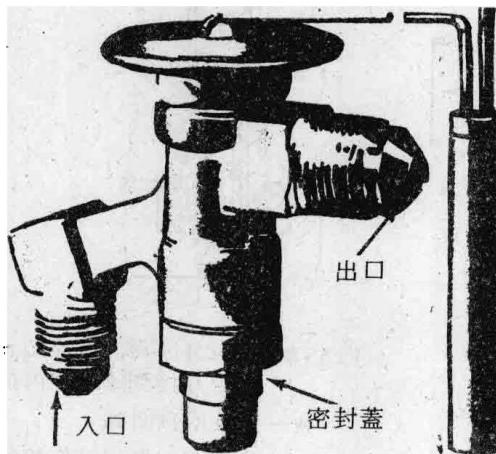


圖 5-6 圖 5-5 的外觀圖

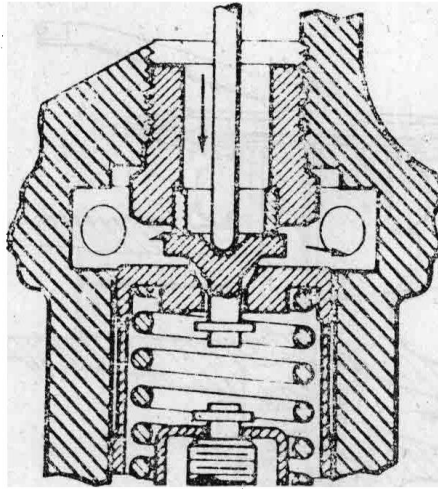


圖 5-7 大容量感溫膨脹閥孔口，注意閥及閥座均由平面形成，箭頭指示冷媒流動的方向。

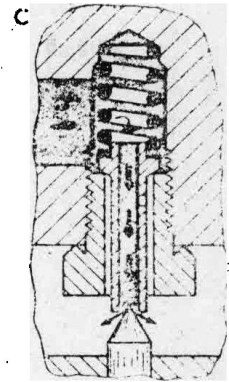
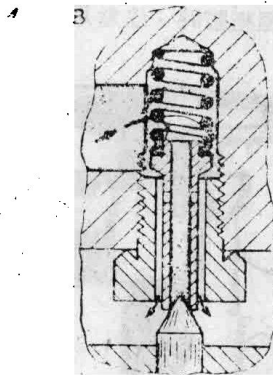
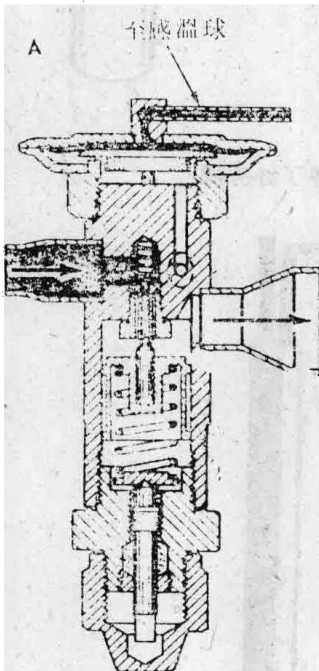


圖 5-8 具有分供閥的膜片型感溫膨脹閥，膜片上方接到感溫球內的壓力。

A—全閥的剖面圖。

B—分供閥起作用可作快速的壓力平衡。

C—針嘴閥在正常工作情形。

阿摩尼亞膨脹閥

圖 5 示—阿摩尼亞用感溫膨脹閥，其構造及作用與他種冷媒是一樣的。它係用鐵金屬製成；且常利用排出管置於閥之出口處作為膨脹的第二點，以減小閥針及閥座的變形，因之也延長了閥的壽命。靠着使用排出管，閥內油之凍凝也可以減到最小程度。

感溫閥之充填

表 1 列舉各種閥之充填，如果選用及裝置適當，對於某一特定用途上，能增進及配合閥之動作性能。在閥之充填方面，一般分成液體充填，氣體充填，及液體交叉充填 (liquid cross charge) 等三類。

液體充填的感測元件

液體充填的感溫球內充填了與用於系統內同一種的冷媒，是故，閥能夠維持一穩定的過熱置定值，即使低壓側的壓力和溫度改變時也是如此。

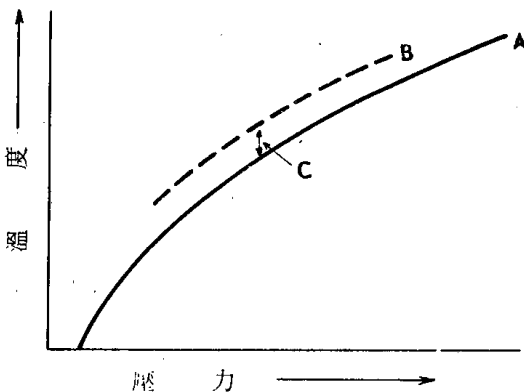
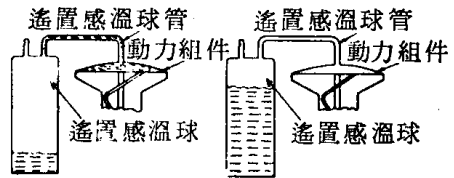


圖 6-1 一液體充填恒溫的膨脹閥過熱。
A—系統中冷媒的蒸氣壓力。
B—感溫球內的蒸氣壓力。
C—過熱度 (通常 10 F (5.6 C))



液體充填體超過了動力頭和遙置感溫球管的聯合容積，因之在遙置感溫球中常有一部份液體存留。

圖 6 液體充填的感溫膨脹閥

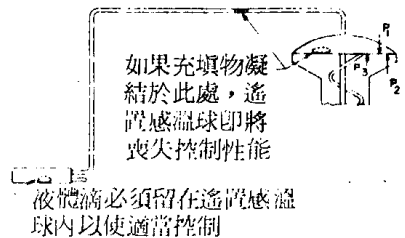


圖 7 氣體充填的感溫膨脹閥

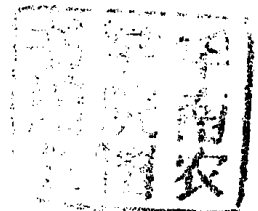


表 1

感溫膨脹閥充填

範圍 (蒸發溫度)	充填型式	應用範例	冷 媒				
			R-12 +(黃)	R-22 +(綠)	氯甲烷 +(紅)	克銳里-7 +(橘)	丙 烷 +(黑)
30 F 至 50 F	氣體 新改良的液 體充填 低溫度交叉 充填	空氣調節 寒水機組等 工業用冷凍 商業陳列櫃，冷風機等 出租冷藏庫，凍結櫃， 凍硬室，電冰箱等。	充 填 標 號				
0 F 及以上			*55 MOP FG F FZ	*100 MOP HG H HZ	*55 MOP MG M MZ	*65 MOP CG C CZ	*100 MOP PG P PZ
0 F 至 40 F							
“X” 充 填 (ZZ 閥)							
40 F 及以下	極低溫 交叉充填	高空飛行模擬室， 科學設備， 工業過程，等。	FX	HX		PX	

* M.O.P. 為最大工作壓力，上面所示者為標準值。
+ 各牌顏色用以分辨冷媒品種者。

在液體充填的感溫球中，液體量足夠，使得無論在任何種溫度下，感溫球內常留有一些液體冷媒。

感測元件將常能控制感溫閥的動作，即使閥體溫度較低於感測元件溫度時也是如此。

當蒸發器溫度下降，過熱量也增加。

當自通常的周圍溫度拉低時，閥可能導致蒸發器有一些泛溢。

這種元件的應用溫度範圍設計得約自 -20 至 $+40\text{F}$ (-28.9 至 $+4.4\text{C}$)。

空氣調節上常使用這種形式的膨脹閥。然而，普通的冷凍系統也可以使用它。

氣體(蒸氣)充填感測元件

氣體充填的感溫膨脹閥，示如圖 7 中，所充填的物體亦與系統所用之冷媒相同；然而，充填量比較少，所以在某一預定的感溫球溫度下，所有在遙置感溫球中的液體均全部蒸發。

當感溫球中的最後一滴液體一旦蒸發，充填變成了飽和蒸氣。感溫球溫度之再上升只能使蒸氣過熱，但却不比照對應溫度上升而增加壓力。是故，在遙置感溫球內放了限量的充填，它所形成的最大壓力也就受了限制。這樣才不會脹破感溫球。

在上述預定溫度點上，因充填物已全部氣化，再增加溫度並不能再增加元件內的壓力，因之若遇到這情形，冰箱內溫度再上升膨脹閥也不會開得更大些了。

然而，當閥體變得比感溫球更冷，蒸發控制的流體將在閥體內冷凝而失去了控制。閥也會關閉。

例如，恰有足夠的控制流體充填入元件以產生一最大的 40

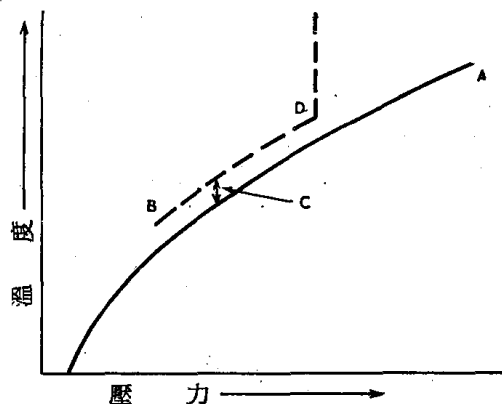


圖 7-1 一氣體(蒸氣)充填感溫膨脹閥之過熱：

A—系統內冷媒之蒸氣壓力曲線，
B—感溫球內充填冷媒的蒸氣壓力曲線，
C—過熱球 D—感溫球內所有液體蒸發成氣體之點。

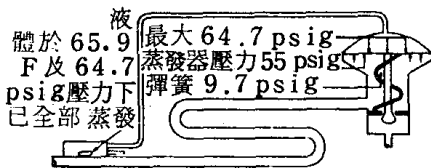
psi ($2.8\text{kg}/\text{cm}^2$) 的壓力，就是說這元件壓力再也不能超過此壓力，不論感溫球多熱也是如此。當低壓側超過這壓力，閥也不再開大。因之，低壓側在 40 psi 以上壓力時，將不能操作。

蒸氣充填元件設計用於自 30 F 到 60 F (-1.1C 到 15.6C) 的溫度。

閥的 MOP 參考圖 7，我們可以了解閥膜片上方的壓力 (即動力組件壓力) 為 P_1 ，而膜片下方的壓力 (即蒸發器壓力加上彈簧壓力) 為 P_2 與 P_3 ，當 $P_1 = P_2 + P_3$ 時，即能平衡。顯然如果限制了膜片上方壓力，那蒸發器壓力一定也會受了限制。當閥內充填所有的液體都蒸發了的那一點，可稱為閥之最大工作壓力 (MOP) 點。

例如，在圖 8 中，假定系統用的是 R-12 的感溫膨脹閥，具有 55 psig 最大工作壓力所作的氣體充填，及 10 F 過熱溫度之置定。

當在蒸發器內的壓力增加到 55 psig，膜片下方的總壓力將為 9.7 psig (10 F 過熱狀況下彈簧的等效壓力) 與 55 psig 的和，或 $55 + 9.7 = 64.7\text{psig}$ 。



蒸發器壓力 (亦為吸氣壓力) 在閥針把閥打開之前必須小於 55 psig，而不論遙置感溫球的溫度如何。

圖 8 氣體充填閥，工作於 55 PSIG “MOP” 壓力下

由於充填量有限因之當遙置感溫球到達應於 64.7 psig 的飽和溫度時，充填已經全部蒸發且只有蒸氣的存在，額外冷媒氣體離開蒸發器時的過熱度不能夠在遙置感溫球增加足夠的壓力以開啓閥。

在遙置感溫球能再行控制閥及進給冷媒入蒸發器以前，蒸發

器壓力必須減低到 55 psig 的 “mop” 值以下。是故，氣體充填在一些系統中提供了馬達確切的過載防護，此因為有最大工作吸氣壓力上之限制效果，以及能避免在起動時可能的 “反溢”

(floodback) 現象。