

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(二)

(譯自美國國家技術學校函授教材)

王 洪 鎧 編譯

(六至十課合訂本)

- A 6 浮球閥、毛細管、凝結器、蒸發器
- A 7 電的基本原理
- A 8 磁與電磁學
- A 9 交流電、變壓器、電阻與電容器
- A10 含電容與電感的電路

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(二)

(譯自美國國家技術學校函授教材)

王 洪 鎧 編譯

(六至十課合訂本)

A 6 浮球閥、毛細管、凝結器、蒸發器

A 7 電的基本原理

A 8 磁與電磁學

A 9 交流電、變壓器、電阻與電容器

A10 含電容與電感的電路

徐氏基金會出版

徐氏基金會科學圖書編譯委員會

科學圖書大庫

監修人 徐銘信 科學圖書編譯委員會主任委員
編輯人 林碧銓 科學圖書編譯委員會編譯委員

版權所有

不許翻印

中華民國六十六年六月二十日初版

冷凍空調與 電器修護科訓練教材(二)

(六至十課合訂本)

基本定價 2.60

編譯者 王洪鎧 中興電工機械公司空調工程處工程師

本書如發現裝訂錯誤或缺頁情形時，敬請「刷掛」寄回調換。謝謝惠顧。

(63)局版臺業字第0116號

出版者 財團法人 臺北市徐氏基金會 臺北市郵政信箱53-2號 電話 7813686號
發行者 財團法人 臺北市徐氏基金會 郵政劃撥賬戶第15795號
承印者 大興圖書印製有限公司 三重市三和路四段一五一號 電話9719739

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。徐氏基金會有鑒於此，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，全套計達八十餘冊，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 王洪鎧 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

項目編號	課 程 名 稱	項目編號	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	減溫器與空調器之維護
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
(二) A 6	浮球閥、毛細管、蒸結器、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	A 49	重實務型個別加熱器
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
(三) 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	家庭電路配線的檢修	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、電路零件、開關電路	(五) A 56	商業用冷凍與冷藏
A 17	冷凍與潤滑油	A 57	壓縮機的分類及構造
A 18	冷凍與乾燥器	A 58	商業用冷凍系統蒸結器
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	冷凍用零件及工具	(五) 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——電路系統檢修	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	(五) 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	空氣調節、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	(五) A 71	電器檢修用儀器
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	電晶體之接法
A 35	空氣流動的測量	A 75	電晶體之組成
(四) A 36	空氣污染、空氣洗滌室及過濾器	(五) A 76	電晶體基本電路
A 37	空氣之清淨、毛細管洗滌室、電子空氣清潔器	A 77	電晶體控制電路——第一部份
A 38	居住舒適區域之空調	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	冷凍空調常用字彙

目錄

前言

乾式及泛溢系統

泛溢系統的操作	6-2
油之回返	6-3
液 位	6-3
浮球閥	6-4

低壓側浮球控制

低壓側浮球閥	6-5
不使液體進入吸氣管	6-6
蒸發器	6-6
冷 媒	6-6
低壓側浮球的調整	6-7
油之返回	6-7
緩沸片之使用	6-8
盤式低壓側浮球	6-9

高壓側浮球控制

操作原理	6-10
高壓側浮球的位置	6-10
浮球的動作	6-10
冷媒之充灌	6-11

低壓側浮球系統的各型

旋轉式壓縮機與低壓側浮球	6-12
--------------	------

高壓側浮球系統的變型

具有逆閥的高壓側浮球	6-13
在蒸發器上的止逆閥	6-14
具有毛細管的高壓側浮球	6-14

毛細管

直徑和長度的效果	6-15
壓力的效果	6-16
毛細管的尺寸	6-17

漏的浮球閥

凝結器

其他的特徵	6-19
容量與尺寸	6-19
凝結器與汽車散熱器之比較	6-20
溫度差	6-20
空氣溫度的效果	6-21
冷卻媒介之循環	6-21
熱之散逸	6-22
增加傳熱率	6-23
凝結器在家用電冰箱上	6-23

蒸發器

直接膨脹	6-24
間接式膨脹	6-24

複習第6課	6-26
-------	------

前言

在以前的課程中，提到膨脹閥時，我們就曾強調在蒸發器內應特別要避免液體冷媒的聚積。因為膨脹閥在設計時就要求液體冷媒一旦通過閥針嘴的開孔，就要一面在管排內行進一面要蒸發，並必須在出蒸發器之前就蒸發完畢，而且在出蒸發器時還要成過熱氣體才行。因為如果管排內液體聚積且流入吸氣管返回壓縮機，可能導致壓縮機的損壞。

但另外我們要討論的這個系統却恰相反。利用浮球閥，正要蒸發器內聚積液體冷媒，不過，却仍不希望有液體冷媒返回壓縮機中。

乾式及泛溢系統

系統之利用膨脹閥者，我們稱為乾式（dry）膨脹冷凍系統（DX或DE系統）。如果系統利用浮球閥者，我們稱之為一泛溢（flooded），又稱滿液或濕式膨脹系統。

你對圖1的乾式膨脹系統已經熟悉，它包含一個摺箱式的膨脹閥。在圖2中，就是一個包含有浮球閥的泛溢式系統，你可發現兩者間主要的不同就是蒸發器，它是一個充了液體冷媒的蒸發空間，利用浮球閥來控制液位的穩定。



圖1—乾式膨脹冷凍系統

泛溢系統的操作

參考圖 2，此泛溢系統照以下的方式操作：

壓縮機壓縮冷媒氣體並迫其通過凝結器。空氣之環流通過凝結器的鰭片管排能冷却管內的高溫高壓冷媒蒸氣，該蒸氣就能液化。

液化後的冷媒流入貯液器，仍在高壓狀態，經液體管到浮球閥的入口。如果蒸發器內液體降低，浮球會開啓一針嘴閥，液體得以進入補充，待液位升高，浮球又關閉了針嘴閥，不再讓液體進入，液位不會繼續升高。

如同膨脹閥式的系統，浮球機構的針嘴閥也形成了高壓管段的

終點；當液體一經過此分界點，即進入低壓側。高壓液體一旦通過閥之開孔，由於不再受到高壓，只要溫度一在其壓力對應之沸點以上，便立即沸騰急劇蒸發。你記得我們曾用增高壓力之法來防止一液體冷媒的沸騰。但若此壓力一旦失去，而溫度又允許的話，它就要沸騰了。

溫度，以如下之方式來影響蒸發器與系統之操作：

充填了液體冷媒的蒸發器，位於冷凍箱室之內。熱不斷從外界滲過箱室四壁進入箱室內，一旦內部溫度上升到能導致恒溫開關通電的狀態，即開動了馬達驅動的壓縮機以及冷凍循環。

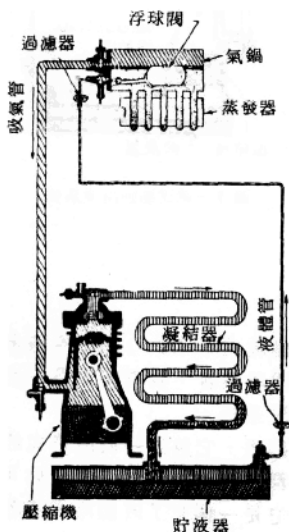


圖 2 一濕式膨脹或泛溢冷凍系統

壓縮機的吸氣口經一吸氣管連接到蒸發器的上部，一旦壓縮機運轉，低壓側的壓力即行降低，由於蒸發器內壓力一降低，對應之冷媒沸騰溫度也會降低，若降到當時的溫度之下，冷媒即告沸騰，蒸發後的低壓氣體又被壓縮機吸走。此循環動作可由圖 2 中看出。

油之回返

在系統中，冷媒和冷凍油（潤滑油）是可以接觸的，而且一部份冷凍油要被冷媒帶出壓縮機外，但冷媒會氣化，而冷凍油卻不會氣化。而且帶出多少油，一定要帶返多少油，否則油會滯留在系統管路中而阻塞了冷媒的通行，同時也會造成壓縮機失油而告潤滑不足情形。

冷媒與冷凍油有些可完全互相溶合，其間有不同的程度分別。

阿摩尼亞與油不溶合，同時油比阿摩尼亞重，沉降於冷媒之下。但其他的冷媒能多少互相溶合，且油比冷媒輕，結果油浮於液體冷媒之上，像一層毯子覆蓋了冷媒，結果使得冷媒不能蒸發，降低了冷凍效果，所以得想出辦法把浮在冷媒上面的油層不斷移走。

當使用二氧化硫，為移走油，在泛溢蒸發器吸氣管開口下方約 $\frac{3}{4}$ 吋處，另開一回油口，使油位保持一定不使積厚。用氯甲烷的系統，由於氯甲烷與油完全溶合，冷媒上面就不會浮了一層油，所以也不要回油管。

液位

再看圖 2，泛溢式蒸發器下方是管排，食品放入管排中可以位於液體冷媒的範圍內，冷凍力比乾式膨脹管排為強大，管排上方為一蒸發空間（氣鍋），液體冷媒充填約有一半深度。為求保證此冷卻單位之冷凍效果，液體的液位必須保持穩定。

如果劇烈的蒸發導致了液位的降低，此液位可以由壓縮機與浮球閥聯合動作，而再回復到原來液位。

浮球閥的針嘴動作不可與膨脹閥的針嘴動作相比。因後者針嘴的開關係由溫度與壓力二者同時來調整。但浮球閥的動作只靠液體冷媒的液位來控制。

另外膨脹閥要使液體一通過後就要蒸發；而浮子閥使液體通過後在補足其液位，並不要它立即蒸發。

浮球閥

早在機械式冷凍發展以前，浮球閥已經用在各種系統與設備上，以求其內能有一種穩定的所欲液位。

浮球閥最常見的應用之一就是在我們的沖水馬桶上面的貯水箱內，每次沖水後，箱內能自動再補充到一定水位的水份。浮球閥是一個金屬或橡膠製的中空球，具有相當浮力，用一支連桿連接到一閥的結構上，浮球的高度就能管制該閥的開關，圖3就是這種水箱內浮子閥的情形。

在一冷凍系統中，浮子閥不但控制冷媒到蒸發器的流動，亦且維持在冷凍循環中的壓力差。

用在冷凍上的浮球閥有不同的設計，基本上，它們都具有一個浮球，也可以是一只開口的盤子，只要能浮在液體冷媒上就行。另外要一支連桿，一端連到浮球，一端連到針嘴閥機構的針嘴上，浮球愈向上，針嘴愈接近閥座。最後用一個外壳把這套浮球機構包封起來，也就成了一台蒸發器。

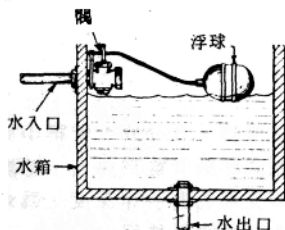


圖 3——典型的馬桶沖水箱

浮球閥在冷凍系統中的位置也決定了它的型式。例如，若置於高壓側的浮球閥謂之高壓側浮球閥；若置於低壓側，則謂之低壓側浮球閥。因之，一高壓側浮球閥室內包含高壓液體冷媒，而一低壓側浮球閥室內常包含低壓液體冷媒。

低壓側浮球控制

圖 2 所示者就是一低壓側浮球閥，因為浮球閥是位於蒸發器內，而蒸發器連接著壓縮機吸氣側，故蒸發器內是存在著低壓壓力之故。

低壓側浮球閥

浮球閥的詳細構造示於圖 4 中。

浮球被液體冷媒所浮持，當由於蒸發而液位下降時，浮球下降而牽動連桿把針嘴移離閥座，由此而液體得以通過。當足夠的液體進入液位升高，到規定高度，浮球可完全關閉針嘴閥。

在此，你可以體會到冷凍上用的浮球閥和沖水箱內用的浮球閥並沒有甚麼可區別之處，它們的作用原理都是一樣，所惟一可能的不同是冷凍上用的在構造上要精密些而已，試比較圖 3 和圖 4 就可知道。

圖 4 的浮球閥用以保持液體在某一液位，圖 3 者也是如此，然而圖 4 的浮球室中包含持續沸騰的冷媒，其蒸氣也持續被吸氣管移走；同時，囊腫在閥室內用以潤滑活動部份的油也要設法把它帶回壓縮機中。

更深入一步看，閥室中的液體冷媒並不欲使其進入吸氣管，只允許氣體及油離開閥室回返壓縮機。顯然，冷凍浮球閥必須構造得與一般沖水用者有些不同，自然對它的製造處理上也要多花工夫。

浮球常為一密封黃銅球，用一支黃銅連桿連接到針嘴上。針嘴用不銹鋼或鈷鉻鎳合金材料製成。閥座則為黃銅或天然鎳合金質。

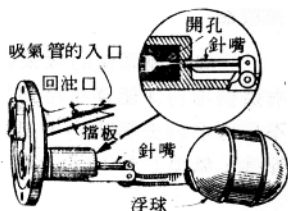


圖 4—浮球閥的詳細

不使液體進入吸氣管

現在讓我們看如何避免將液體引入吸氣管內。

首先，參看圖 2，冷却器（蒸發器）的吸氣管伸入浮球室中，其開口位於靠近室的上方。靠著在開口與液體冷媒液位之間放置一個擋板，即形成一個屏障以防止壓縮機拾取液體冷媒而使其吸入吸氣管內。

在浮球室內吸氣管開口、擋板、與浮球閥的關係位置在圖 4 及圖 5 中更見明顯。

擋板是需要的，因為液體常蒸發時沸騰劇烈。如果沒有擋板，液體便免不了在壓縮機運轉時期內會潑入開口而進入吸氣管內。

蒸發器

一套冷凍系統的效果就發生於蒸發器的這個部份上，因為只有這個部份才能產生冷却的效果。當然它有很多種的形狀，也有不同的名詞去稱呼它，如蒸發器、冷却器、冷却管排、鰓片蒸發管排，氣鍋（boiler）等，反正都是液體冷媒氣化的場所，冷媒氣化必須吸熱，把周圍的熱吸去後溫度就會下降。

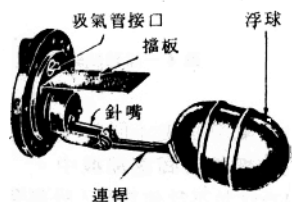


圖 5—擋板的應用

冷却管排，或氣鍋（泛溢系統常用這個名詞），常用浸錫的銅製成。它的浮球室下方有許多管環，兩端接到浮球室上，管環中充滿了液體，並形成了一個放置食品或結冰水的空間，如圖 2 所示，所有的接

合處都用銀焊焊妥。

冷媒

浮球的尺寸規格設計要配合某一種特定的冷媒。即是說，在

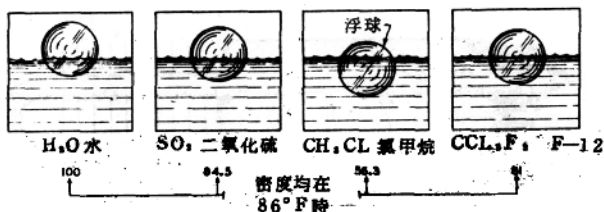


圖 6 同一浮球在不同類冷媒中浮沉的狀況

設計時，液體冷媒的密度以及浮球的重量，都是需要考慮的兩個因素。

浮球能夠浸入液體中的深度就決定於這兩個因素。例如，由於其密度，二氧化硫就能浮起若為氯甲烷就會沉下的同樣浮球（見圖 6）。顯然，在配合冷媒與浮球時要慎為注意這些關係。

低壓側浮球的調整

當低壓側浮球在工廠組配時，它已被調整好使用於某一指定冷媒並在蒸發器上作一正常液位的標記。這是非常重要的，因為不適當的標記能發生油之聚積，不正確的低壓壓力，或吸氣管上結霜的不良現象。

例如，如果浮球機構被調整使液體冷媒液位太低時，會發生較正常為低的低壓側壓力。又一低的冷媒液位也常導致油聚積在冷卻管排內而使冷媒不能順利流通。

油之返回

在一低壓側浮球系統中油之返回常包括一位於吸氣管側的開口，位於較吸氣管開口為低的地方。換言之，回油口之位置要恰能在油位之上，以利浮於液面上之油從此口進入吸氣管中。這種回油的設計示於圖 7 中，圖 4 中也可以看到此回油口。

由於氟氯烴及二氧化硫均有高的密度而且在油上也沒有多大

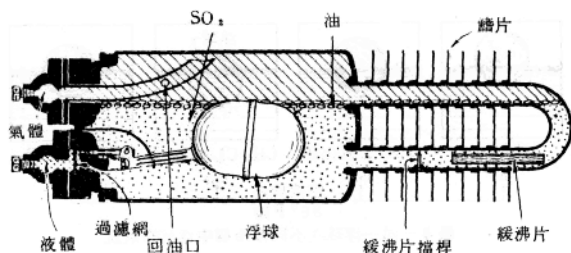


圖 7—具有低壓側浮球閥的蒸發器

的稀釋效應，它們常用於剛才所述的這型浮球系統中。

在氟氯烷與二氧化硫的冷媒液體，油常是會浮在液面上的，因油比冷媒輕之故。液面上的油層（油毯）高度正好約當在吸氣管側的回油口處。

壓縮機工作期內，冷媒的沸騰擾動能導致浮於液面上的油以少量持續的經回油口進入吸氣管內。而吸氣管內的油則順著低壓吸氣之流向而進入壓縮機中。

吸氣管上有霜顯示吸氣管內有液體冷媒在蒸發，此常因為液位調整太高，液體冷媒得易於潑入吸氣管內之故。所以系統在正常狀況下，不論是何種形式的蒸發，吸氣管上是不應結霜的。

緩沸片之使用

液體冷媒在浮球室內劇烈之沸騰使製造廠商得想出一個辦法來緩和其沸騰太過猛之趨向。可能最有效的辦法是在每一滿液的蒸發管內塞入一簾片狀特殊的木頭稱為緩沸片（ebullator）者，這種片就像一種觸媒劑能減緩沸騰程度，以維持冷媒正確的沸騰溫度。有一擋桿以防止緩沸片進入浮球室中。

圖 7 中可以見到這種緩沸片的位置。

盤式低壓側浮子

圖 8 示一盤式 (pan type) 浮子，有時稱為桶式浮子。這種開放式盤子在液體上同樣有浮力，作用如浮球一般。

如果盤中沒有液體，將如浮球一樣浮在液面上。如圖 8 所示，你可注意吸氣管端却彎到盤中，這就是與浮球設計上最大的區別。

當以氟甲烷為冷媒的系統，要使用盤式浮子，因為要確保有正量的回油。而在冷媒沸騰時會不斷有表面上的油滲入盤中，即收集到盤中稍低的一端，正好被吸氣管端吸入吸氣管內。

有一些盤式低壓側浮子系統用一條吸油繩 (wick) 協助移去浮子室中的油。換言之，吸油繩一端浸入浮子室底部，另一端則放入盤中，油可順繩而進入盤中，然後被吸氣管拾取，帶返至壓縮機中。

高壓側浮球控制

在圖 9 中，我們示一高壓側浮球控制的冷凍系統。在此，你可以看到浮球閥位於蒸發器之外，位於一特別的浮球室中。此浮球室也作為系統之貯液的所在。

示於圖 9 的設施為一半密封設計並利用一旋轉式壓縮機；它裝於冰箱冷凍室的上方，基座於冷凍室之間有厚重的隔

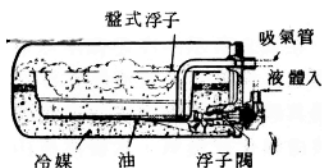


圖 8 一盤式浮子組件，示回油系統

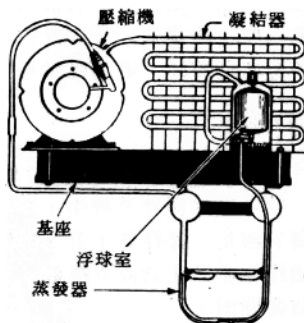


圖 9 一旋轉式壓縮機所使用的高壓側浮球系統

熱層。

操作原理

在圖 9 所示的高壓側浮球系統中，壓縮機迫使液體冷媒自凝結器進入浮球室。當液體在浮球室中的液位升得足夠高以使針嘴離開其閥座，液體冷媒便彼此閥的開度以計量通過到蒸發器去。在該處轉化成蒸氣，然後再經由吸氣管回返至壓縮機。

高壓側浮球的位置

高壓側浮球位於冷凍室之外的這一事實能使蒸發器在設計上不需留用浮球室所需的空間，而把全部空間用在貯存食品上。為此原理，高壓側浮球閥的應用也是很廣泛。同時高壓側浮球室本身可作為凝結器貯液器的一部份。

當高壓浮球不位於實際的貯液器中，需要一特別的室來容納它。因之它可以靠近蒸發器裝置，這是一項大優點。

由於自浮球室的出口在於系統的低壓側，使得高壓浮球意欲靠近蒸發器安裝，此基於下述的理由。

當液體冷媒通過針嘴閥到出口，則在到達蒸發器前的出口管上會有結霜。結霜表示有液體蒸發，如果不在冷凍室內，表示是一種冷凍上的損失，當然我們可以藉保溫來挽回這損失，但總是管子短些比較好，更可確保冷凍損失量小。

浮球的動作

一高壓側浮球閥示如圖 10。

在高壓側浮球系統中，浮球閥的動作正好與在低壓側系統者相反。即是，當浮球上升，針嘴將迫使離開閥座而允許液體冷媒流出浮球室外。當液位降低，浮球下降，針嘴便會再座於閥座上而將閥關閉。

顯然，系統中的高壓側的浮球室中只有液體存在。除了需要去操動浮球的冷媒外，絕大部份的液冷媒在系統的低壓側。當然

，在低壓側的冷媒量將視蒸發器的尺寸而定。

如果任何的冷媒加入系統中，將立即到了低壓側。如一過度量的冷媒加入系統，液體冷媒將流出蒸發器，進入吸氣管而入壓縮機中。

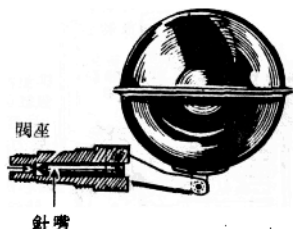


圖 10 一高壓側浮球閥

冷媒之充灌

如果在此式的系統中冷媒短少，蒸發器管排將不能發揮其工作容量。這種狀況很易於查知，因為蒸發器的最後幾圈管排將不結霜，即使最先的管排結霜正常亦然。此種事實說明了高壓浮球系統的冷媒充灌量必須正確。

簡言之，一高壓側浮球系統為一平衡充灌系統，並不需要過多的備份冷媒，如乾式膨脹系統那樣。因之，即使有一很小的冷媒洩漏量，系統即將發生工作不正常的狀況。你將在稍後學到有關於冷媒充灌的程序。

低壓側浮球系統的各型

現在你已經學到了無論低或高壓側浮球系統的基本原理，讓我們考量一下這些原理如何應用到各型的冰箱上。

浮球控制系統在現代的家用電冰箱中已不再使用。然而，一些商用冷凍設施上仍採用一浮球閥。

不管它們的使用受到限制，但你却需要了解浮球系統如何工作以能對冷凍的基本更加深刻認識。這就是為甚麼我們仍把它納入課程中的理由。

往復式壓縮機與低壓側浮球

圖 11 示一冷凍系統，使用一往復壓縮機及一低壓側浮球，並以氯甲烷作為冷媒。