

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

(五十一至五十五課合訂本)

A51 中央系統空氣調節——冷卻設備及控制

A52 箱型冷氣機

A53 空氣之分配

A54 空調用風管

A55 風扇與鼓風機

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(廿)

(譯自美國國家技術學校函授教材)

王 洪 鎧 編譯

(五十一至五十五課合訂本)

A51中央系統空氣調節—— 冷却設備及控制

A52箱型冷氣機

A53空氣之分配

A54空調用風管

A55風扇與鼓風機

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 王洪鏞 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
HA 1	冷凍空調與電器修護介紹	HA 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
HA 6	浮球閥、毛細管、凝結器、蒸發器	HA 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
HA 11	冷凍馬達控制	HA 51	中央系統空氣調節——冷却設備及控制
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
HA 16	交流原理、電器零件、閉鎖電路	HA 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	商業用冷凍機之啓動——第一部份
HA 21	冷凍用零件及工具	HA 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	飲料的冷却
HA 26	自動製冰機	HA 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	空氣線圈、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
HA 31	基本冰箱檢修法	HA 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
HA 36	空氣污染、空氣過濾室及過濾器	HA 76	電晶體基本電路
A 37	空氣之淨淨、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	居所舒適區之空調	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

A 51

中央系統空氣調節—冷却設備及控制

徐氏基金會出版

目 錄

前 言

馬達及馬達防護	51-1
三相馬達	51-1
單相馬達	51-3
電容起動，感應運轉馬達	51-4
電容起動，電容運轉馬達	51-5
過載防護，密封機組	51-7
時間延遲繼電器	51-7
電路的變化	51-9
凝結器	51-9
液體冷却凝結器	51-9
用水冷却	51-10
水調節閥	51-11
冷却水塔	51-12
機械式通風冷却水塔	51-13
冷却水塔的控制	51-14
電路詳細圖	51-15
噴水池	51-16
空氣冷却熱交換器	51-17
蒸發凝結器	51-17
冷却機組之壓力控制	51-18
高壓斷路	51-18
高壓斷路的調整	51-19
人工和自動再置	51-19
低壓斷路	51-20
雙壓力控制	51-21
再置繼電器	51-22
冷却循環的控制	51-23
壓縮機循環方式 單一壓縮機	51-23
多壓縮機的循環	51-24
電磁閥	51-26
不需要冷却時	51-27
需要冷却時	51-28
壓縮機的停止	51-28
塞水機組的控制	51-28
起動壓縮機	51-29
停止壓縮機	51-29
其他的特徵	51-29
控制箱	51-29
控制機件	51-30
控制機件的安裝	51-31
控制箱總成	51-31
複習第51課	51-33

前 言

在本課中，我們將繼續討論集中性的空調系統，重點放在組成這些系統的各種冷卻設備，用以產生冷氣者；因為我們以前一直都在討論有關暖氣的設備，如今我們要轉一個方向讓各位對冷氣再作一番深入研究。

馬達及馬達防護

用於住宅空調上的各種馬達可分成兩大類：

1. 三相感應馬達。
2. 單相馬達。

三相馬達

三相馬達多用在壓縮機上，至於風扇上用的馬達則多為單相式者。

三相馬達所用的電壓多為 230 V，我們又稱為 220 V 三相電源，至於較高電壓的 440 V 三相馬達，適用於有該種電源供應的場所。

三相馬達的基本原理就是在它的定子上，繞了三組相互重疊的線圈，能使定子產生一個旋轉磁場。而轉子是由層疊鐵心及埋入鐵心中的衆銅或鋁條，兩端以短路環連接所作成的鼠籠式線圈組合。這種轉子若在旋轉磁場中時，鼠籠線圈會跟隨旋轉磁場而旋轉，從而轉子也在旋轉。

因為旋轉磁場能使轉子中的鼠籠線圈感應電流，也造成磁場，這磁場就能受旋轉磁場的影響而跟着旋轉，由於鼠籠線圈的磁場是受電感應而產生，所以我們稱這種馬達為感應馬達。而且三相感應馬達是可以“自行起動”的，因為它不像單相馬達而必須另加起動裝置。

在以前的課程表，我們曾討論過馬達的構造和作用原理，希望你再把第十二課重新溫習一遍。

圖 1 就列舉一台典型三相感應馬達的線路圖，它有三組獨立且同一型式的線圈繞組，只不過在裝入時的位置上，相互交錯重疊而已。

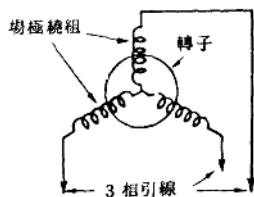


圖 1 三相馬達線路圖

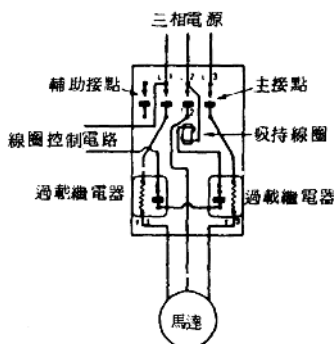


圖 2 三相馬達起動器和過載繼電器

過載防護 所有的馬達都需配有過載防護裝置，以防止過度發熱。三相馬達有三條電線引出，其中有兩條需要加上外在的過載繼電器，這些過載繼電器通常都與電磁開關合裝在一處，如圖 2 所示。過載繼電器可為熱動式或磁動式，以跳開一組接點，從而可以使電磁開關中的吸持線圈斷路，三個主接點與一個輔助接點就會跳開。

過載繼電器可以不和電磁開關放在一處。同時，吸持線圈的控制電路可接到一按鈕開關上，作為人工馬達開停控制；也可以接到一自動系統上，作為自動馬達開停控制。

圖 2 就是一個典型的馬達電磁開關，或稱馬達直接起動器的電路圖，其各端子上的號碼也是常見的標誌符號。

單相馬達

單相馬達，在住宅空調器上較三相馬達更為常用，一般來講它們是下述型式之一：

1. 分相式（圖3）。
2. 電容起動式，感應運轉（圖4）。
3. 電容起動式，電容運轉（圖5）。

以上三種馬達，在先前所講的電動機課程內，我們已經討論過了。

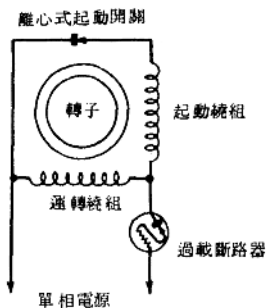


圖3 分相式馬達圖

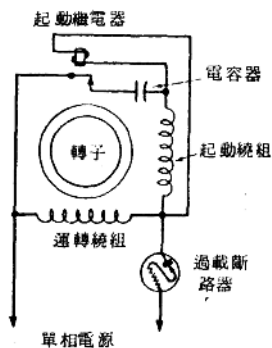


圖4 電容起動感應運轉馬達

單相馬達

單相馬達適用於115伏特到230伏特電壓的電源上。

分相式馬達（圖3）為一鼠籠式轉子馬達，具有分立的起動與運轉繞組。這些繞組的佈置是當在起動時期，起動繞組將產生一磁場，與主繞組（運轉繞組）的磁場“異相”。因之產生了一不完善的轉動磁場，而非一純粹的往復磁場，如此即啟動了馬達

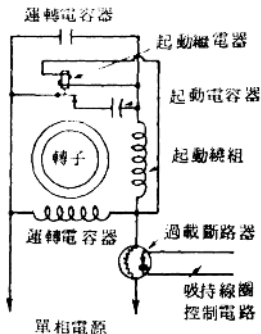


圖 5 電容起動電容運轉馬達

的轉子。

一旦馬達轉動，一離心式開關，當轉速到達全負荷轉速的 75% 時，即起作用斷開了起動繞組的電源，此時馬達即在一純粹的往復磁場下作全速運轉。

分相馬達具有一低的起動轉矩，與一高的起動電流。構造簡單而價廉。由於其起動轉矩低，僅限用於風扇或鼓風機上，馬力自 1/16 至 1/3；它決不可用在壓縮機上，也不能用在泵上，除非是一台很小的泵。

這馬達附有過載斷路器，是一片雙金屬片接點，和一電熱絲合成，電流如過大，電熱絲的發熱量足夠使雙金屬片接點跳開。即使電流不過大，但熱度太高時，雙金屬片接點一樣能跳開。又過載斷路器可為人工再置式或自動再置（復歸）式。

電容起動，感應運轉馬達

電容起動，感應運轉馬達（圖 4）為一鼠籠轉子式馬達，適用於 115V 到 230V 電源上。

本型的馬達採用分立的起動與運轉繞組，並只在起動繞組上串聯一個起動電容器。當使用了起動電容器後，無論在起動力矩要求大上，以及起動電流要求小上，均較分相式馬達為佳。當然，它的價錢也要比分相式者較高些，然而由於其具有較多的優點，目前它幾已全部取代了分相式馬達的地位。

起動電容器與起動繞組可利用一離心式開關，或藉助一起動繼電器通斷之。這型馬達特別適用於風扇，也適用於一些小的泵以及自 1/6 至 1/2 馬力的小壓縮機上，當用到封閉式的壓縮機上時，一定要採用起動繼電器而不能用離心開關。

因為離心式開關是安裝在馬達轉軸上，如果把它也封入封閉

式機組的外殼內，而殼內又充滿了冷媒氣體，那麼離心開關的接觸點火花會對冷媒產生不良影響，加之一旦故障，又不容易拆開修理，所以封閉式或半封閉式馬達壓縮機組概採用外部的起動繼電器以通斷起動繞組電路。如圖 4 即為採用起動繼電器的電容起動，感應運轉馬達。

當為開放式的機組時，馬達得用離心開關，以轉子的離心力，機械式的斷開起動繞組，可以不用起動繼電器。

但是這種馬達的運轉扭矩，仍沒有電容起動，電容運轉式者那麼優良，因之，較大些馬力的單相壓縮機馬達，如窗型冷氣機等，均採用電容起動電容運轉式，只有一些較小馬力的單相壓縮機馬達，如電冰箱等，仍可採用電容起動感應運轉馬達。

馬達的過負荷感溫斷路防護器當作如圖 6 所示的小扁圓盒子形。它的接線法如圖 4 所示，位於運轉和起動兩繞組的公共線路上，但是也可以如圖 5 及圖 7，去控制吸持線圈的通斷。

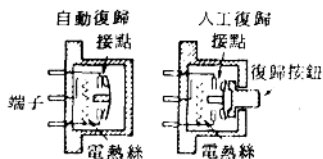


圖 6 典型的過載防護器

圖 6 示典型的過載防護器，

左為自動復歸型，右為人工復歸型。在自動型中，接點彈簧的拉力壓使接點電樞把接點接通，但對大電流使電熱絲生熱太甚時，會使電樞變形而對抗其拉力把接點跳開。人工復歸情形也是一樣，但必須用手指壓下一按鈕，才能把接點復歸原位而接通。

電容起動，電容運轉馬達

用得最多的單相感應馬達還是屬於電容起動電容運轉式，如圖 5。這雖是鼠籠型轉子馬達，但在起動繞組和運轉繞組上，各有一個電容器。

在這種型式的馬達上，除了串聯在起動繞組上的一個起動電容器外，另外還有一個運轉電容器，與起動電容器並聯，並與起動繞組成爲串聯。

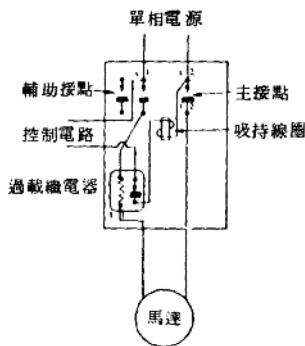


圖 7 具有控制電路的馬達起動器

它亦採用如同電容起動，感應運轉同一型式的起動繼電器，當馬達轉速升到全負荷轉速的75%時，將起動電容器斷路，但不會斷開起動繞組，就是說，起動繞組經運轉電容器串聯後，仍與運轉繞組並聯共同通電。

圖中所示的起動繼電器為電壓式者，其線圈係與起動繞組並聯，當轉速升起，起動繞組內感應出的電壓足能使起動繼電器內的線圈把接點吸起而跳開，使電路中斷。

此馬達具有較高的起動轉矩與較低的起動電流，並在全負荷狀況下有較佳的轉矩，較之電容起動感應運轉者為好，因為在運轉期中時，起動繞組仍能發揮異相作用，而與運轉繞組共同推動轉子的運轉。

起動時，起動電容器與運轉電容器並聯，增加更大的異相作用，以獲得最大的起動轉矩。

由於加多一個電容器，這種馬達較之電容起動，感應運轉者要貴一些。

這種馬達常用內涵的感溫過載防護器，直接接在電源線上。也可利用外在的過載防護器，或過載防護器的接點去通斷一電磁開關的吸持線圈。

圖7示使用外在的單相過載防護器，馬達電路接點對應於圖2的三相馬達者。由於單相只有兩條線，過載防護器的電熱絲或電磁線圈必須位於兩條線中的一線，即火線上，任何過載或接地所導致的大電流均會出現在該線上而被偵檢出來。

過載防護、密封機組

馬達的過載防護有兩種位置，一是外在的，與馬達分離，另一是內部的，位於馬達之內。後者多用於小型馬達上，有些貼在繞組及外壳上，直接感測馬達所生之熱而作動。

由於停頓電流 (stall current) 較之全負荷電流要大 3 ½ 到 4 倍之譜，而且因為在密封式機組中，如果馬達停止，冷卻效果也將失去 (因為密封機組常用冷媒蒸氣冷卻)，因之需要去發展出一種遇到過載時，能夠快速跳脫的過載防護器。

這種過載防護請不要與以前的開放式壓縮機及馬達所用的標準型的過載防護器相混淆。重要的是要了解密封式機組如採用外在的過載防護時，應為一種“快速跳脫”的型式。

圖 8 示開放及密封機組典型的電流特性。各種不同大小的馬達的全負荷電流與停頓電流已分別顯示於各別的曲線中。

觀察圖 8，可見一開放式馬達的停頓電流甚大於同一馬力類定的密封式馬達者。例如，一 2 hp 的開放式馬達停頓電流為 72 安培時，但同一 hp 的密封式馬達的停頓電流只有 48 安培。

時間延遲繼電器

在討論話題離開馬達及馬達起動繼電器之前，需要指出的是馬達起動繼電器有時要藉重時間延遲，以避免同時起動二個以上的馬達，因之也減少了電路上的最大動力負荷電流。

圖 9 示一馬達起動繼電器，具有一對反接點，反接點需待起動繞組的接點跳開後才能接通，再去激勵另一個 (2 號) 馬達繼

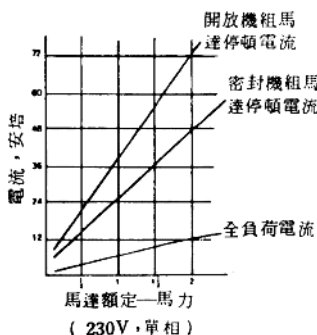


圖 8 停頓電流的比較

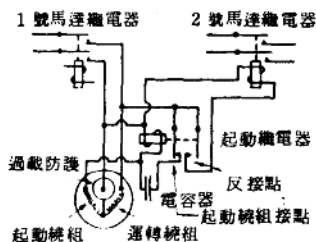


圖 9 起動繼電器上的反接點

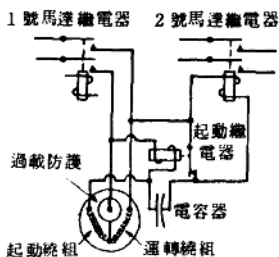


圖 10 跨起動繼電器的電壓降
激勵 2 號繼電器

電器，此舉可使另一個壓縮機或換結器風扇馬達起動。因之由於有反接點，可以避免多個壓縮機或所有電路上的馬達同時起動，造成過大的起動電流。

圖 10 示利用跨馬達起動繼電器的電壓降的方法，當繼電器接點跳開後，該電壓降即用以激勵另一（2 號）電壓式繼電器的吸持線圈，因之可接續去啓動一第二壓縮機或風扇馬達。

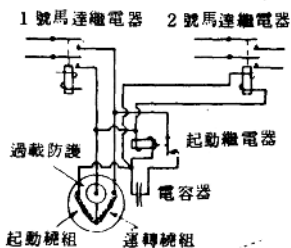


圖 11 用跨起動繞組的電位來
激勵 2 號繼電器

圖 11 示另一種方法，即當馬達轉速升起後，跨起動繞組的電位升起，即用以激勵 2 號馬達繼電器，以及起動繼電器俾能獲得逐步式的起動。

如果你想把逐步動作不要連續得那樣快，可以加入一定時器，定時器上有秒數的置定鈕，那麼可以造成 1 號壓縮機起動後，隔到你所置定的秒數時間後，才開動 2 號壓縮機。

電路的變化

到目前為止，我們所討論的有關空調器控制電路方面，已包括了過載防護的方法，及使用馬達起動繼電器作為時間延遲或稱逐步（步級制）動作的目的，而且要達到上述目的還不止一種方法。

在這些馬達中係採用直接式的內涵過載防護器，不需要對控制電路作額外的交連配線。

如果過載防護係用來通斷一吸持線圈電路，或使用外在的過電流防護器具，其接點必須與馬達繼電器或電磁接觸器的吸持線圈成串聯連接。

請仔細參考圖示的各種控制電路的連接方法，並予融會貫通，也許你能設計出更完美的控制電路。

凝結器

夏季住宅冷房用的冷氣設備上的凝結器，可概分為如下之型式：

1. 液體冷卻
 - a. 使用城市自來水，用後即棄。
 - b. 使用地下水，用後即棄。
 - c. 使用一冷卻水塔，俾冷卻水能循環使用。
 - d. 使用一噴水池把水冷卻後重覆使用。
 - e. 使用自氣冷式熱交換器出來的再循環水或防凍液。
2. 蒸發凝結器。
3. 空氣冷卻凝結器。

液體冷卻凝結器

許多住宅的空調設施使用水冷式凝結器，圖 12 所示者即為一典型的壳管式凝結器，雖則他種型式的構造也有，但壳管式者為標準型式。

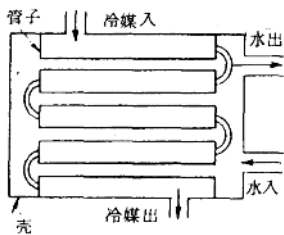


圖 12 壳管式凝結器

從壓縮機排出的冷媒蒸氣常是高溫高壓的狀態，在凝結器中會與冷却水相遇，但因有管子的隔開，却不直接接觸，只能作熱交換，因冷媒蒸氣溫度高，熱即由冷媒傳給冷却水，冷媒蒸氣因而能放出熱凝成液體。至於冷却水吸熱後溫度升高，應送到冷却水塔使之放熱到大氣中冷却再予使用，或逕棄去不要了。

注意圖 12 中，壳管式凝結器是一個大而長的圓筒外壳，內中有數十或數百支管子。圖中所示者為冷媒在管內，水在管外，這是比較簡單的小型住宅凝結器可用此法，在大型的壳管式凝結器中，水却是走在管內，而冷媒在管外冷凝成液體。水在管內的往返次數，稱為“通”(pass)，一般常用者可自一通到六通。

用水冷却

當用水來冷却，不論這水是取自自來水或抽取地下水，都是冷却後就讓它流入排水溝中，因為這水已經吸收了住宅內的熱量而溫度升高，如不冷却就不能再度使用。但為了節省用水，所以應該避免當停機後水仍是流通不斷，而且最好水的流量也應予以節制，冷却量需要小時，水的流量也應跟着減少。

由於冷却負荷隨季節而變動很大，在熱而濕的天氣中所需的冷却量，遠比在冷而乾燥天氣中所需者為大，所以需要的冷却水量也當然有所不同。

同時站在氣缸排氣壓力上來看，也意欲有冷却水供給量的調制，排氣壓力是不與冷媒的冷凝溫度有關的，但是我們既不欲其高，亦不欲其低。太高使壓縮機的壓縮比增大，會降低其效率，太低則使系統的高壓側壓力不足，冷媒在全負荷容量下即沒有足夠的力量通過膨脹閥或其他計量器，因而影響了整個系統的冷却

容量。

水調節閥

最常用的一種節省水量及維持適當排氣壓力的方法就是採用如圖 13 所示的水量調節閥。

調節閥的主要部份是一個與排氣壓力相連通的摺箱，摺箱壓力的大小，就能決定閥開啓量的大小。同時還有一套調整裝置，以調整在某一特定壓力下有適當的水流量。

當冷媒的排氣壓力上升，其壓力使摺箱膨脹，以對抗一預置的彈簧壓力而把閥開啓。在 F-12 的系統裏，此預置壓力常在 100 磅左右。

排氣壓力的增加顯示需要較大的冷卻量，也就是說冷卻水的需求量加大，這時正好增加的壓力能把閥開得更大，允許更多的水流過。當閥開到某一程度，其容量已足能平衡移去熱所需的水流量時，閥即停止移動。

當壓縮機停止，排氣壓力不復存在，調節閥會逐漸關閉，乃至完全不讓冷卻水流過，因之也達成了節省水的目的。

閥的連接 圖 14 示水及冷媒壓力如何連接到凝結器上。

需要了解的是在壓力的連接上，需要“穿刺”到冷媒系統內部，那麼排氣壓力才能通到摺箱。有些例子是排氣壓力可取自凝結器或貯液器上，而不取自排氣管上。

由於密封壓縮機的製造廠商希望在現場裝配時，盡量減少在管子上穿刺的工作，所以一些冷凝機組上一出廠已是配裝好了調

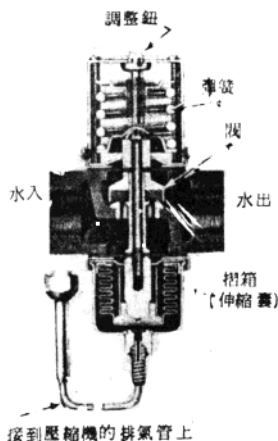


圖 13 冷卻水量調節閥