

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

(十一至十五課合訂本)

A11 冷凍馬達控制

A12 電 動 機

A13 工具的使用和維護

A14 家庭電路配線的檢修

A15 配線技術、變壓器作用

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

(十一至十五課合訂本)

A11 冷凍馬達控制

A12 電 動 機

A13 工具的使用和維護

A14 家庭電路配線的檢修

A15 配線技術、變壓器作用

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(三)

(十一至十五課合訂本)

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 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 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、蒸結器、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
HA 11	冷凍馬達控制	HA 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
HA 16	交流原理、電器零件、開關電路	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
HA 21	冷凍用管件及工具	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
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	空氣調節、熱泵、寧水空調系統
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、空氣洗滌室及過濾網	HA 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	冷凍空調常用字彙

A 11

冷凍馬達的控制

徐氏基金會出版

目 錄

譯者序言

前 言

控制的基本方法..... 11-1

運轉時間..... 11-2

溫度的控制

所欲溫度..... 11-2

箱內溫度並不適宜作為控制..... 11-3

實用控制點..... 11-3

—簡單的控制

雙金屬片恆溫器

作用原理..... 11-4

摺箱式控制

作用原理..... 11-5

構造上的特徵..... 11-5

調整之需要..... 11-6

可調整控制

調 整..... 11-7

瞬動控制

“斷開”位置..... 11-7

溫度的上升..... 11-8

範圍的調整

減小彈簧張力的效應..... 11-9

增加彈簧張力的效應..... 11-9

改變溫度範圍..... 11-10

平均的範圍置定值 11-11

範圍對差異 11-11

盤式恆溫器 11-14

可調整的恆溫器 11-15

起動繼電器 11-16

磁性繼電器 11-17

熱絲式繼電器 11-18

完全的電路 11-20

過載防護 11-21

水銀開關 11-24

除 霜 11-25

霜的來源 11-26

除霜的需要 11-26

二十四小時自動除霜 11-26

自動除霜的循環 11-31

恆溫器感溫球的安裝位置 11-33

恆溫器故障 11-33

繼電器的檢修 11-36

複習(第11課) 11-37

前 言

在本課程中，我們將要學習馬達的控制，俾能使冷凍系統得以自動操作。

想想看，假使冰箱作得要使主婦們天天看守著溫度計，並且要用人工去開停它的機器，還能賣得出去嗎？用手來控制機器是非常不便的，不但不便，還可能造成下述的糟糕情形。

牛奶可能凍結，飲料的玻璃瓶會碎裂，新鮮果菜無論溫度太高或太低都會加速凋萎，冰淇淋不是熔化就是凍得和冰塊一樣硬。由此可見冰箱內溫度要自動控制的重要性。

控制的基本方法

要控制冰箱內溫度的穩定，顯然若箱內溫度降到適當時機，系統內的冷凍劑(冷媒)要它停止循環。當然，若溫度上升到某一限度時，又得恢復系統內冷凍劑(冷媒)的循環。

有兩種方式可以達成這使命。第一種是當意欲之低溫到達時，停止馬達運轉；而當溫度上升到某一值，再開動馬達。第二種是當到達一定之溫度時，直接去停止或恢復冷凍劑的循環，馬達則會自動的隨從開停。這種方法多用在較複雜的商用系統上。

在家庭用的電冰箱內，多數使用密封式的系統，對馬達的控制有時較之對開放式者更見複雜。目前許多家用電冰箱還附加有自動除霜甚至無霜系統，當然這些特點又加深了一些系統的複雜性。

由於在本課程中，我們只討論家用電冰箱，所以僅就恆溫器型的馬達控制，也就是最廣用於這種類型的水箱者加以探討。而壓力型的馬達控制，因為廣用於商業冷凍上，我們也將保留到稍後的課程中去研究。

運轉時間

當某一溫度到達而壓縮機馬達必須停止運轉時，這溫度稱之

為切出溫度 (Cut-out temperature)。當另一溫度到達而壓縮機馬達必須開動時，這溫度稱之為切入 (Cut-in) 溫度。在切入和切出溫度之間的一段時間，稱為運轉時間，壓縮機在這段時間內必須不停運轉。

運轉時間是不變的，視室內溫度，地理位置，冷凍機的尺寸，貯存的食物和飲料數量，同時箱門的開啓其頻繁與時間長短如何等而定。

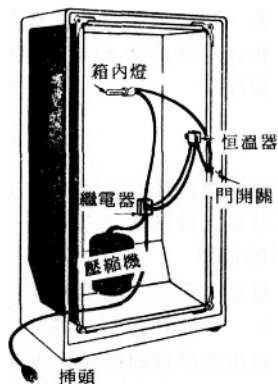


圖 1 人工除霜電冰箱的配線

目前家用電冰箱的馬達 (壓縮機) 運轉設計是每 24 小時只讓其轉動 8 到 14 小時。其運轉時間的分配是每 10 分鐘轉動 5 分鐘，或每 20 分鐘轉動 10 分鐘。

當然，這種時間也是可以變動的，視上述的諸因素而定。因之，如果冰箱使用量大，運轉時間就較長；如果使用量小，那麼運轉時間就短些。

溫度的控制

所欲溫度

理想的電冰箱，是無論冬天或夏天、白天或夜晚，也不管有多少的溫暖食品放入，和每天開箱門多少次，箱內總要自動的維持一個穩定的所欲溫度。製造廠商就千方百計想作到能獲得這種理想而均一的溫度程度。

其目標，當然是要放入冰箱中的食品能保存較久的時期。理想保存食品的溫度是自 42°F 到 48°F (5.6°C 到 10°C)。其用以維持並控制這個溫度的儀器或器具叫作恒溫器 (Thermostat) 或恒溫控制。見圖 1 所示的在水箱電氣系統內恒溫器的位置。

然而，冰箱內的實際溫度並不用來作為直接控制目的。代之以利用剛出蒸發器的冷凍劑過熱蒸氣溫度來作控制。

箱內溫度並不適宜作為控制

前曾提起，溫度由 42°F 至 48°F ，或可能高到 50°F ，是最適宜的冰箱溫度。

那麼，我們為甚麼不拿這個溫度來控制壓縮機的運轉呢？答案是如果利用這個溫度，則壓縮機組的運轉將變得非常不規則，我們可以用下列說明。

當最低溫度（ 42°F ）到達時，機組將停止。假定這時主婦自菜場回來，把冰箱塞滿了溫暖的食品。溫度當然要上升。當然，上升到既定溫度（切入溫度）時，恆溫器就開動了壓縮機。

那麼，箱內原已冷卻到 42°F 的食品怎麼樣呢？你知道要把剛放入的溫暖食品中所含的熱量抽出是需要很長一段時間的，如果要把箱內溫度再降到 42°F 才停機，那麼原已冷卻的食品恐怕要凍成冰塊了。因之，選定溫度控制的位置，要找出溫度改變時間較短且較有均勻間隔時間的那一點才最適當。

實用控制點

能使溫度改變時間較短而更有規律間隔的一點就是在蒸發器管排尾端。經驗及試驗都證明，在一般冰箱內，箱內溫度自 42°F 到 50°F 之維持，可使蒸發器內溫度降低到 17°F 或 18°F 時獲得，然後停機直到蒸發器內溫度升起到 29°F 或 30°F ，此時恆溫器可再令壓縮機開動。

一簡單的控制

最早期的恆溫控制，如圖 2 所示，利用一溫度計水銀柱的高低作為控制的手段。

這種溫度計的水銀柱比較粗，整個柱體用黃銅製成，而水銀球包封在一多孔的柱體中。全部儀器安裝在一滿水槽的蓋上，使水銀球伸入滷水（Brine）中。

滷水溫度的上升使得水銀柱也上升，直到水銀接觸上方的固

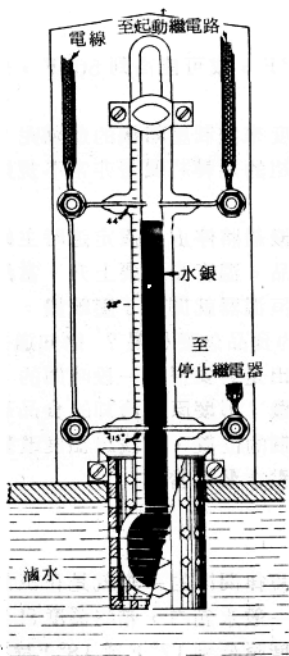


圖 2 溫度計式控制

定電極，使得兩個接點接通因而開動了壓縮機。接點用白金或合金線製成，以避免因溫度下降水整柱下降脫離接點斷路時所造成的火花所燒毀。

這種配置不能形成電路的瞬時接通或斷開。然而早期的冷凍設備上，這却是由手動控制進步到自動控制的一個突破進展。

雙金屬片恆溫器

最簡單的控制型式之一是使用雙金屬片恆溫器。雙金屬片這一名詞表示兩種不同脹縮係數的金屬片沿全長焊合在一起，如一片為黃銅，另一片為鋼，見圖 3。注意當雙金屬片在冷時伸直便斷開了接點。

作用原理

物體都有熱脹冷縮的現象，即其體積會隨溫度變化，且其程度均不相同。如果把兩種脹縮係數不同的金屬物體焊合，它們就不能獨立脹縮；因此，當受熱時，它們變成彎曲狀如圖 3 ②。

在圖 3 ②中，由於黃銅的脹縮係數大於鋼，所以一受熱會向右彎而接觸了一個接點，造成一電路的接通。若冷到相當程度，它又會伸直而跳開了接點，如圖 3 ①，因之電路又斷開。

但因為雙金屬片彎曲或伸直的動作緩慢，不適宜直接去作動一電的接點，所以像這種簡單的溫度控制法在現代的電冰箱中已

不使用。然而，雙金屬片的原理却到目前仍舊應用在電冰箱的控制回路上。

摺箱式控制

作用原理

圖 4 是一張箱單摺箱式溫度控制的草圖。它的控制動作基於在感溫球內充填的易揮發性液體（冷媒）之脹縮。

當在感溫球內的液體（通常是與系統內同一種的冷凍劑）由於冰箱內的溫度升高受熱後即揮發成氣體，進入摺箱（Bellows）或稱伸縮囊中，因膨脹而向上頂起一支槓桿，使右方的接點接通而開動了馬達與壓縮機。當蒸汽過冷又凝縮成液體，使摺箱內產生部份真空，摺箱收縮而接點又被斷開，因此停止了馬達與壓縮機。

大家都知道一個電的接點，無論接觸或斷開，必須迅速確實，要能瞬間動作，不可以慢慢接觸或慢慢離開，不然接點之間會跳火花而終至燒毀了接點。因之在實際上，圖 4 的槓桿不能直接去控制接點，在槓桿與接點之間必需要加上一個瞬動機械，如肘節開關或壁上開關似的樣子。

構造上的特徵

早期的摺箱恒溫控制器的剖面圖如圖 5。在下方的中空柱桿中，有易揮發的液體，能隨溫度的高低膨脹收縮，直接作用於其

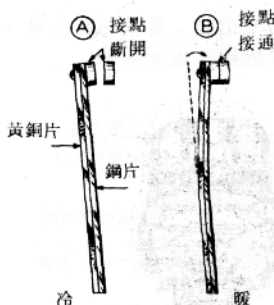


圖 3 雙金屬片控制

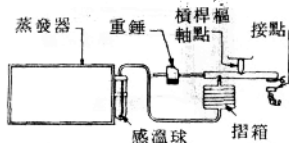


圖 4 摺箱式恒溫控制之原理

上方的摺箱。當摺箱膨脹時，迫使一桿上頂，使通一開關接點而讓壓縮機馬達運轉。

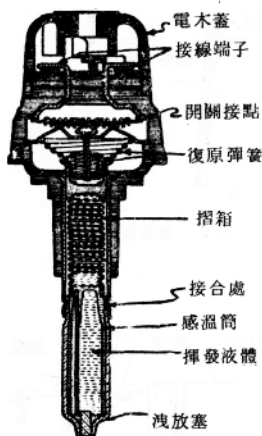


圖 5 早期的摺箱恒溫控制器

當溫度在冷凍系統下降時，柱桿內的揮發液體收縮，摺箱收縮，而開關接點被復原彈簧跳開，因之停止了壓縮機馬達的運轉。

這種控制作用範圍的調整，可以把能轉動的電木蓋向右或向左轉一圈，這樣就可以加長或減短接點間的距離，也就是說摺箱必須較原先伸得更長或更短一點才能接通接點，如此便能控制壓縮機運轉的時間。但這種控制的範圍很狹窄，只有 3°F 到 5°F ，是不太適合實際需要的。

調整之需要

上述溫度控制器在剛出世時是不能調整的。因此作用範圍係決定於工廠內製造時充填揮發液體量的多少。工廠要決定在切入與切出點溫度間的範圍，並在恒溫控制器上註明。但實際在使用時常不能獲得如所註明的溫度控制，又不能修理，所以不久就改良成為可調整式了。

可調整控制

一可調整的恒溫控制器示於圖 6 中。在這個恒溫器的桿管中，充填了揮發性的液體，其蒸氣可使摺箱頂部上移。

當溫度上升，摺箱膨脹，推使一自由移動的電木推桿向上頂住一可撓的金屬推桿，當到達向上之力的臨界點，彈簧與擋機

械使兩接點瞬間接觸而造成電的通路。當擋箱收縮時，會有逆向動作發生；而彈簧與擋葉機械會使接點瞬間跳開，以防止接點之間發生火花。

調整

在圖 6 中，有一部份為“調整螺絲”。當向某一方轉動，此螺絲可伸長或縮短擋箱的可能膨脹度，因而減少了或增長了壓縮機的運轉時間。由此，也就降低或升高了切出或切入點。

恆溫器調整螺絲上有一個刻度盤，作 1 到 5 的分度。轉動此刻度盤，則這恆溫器能夠在 31°F 切入點與 27°F 切出點之限度內調整；此最大和最小的溫度限度係在工廠內已決定好，並不能變動。

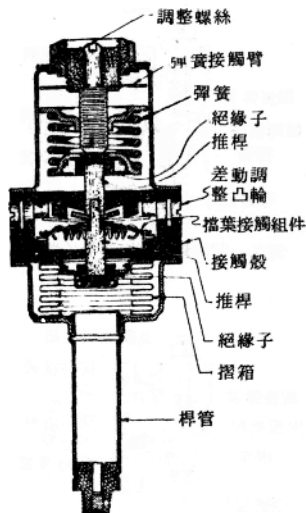


圖 8 可調整式恆溫控制

瞬動控制

圖 7, 8 及 9 示在較現代化設計的擋箱型恆溫的控制上，肘節開關如何作瞬間的動作。圖中的舉例也說明了所有類似恆溫控制的作用原理，而不論設計上的細節有若何的不同。

“斷開”位置

在圖 7 中，調整彈簧的壓力迫使擋箱橫桿向下。一傳動彈簧位於擋箱橫桿之末端者轉而動作一時節橫桿向上，使一推桿被頂向上，從而斷開了一接點。

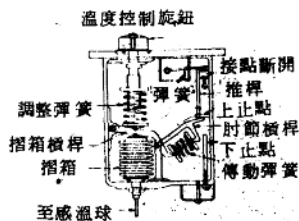


圖 7 開關斷開時的肘節位置

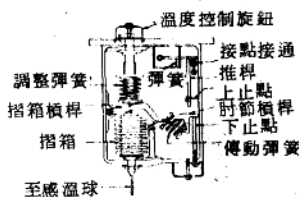


圖 9 開關接通後的肘節位置

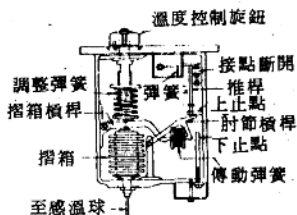


圖 8 剛在開關接通之前的肘節位置

顯然，系統裏的蒸發器是夠冷的，因為摺箱並沒有足夠的壓力使其膨脹來對抗彈簧的壓力。

溫度的上升

控制用的感溫球位於蒸發器。當蒸發器溫度上升，使感溫球中的氣體膨脹，因之迫使控制用的摺箱也跟著伸長。

圖 8 中，摺箱已伸長，迫使摺箱槓桿向上抬。傳動彈簧改變位置，已被壓緊，將要迫使肘節槓桿突然向下。此指示蒸發器已開始暖起了。

“接通”位置

若感溫球再受熱，摺箱再伸長，傳動彈簧的左端便超過了中線點，彈簧的再伸展便會迫使肘節槓桿突然向下，推桿掉下而接通了接點。如此也開動了壓縮機馬達。壓縮機一運轉，蒸發器溫度會下降，摺箱內的壓力也要消失，便會開始縮短。

當摺箱縮短，上方調整螺絲的壓力又迫使摺箱槓桿向下，又將壓縮傳動彈簧左端超過了中線點，彈簧又會突推肘節槓桿向上

，瞬間頂開接點，壓縮機又停止，也再恢復了圖7的情況，準備作再度的循環。

範圍的調整

現在，讓我們看看控制如何調整以改變“作用範圍”。

首先，假定摺箱的膨脹如圖7所示者對應於 -15°F 的蒸發器溫度，而摺箱的膨脹如圖9所示者對應於 -27°F 的蒸發器溫度。此表示這個特定的電冰箱的作用範圍將在 27°F 切入與 15°F 切出之間。

現在讓我們進一步假定這溫度是太低了，我們希望能上升作用範圍。換言之，某些食品在水箱中會凍結，因之我們必須改進這缺點。

減小彈簧張力的效應

我們知道控制摺箱膨脹是因為膨脹的氣體壓力作用於摺箱內。我們也知道調整螺絲這一事實，它施於一反作用壓力於摺箱內，以限制摺箱的膨脹。

顯然，如果我們減小調整彈簧張力，將使摺箱的膨脹變得較易。也就是說，蒸發器用不著暖起很大，就能獲得控制感溫球內揮發氣體有足夠的膨脹。因之，可見減小彈簧張力能降低在水箱內的溫度。

增加彈簧張力的效應

另方面，如果我們增加調整彈簧的張力，那麼摺箱內必須有更高的壓力才能對抗調整彈簧而作動摺箱槓桿，因之必須水箱內有更高的溫度才能使感溫球內揮發氣體發生如許之壓力。此即是把調整彈簧張力調緊，控制的切出點提高，水箱內的蒸發器的溫度就會提高。

依上述，在此一特殊例子的情況下我們可能提高切出點（壓縮機停止的溫度）自 15°F 至 20°F ，及切入點自 27°F 至 32°F 。依普通一些的看法，是增加彈簧張力提高冰箱內的溫度。

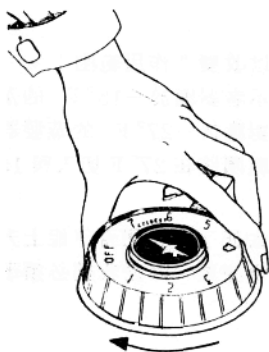


圖 10 恒溫器的控制刻度盤

記住當我們調整工作範圍，我們就同時改變了切入及切出點。假如冰箱內溫度在 32°F 切入及 20°F 切出之下仍嫌不夠低，我們可以減少彈簧張力以對抗摺箱，因而就降低了溫度範圍。

實際上，當主婦轉動冰箱內或外部裝置的溫度控制刻度盤時便已在作調整工作了。這個冰箱的溫度控制不一定需要技術人員才能動它，人人都可以調整。但是，如果沒有調整之必要，最好不要常常去動它。以免引起故障（圖 10）。

改變溫度範圍

假定冰箱的溫度工作範圍較所欲者為高，我們可以照如下所述來降低，讓我們假定溫度控制刻度盤原先置定“5”（圖 10），如果轉到“7”，那就是最冷的位置；如果仍嫌不夠，可把刻度盤自轉軸上提起拿出，轉到“1”的位置再插到恒溫開關轉軸上。

如果這時再把刻度盤轉到“5”，而實際上等於你轉到了“12”的位置，此將使冰箱內的溫度更趨寒冷。

如若要提高冰箱的溫度工作範圍，將上述手續反向作就可以了。一般刻度盤上常有較冷或較暖的轉向箭頭標誌，告訴你正確調整方向。

有些控制必須首先轉到所欲溫度。然後把固定刻度盤到轉軸的螺絲鬆開；然後用一螺釘起子塞入以穩住轉軸，同時將刻度盤