



實用電工叢書



電 冰 箱

馬 元 驥 編 譯



實用電工叢書序

這部叢書，是浙江大學的幾位同志在課餘時間中依照柯尼氏電氣技術學校所編著的應用電工叢書而編譯的，惟在內容方面則稍有增刪。這部叢書的主要優點，在於非常實用，不涉高深理論，以很淺近的解釋來說明各種電機電器的運行原理，以及電機電器的維護與修理。因此它不僅是學習電氣技術者的良好的自學資料，同時也可作為其他工程工作人員在工作中查考之用。我想這部叢書的出版，對於科學技術知識的普及和解決工作中的問題，一定可以起一些作用。為了使這部叢書的收效更大，內容更充實而適合於我國情況起見，希望讀者能多多提供意見，以為修訂時的參考。

王國松 1953年 浙江大學

目 錄

第一章 電冰箱製冷原理	1
1. 製冷的意義	1
2. 冷和熱的性質	6
3. 熱的傳播	9
4. 顯熱與潛熱	11
5. 壓力對蒸發溫度的影響	13
6. 製冷原理	17
7. 蒸發製冷法	20
第二章 製冷系統和製冷循環	23
1. 機械製冷機的機件	23
2. 製冷循環	28
3. 製冷機的循環圖	30
4. 封閉式製冷機	36
5. 雙溫度電冰箱	38
6. 複式製冷機系統	40
第三章 電冰箱各機構的構造及其工作情況	43
1. 往復式壓縮機	43
2. 旋轉式壓縮機	49
3. 固定葉片旋轉式壓縮機	50
4. 齒輪式壓縮機	51
5. 凝結器	52
6. 蒸發器	55
7. 直接式和間接式蒸發器	56
8. 蒸發器的溫度	57
9. 蒸發器充油	59

10. 控制閥、低液面及高液面浮子閥.....	60
11. 毛細管.....	62
12. 自動膨脹閥.....	64
13. 恆溫式膨脹閥.....	67
14. 壓力式電源控制開關.....	67
15. 壓力式電開關的校正.....	70
16. 冷卻控制開關.....	70
17. 雙金屬恆溫器.....	72
18. 袖珍式控制開關.....	72
19. 電動機.....	73
20. 冰櫃.....	74
第四章 製冷劑和潤滑油.....	76
1. 通常用的製冷機.....	77
2. 二氧化硫.....	80
3. 檢查製冷機時應注意的事項.....	81
4. 氯甲烷.....	82
5. 氟氯烷.....	84
6. 氨.....	84
7. 二氧化碳.....	85
8. 甲酸甲酯, 二氯甲烷及氯-114.....	86
9. 製冷機用的潤滑油.....	88
第五章 吸收式製冷機.....	91
1. 吸收式製冷系統的循環.....	92
2. 氣冷吸收式製冷機.....	94
3. 斷續吸收式製冷系統.....	95
第六章 電冰箱裝置法.....	98
1. 裝置電冰箱的方法.....	98
2. 電冰箱分離裝置法.....	100
3. 捲邊螺旋式接頭聯接法.....	103
4. 焊合式接頭.....	105

第一章 電冰箱製冷原理

人工製冷技術發明已有百餘年，最初因機械構造複雜而效率不高，因之應用不廣。近年來對此方面的研究進步甚速，不但工業上已能使用各種方法製冷，即是家庭中也可使用小型製冷機械冷藏食物，同時屋內空氣狀況也可應用空氣調節裝置加以改善。

用電力運轉的電冰箱，便是最適宜家庭應用的製冷裝置，能冷藏食物及飲料等，使我們解決了保藏食物的問題。新式電冰箱的構造如圖 1 與 2 所示。

1. 製冷的意義 凡是能奪取物體或空間內含有的熱量，使該物體或空間降低溫度的方法，稱為製冷。

數百年前，人類就知道用各種方法來冷藏物品，將食物存放在冷的地窖裏或冷的溪水中。有的將液體盛放在有細小孔眼的石器中，它從細小孔眼滲漏出來，不斷蒸發使其餘液體得到冷卻，這與人體皮膚上的汗水蒸發時吸收體內熱量是相同的道理。由於上述各種方法僅利用自然現象，效率不高，溫度只能降低數

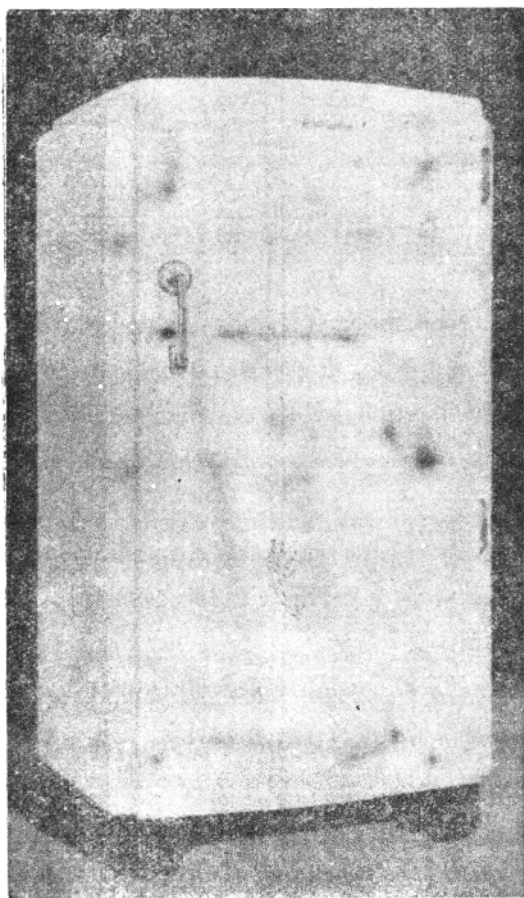


圖1. 新式電冰箱外形。

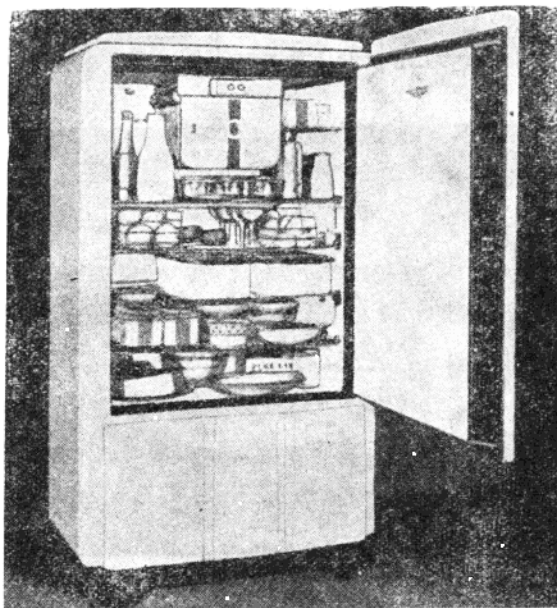


圖 2. 電冰箱冰櫃內部情形。

度而已。

在人造冰的技術尚未發明前，人們在冬天寒冷時把天然冰塊藏在地窖裏，到熱天取來應用。這種方法直到現在仍有人應用着。

自從機械製冰發明後，由於社會的進步，人類生活水準的提高，冰塊應用範圍日見擴大。故製冰工程在城市中已成為一種龐大的工業。

最適宜的製冷裝置就是電冰箱，效率很高，使用方便，因此問世後應用很廣，使用數量日漸增加。圖 2 與 3 就是通常應用的電冰箱。

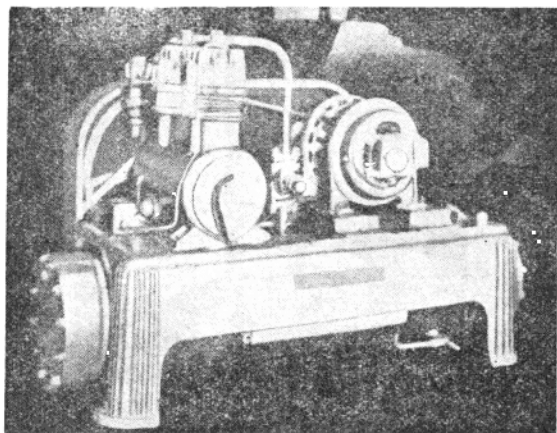


圖 3. 電冰箱製冷機構。

食物放在炎熱的地方，就會腐爛或變質。這是由於食物中細菌生長的緣故。細菌在較高溫度下繁殖很快，但溫度低於攝氏 5 度至 7 度時就不能繁殖。製冷機的主要功用就是降低食物溫度，防止細菌繁殖。圖 2 所示的電冰箱可以冷藏各種物品。圖 4 是大型冷藏庫的內部情形，可以儲藏水果及其他物品。

新式電冰箱不但能準確而恆等的保持適合一般食品需要的冷卻溫度，而且能得到很低的溫度，甚至達攝氏零下 18 度左右，用來凝凍冰塊、冰淇淋及其他冷飲食物。又因為製造精良，不易發生故障，如能適當的使用和衛護，可應用數年而不損壞。

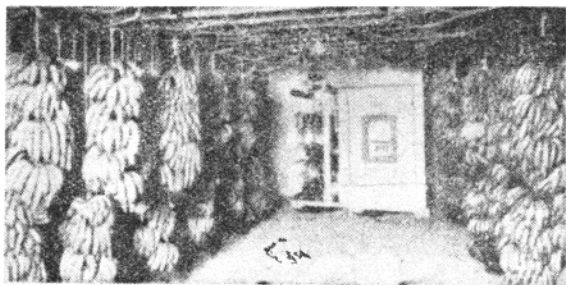


圖 4 大型冷藏庫的內部構造。

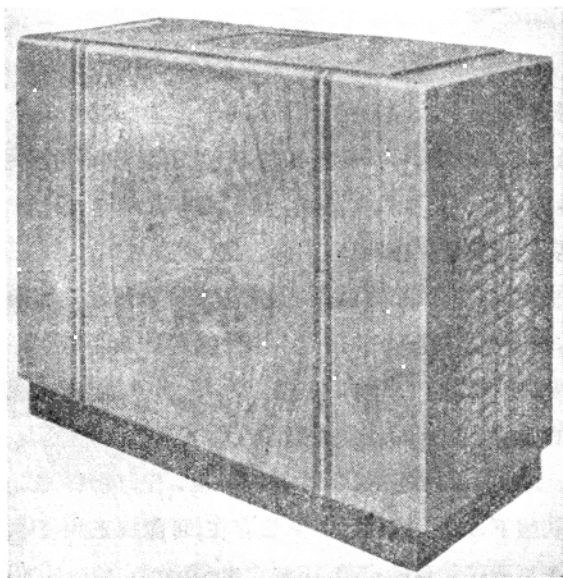


圖 5. 小型室內空氣冷氣機。

2. 冷和熱的性質 要明確製冷機的原理,首先應明瞭熱和冷的性質。熱是一種能量,也就是物體內原子和分子的運動性,任何物體的分子都在運動。冰雖是冷的,但它的分子也在運動。比較地說來,熱物體的分子運動較為迅速,而冷物體的分子運動則較緩慢。

地球上的熱量,依靠太陽光線供給,但是燃燒木材、煤炭、油類時也能發出熱能。熱能給人類帶來了幸福,推向科學世紀,大家都說它是一切工業的生命。

大氣中的空氣,即使是最寒冷氣候下,也具有一定量的熱能。各種物質,不論是固體、液體或氣體,多少含有一些熱量。固體物質如不斷吸收熱量,便能增加分子的運動速度,融化成液體,若繼續獲得熱量,可蒸發成氣體。例如冰吸收熱量就融化成水,水再加熱即汽化變成水蒸氣。參看圖 7。

冷表示無熱量存在,或者嚴格的說,就是缺少部份熱量。雖然我們能使用各種製冷方法,儘量奪取存在物體或空間內的熱量,但是絕對不能奪除全部熱量。因物體內分子仍在運動。

溫度在攝氏零下 20 度,已經很冷,冰和鹽的混合物能到達這樣低的溫度。用液體空氣能達攝氏零下 190 度的低溫。但理論上講,真正的零度是在攝氏零下 273 度,任何物質內的分子,在那種狀態下,均停止運動,無熱量存在,可謂真正的寒冷。

爲了更明確熱量的定義,因此定出一種測定熱量的單位,稱爲卡路里,簡稱卡,用以表示物質或空間所含的熱量數。卡分爲

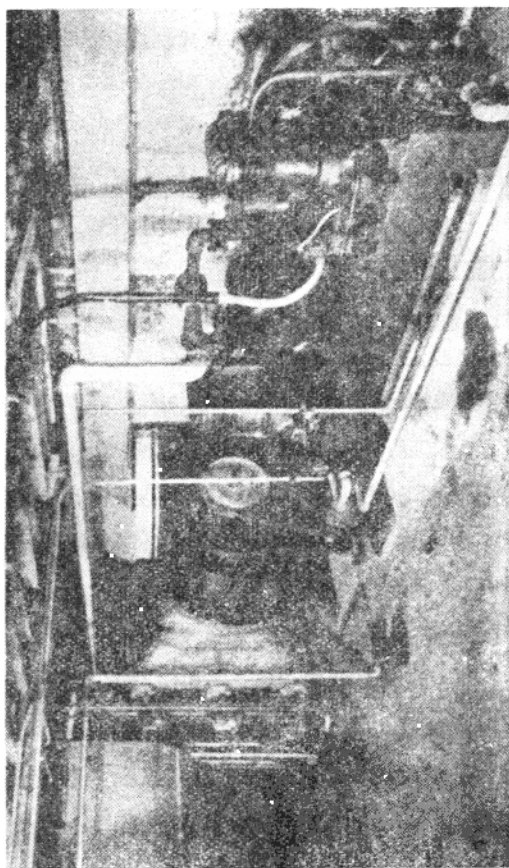


圖 6. 大型空氣調節裝置用的製冷機。

大卡、小卡兩種，把一公分重純水的溫度，升高攝氏一度所需的熱量叫一小卡。大卡等於小卡的 1000 倍，在工業上使用的熱量數字較大，故都用大卡作為熱量計算單位。

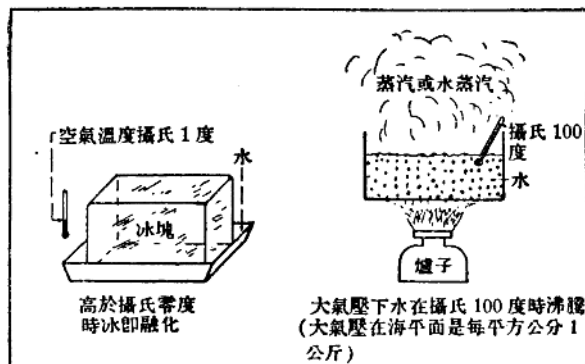


圖 7. 冰塊吸收熱量融化成水,水獲得熱量沸騰,蒸發變成蒸汽。

物質吸收熱能時,即增加其本身具有的熱量。溫度隨之上升。溫度就是衡量物質保有熱能大小的尺度,也就是用來精確表示物體實際的冷熱程度。常用的溫度標準有兩種,一種是攝氏度,另一種是華氏度,均以度數為單位。

溫度計就是測定溫度的工具,根據物體熱脹冷縮的原理製成的,利用裝在薄玻璃泡中的水銀,或其他液體,受熱後的膨脹程度來確定溫度高低。液體膨脹的程度,可從玻璃管外面刻度上讀得。圖 8 是攝氏度與華氏度溫度計的比較。兩種溫度數的換算方法如下:

由華氏溫度換算為攝氏溫度時,

$$\text{攝氏度} = 5/9(\text{華氏度} - 32)。$$

由攝氏溫度換算為華氏溫度時,

$$\text{華氏度} = 9/5(\text{攝氏度} + 32)。$$

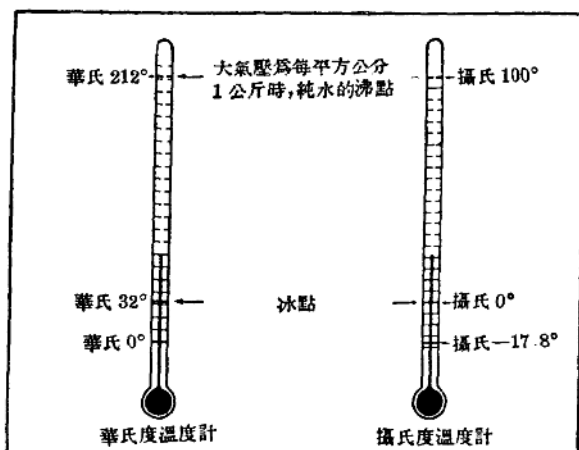


圖 8. 攝氏度溫度計與華氏度溫度計的比較。

3. 熱的傳播 熱能也是順從自然定律的，高溫度物質中的熱量，都有流向低溫度物質中去的趨向，直到二者溫度相等為止。

熱從一個地方，傳達到別一個地方，或由高溫側移向低溫側，稱為熱的傳播。傳播的方式有傳導、對流、輻射三種。

凡是熱從高溫處依靠物體的分子逐漸傳到低溫處的現象，稱為熱的傳導。例如將金屬匙的一端浸在熱水中，匙柄雖未與熱水接觸，但也感覺到熱。這便是熱量依靠傳導作用傳播的緣故。各物質對於熱的傳導，有難有易。凡容易傳導熱的物體稱為良導熱體，而很難傳導熱的物體稱為非導熱體。金屬物體大多是良導熱體，尤以銅比鐵或鉛為良。圖 9 A 表示傳導作用傳

熱的情形。

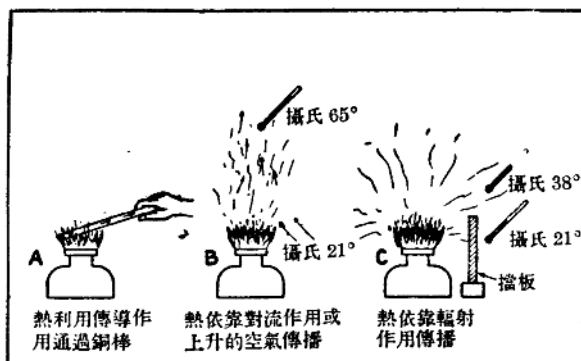


圖 9. 熱以三種不同方式傳播的情形。

熱量也可由對流作用傳播。氣體和液體，雖無傳熱的現象，但一部份受熱時，體積增大而密度隨之減小，即行上升，其四周冷的部份，就補充其地位，形成對流。熱量也就跟隨物體離熱源作循環的流動，漸次傳播熱量而及全部。見圖 9 B 所示。

氣體和液體也可利用人造方式使其循環流動，傳播熱量。例如用風扇將空氣吹過熱源，或使水流過熱的物體受熱傳播熱量。熱空氣暖室裝置，就是利用對流作用的原理散播熱量。

太陽、火爐和其他高溫熱源，都是利用輻射作用散播熱能。輻射熱線與光線非常相似，祇是週率較低和波長較長而已。圖 9 C 是輻射散熱的情形。熱能依靠輻射作用通過玻璃和空氣等介質，但被輻射波透過的空間其本身並不受熱而增加熱量。如一經被物體表面吸收後，立即轉變為熱。因此不與輻射線直接

接觸的物質，不會由輻射作用增加熱能。並且輻射熱線常以直線進行，不能改變方向，熱源與物體間用物遮隔，物體就不能得熱。

普通物體並不一定單靠某一方式傳播熱能，可由兩種或三種方式同時進行。例如鐵棒的一端插入火爐中加熱，當鐵棒從爐中取出時，其本身所含的熱量就有一部份依靠輻射作用傳播給四周物體。與鐵棒接觸的空氣受熱後，產生對流作用，將部份熱量傳往他處，同時其本身也會依靠傳導作用，將熱量傳至鐵棒的另一端，以及其他與鐵棒接觸的物體。

世界上雖然沒有絕對絕熱的物質，但有些物質導熱能力極低，我們就稱為絕熱物質，或不良導熱體。軟木、鋸屑、石棉及其他多孔和成纖維狀的物質，都是很好的絕熱物體，電冰箱冰櫃二壁間的隔層中，即需填裝上述絕熱物體。

4. 顯熱與潛熱 人體能感覺到的熱能通稱為顯熱。水在容器內加熱，若手浸在水中，就會覺得水溫在逐漸的升高，這便是水的顯熱含量增加的緣故。反之物體的顯熱含量減少，溫度便降低。

若將等量的熱，加於重量相等的各物質，則溫度的增加各有不同。也就是各物體變化溫度時所放吸的熱量彼此各不相等。例如一大卡熱量加於 1 公斤的水，溫度可升高攝氏一度。如加於 1 公斤重的冰，則溫度可升高攝氏 2 度。這就是水的比熱比冰大的緣故。

物質的比熱即是表示使該物質溫度升高或降低攝氏 1 度時，所吸收或放出熱量卡數。通常工業上以大卡/公斤，攝氏度表示之。並以水的比熱等於 1 作為基準。

氣體在等壓力狀態下與在等容積狀態下增加溫度時所需要的熱量並不相同，故又可分為等壓比熱及等容比熱。各種物質的比熱可見下列圖表。

物體比熱表

固 體		液 體		氣 體		
					等壓	等容
石棉	0.195	水	1.00			
銅	0.093	酒精	0.65	水蒸汽	0.48	0.36
鐵	0.119	汽油	0.54	二氧化碳	0.21	0.16
冰	0.502	水銀	0.03	二氧化硫	0.15	0.12
軟木	0.485	油	0.45	氫	0.52	0.40
銀	0.056	氯化鈣溶液	0.75	氫	3.41	2.42
木塊	0.65	甘油	0.58	空氣	0.24	0.17

物質溫度變化時需增減的熱量，就是將該物質的重量與其比熱及溫度變化度數三數相乘所得之積。

物體發生物理變化，由固體熔融成同溫的液體，或由液體蒸發成同溫度氣體時，也需加入熱量。例如使 1 公斤攝氏零度的冰變成攝氏零度的水需吸收 79.6 大卡熱量。也就是任何物體進行物理變化時，需吸收或放出若干熱量而物質的溫度仍保持不變。由於此時加入的熱量在溫度計上不能顯示出來，故稱為潛熱。物體由固態融化成同溫度液態時，需加入的熱量稱為融化潛熱。液態變成氣態時所需的熱量稱為氣化潛熱。根據實驗

結果，1 公斤攝氏 100 度的水變為攝氏 100 度蒸汽時需要 539.27 大卡熱量（一般多簡化為 539 大卡）。1 公斤攝氏零度的冰融化為同溫度水時需吸收 79.6 大卡熱量。

物質由固態變為液態，或由液態變為氣態需吸收熱量，這些熱量貯存在物質內部，當冷卻而重復變成固態或液態時，仍能將全部熱量放出並不減少。所以物質由氣體重復凝結液體時，必須移去它在蒸發時所吸收的蒸發潛熱。例如移去水蒸氣的熱量，則便冷凝成水。熱空氣通過冷玻璃管或金屬管時，水份便在管子外壁凝成水氣。

5. 壓力對蒸發溫度的影響 地面上包有一層很厚的空氣層，稱為大氣。空氣既有重量，所以地面的物體都受其壓力，這種壓力稱為大氣壓。海平面上的大氣壓為每平方公分 1 公斤。但在高山頂上或在數千公尺的上空，大氣壓每平方公分就少於 1 公斤。

低於大氣壓壓力稱為真空，準確一些應稱為部份真空。真空程度可用真空錶測定，通常以水銀柱高公厘數為單位。若完全真空即無壓力存在，則為 760 公厘水銀柱真空。通常抽氣機祇能達到 740 公厘水銀柱真空。

水在大氣壓下沸點為攝氏 100 度。若充裝在密封的盛器中，並將作用在水液面上的壓力增加至每平方公分 1.75 公斤左右，水溫必須達到攝氏 130 度才沸騰；降低作用在水液面上的壓力，使其低於大氣壓 254 公厘水銀柱真空，則在攝氏 89 度時水