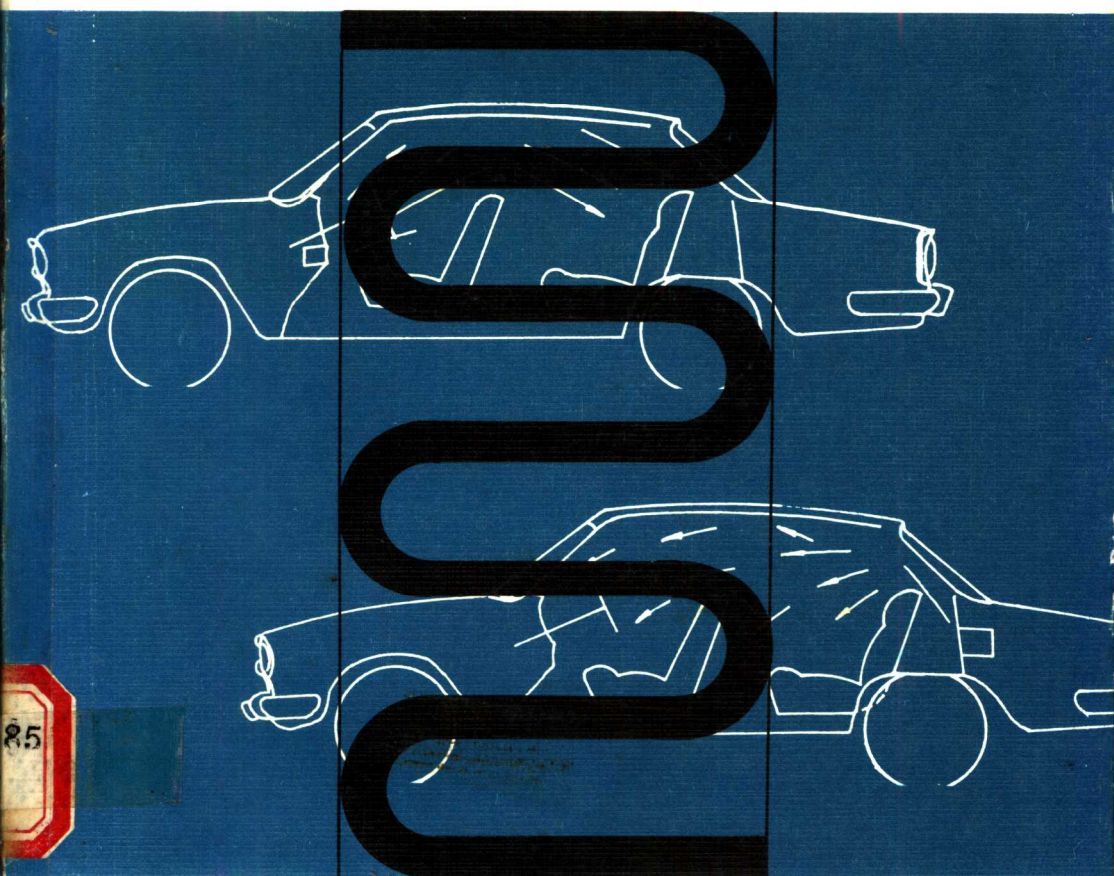


最新部訂課程標準

汽車冷氣

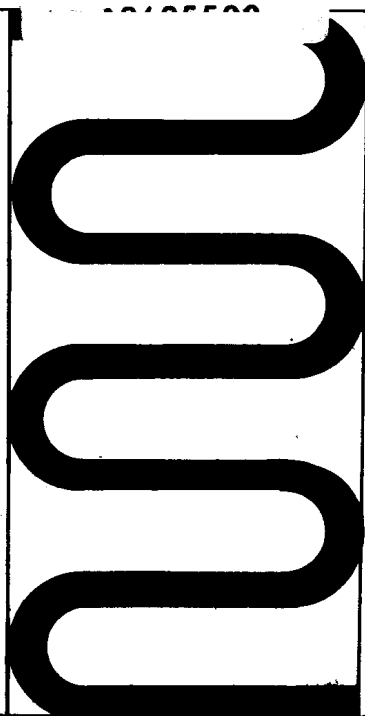
林振江 吳啓明 合編



全華科技圖書公司印行

最新部訂課程標準

汽車冷氣



全華科技圖書公司印行

編 輯 大 意

1. 本書係根據教育部六十三年二月修訂公佈之高級工業職業學校汽車修護科汽車冷氣設備編輯而成。
2. 本書分爲十章，前六章爲冷氣基本原理，後四章爲實用檢修。
3. 本書可供高工汽車修護科第三學年選修汽車冷氣之用，足供一學期，每週二小時授課之用。
4. 本書對於汽車冷氣之構造原理有詳細之闡述，關於檢修方法也有極詳盡的介紹，附精美插圖甚多，適於初學者自修之用，尤適於高工程度之學生，大專程度之讀者也可做爲複習之用。
5. 本書的特色爲原理及檢修並重，理論與實際相輔相行，爲從事汽車冷氣工作者，最實用之參考工具書。
6. 本書所用的名詞依教育部公佈之機械工程名詞爲準，間亦採用汽車界習用之術語，並附英文原名，以資對照。
7. 本書於授課之餘編寫而成，疏漏之處，在所難免，尚祈諸先進不吝指教。

編者 謹識

六十七年四月於中區職業訓練中心

全華圖書公司

**感謝您
全華**

感謝您選購全華圖書！
希望本書能滿足您求知的慾望！

圖書之可貴 在其量也在其質

量指圖書內容充實、質指資料新穎够水
準，我們就是本著這個原則，竭心
盡力地為國家科學中文化努力
，貢獻給您這一本全是精
華的全華圖書。

目次

第一章 緒論

1-1 概說.....	1
1-2 汽車冷氣發展史.....	1
1-3 汽車冷氣有關熱力學基礎.....	2
1-3-1 熱與冷	2
1-3-2 溫度.....	3
1-3-3 熱量單位	4
1-4 壓力.....	5
1-5 熱力學第一定律.....	6
1-6 熱力學第二定律.....	7
1-7 物質三態	7
1-8 熱的傳遞.....	9
1-9 蒸發.....	10
1-10 熱能種類.....	10
1-11 熱容量.....	12
1-12 比熱.....	13
1-13 飽和汽體與過熱汽體.....	14
1-14 臨界溫度與臨界壓力.....	14
1-15 焓.....	14
1-16 熵.....	15
1-17 濕度、相對濕度、濕度比.....	16
1-18 露點溫度.....	17

1-19 冷凍噸·····	18
---------------	----

第二章 基本原理

2-1 概說·····	21
2-2 汽車冷氣基本原理·····	22
2-3 早期汽車冷氣·····	23
2-4 冷氣系統循環·····	23
2-5 冷氣系統的組成機件及其作用·····	26
2-6 汽車冷氣的特性·····	27
2-7 影響體熱的因素·····	28
2-8 快適溫度·····	29
2-9 汽車置於太陽下車廂內各部位的溫度·····	29

第三章 冷 媒

3-1 概說·····	33
3-2 冷媒的必要條件·····	33
3-3 冷媒的物理特性·····	34
3-4 冷媒的化學特性·····	35
3-5 汽車冷氣所使用的冷媒·····	35
3-6 R-12，R-22及氨·····	36
3-7 冷媒R-12 的熱力學性質·····	39
3-8 冷媒R-12 的物理性質·····	39
3-9 各種冷凍機使用冷媒性能之比較·····	40
3-10 冷房能力的計算·····	40
3-11 冷房能力的計算實例·····	43
3-12 由蒸發器的入口與出口空氣的溫度求冷房能力·····	46
3-13 使用冷媒應注意事項·····	50

第四章 壓縮機

4-1 壓縮機的功用	53
4-2 壓縮機的裝置位置	53
4-3 壓縮機的種類	54
4-4 立式往復式壓縮機	54
4-5 斜板式壓縮機	58
4-6 迴轉式壓縮機	65
4-7 壓縮機的潤滑系統	68
4-8 壓縮機所需扭力的比較	68
4-9 電磁離合器	69
4-10 冷氣巴士所使用的冷氣系統	71
4-11 壓縮機所使用的冷凍油	71

第五章 冷凝器與蒸發器

5-1 蒸發器的功用	75
5-2 蒸發器的裝置位置	75
5-3 蒸發器的構造	76
5-4 蒸發器的作用	77
5-5 熱的移動路徑	78
5-6 蒸發器必須注意之要點	79
5-7 冷凝器的功用	80
5-8 汽車裝冷氣後風扇葉片之改裝	80
5-9 冷凝器之溫度變化	81
5-10 冷凝器的構造及裝置位置	81
5-11 冷凝器的作用	82
5-12 注意事項	83

第六章 膨脹閥、貯液筒、整溫器

6-1 膨脹閥的功用	85
6-2 膨脹閥的構造	85
6-3 膨脹閥裝置的位置	86
6-4 膨脹閥的作用	86
6-5 均壓管	88
6-6 感溫筒的裝置法	89
6-7 膨脹閥使用時應注意事項	90
6-8 貯液筒之功用，貯液筒必須具備下列的功能	91
6-9 貯液筒的構造	92
6-10 貯液筒的裝置位置	93
6-11 貯液筒的作用	93
6-12 貯液筒應該注意的要點	95
6-13 整溫器	95
6-14 整溫器的構造	95
6-15 整溫器的裝置位置	96
6-16 整溫器的作用	97
6-17 整溫器應該注意的事項	97

第七章 冷氣系統之安裝

7-1 安裝前應考慮的事項	99
7-2 安裝工作	101
7-3 壓縮機之安裝	101
7-4 冷凝器之安裝（小型車）	103
7-5 蒸發器之安裝（小型車）	104
7-6 貯液筒之安裝	105
7-7 冷氣之配管	105

7-8 電氣配綫及控制系統.....	106
7-9 冷氣安裝完成後之檢查.....	111
7-10 冷氣系統抽真空及充填冷媒.....	111

第八章 冷氣系統檢修

8-1 工作閥.....	115
8-2 檢修錶（歧管壓力錶）.....	117
8-3 冷媒探漏器.....	120
8-4 溫度計.....	121
8-5 冷氣系統之保養維護.....	122
8-6 抽真空及充冷媒系統.....	123
8-7 檢修錶的使用.....	123
8-8 工作閥之連接.....	124
8-9 從工作閥上拆除檢修錶.....	124
8-10 冷媒填充閥的使用.....	124
8-11 放洩系統中之冷媒.....	126
8-12 抽真空系統.....	126
8-13 系統冷媒之充填.....	128
8-14 檢查冷媒有否滲漏.....	131

第九章 檢查及修理

9-1 檢查冷媒量.....	135
9-2 檢查壓縮機冷凍油.....	137
9-3 檢查冷氣皮帶皮帶的鬆緊度.....	137
9-4 冷媒滲漏.....	138
9-5 壓縮機之更換.....	138
9-6 系統之清洗.....	139
9-7 壓縮機不作用之檢查.....	139

9-8 冷氣機出風口沒有冷氣吹出之檢查.....	140
9-9 冷氣幾乎完全消失，且故障的症狀非常明顯.....	140
9-10 車廂不能充分隔熱.....	141
9-11 流過冷凝器及水箱的空氣量不夠之檢查.....	141
9-12 故障判斷及排除.....	141

第十章 冷氣系統的性能試驗

10-1 性能試驗的步驟.....	151
10-2 性能試驗故障判斷及修護.....	152
10-3 系統的壓力與周圍溫度的關係.....	156
10-4 冷媒充入量的變化跟壓力的關係.....	159
10-5 冷氣系統各部位的溫度.....	161
附錄一 故障診斷表.....	163
附錄二 冷氣不冷之檢查.....	164
附錄三 故障檢查.....	165
附錄四 壓縮機離合器故障表.....	166
附錄五 壓縮機故障表.....	167
附表 1 R-12 之特性表.....	168
附表 2 冷凍油規格.....	169
附表 3 冷凍油規格.....	170
附表 4 冷凍油規格.....	170
附表 5 乾冰性質表.....	170
附表 6 冷凍噸容量表.....	171
附表 7 英吋公厘對照表.....	171
附表 8 力之分布.....	172
附表 9 容積換算表.....	172
附表 10 各種英制單位換算因素表.....	173

緒 論

1-1 概 說

工業日新月異，人民生活水準逐漸提高，以前視汽車為一種奢侈品之觀念，如今一變而認為係生活上所不可或缺之必需品。現代公路交通急劇發展的趨勢下，除了選用性能優越的車輛外，對於乘坐的舒適，及減少旅途的疲勞，頗為重視。尤其本省處於亞熱帶氣候夏季較長，在炎熱氣候下乘坐汽車代步或旅行，在汽車通風設備有限的條件及空氣污染的情況下，汗流夾背，甚以為苦。如何改善此種情況，使駕駛者與乘客視為一種享受，就有賴以空氣調節了。因此，冷氣已由以前的奢侈品、附屬品成為汽車必需品了。今日的汽車十有八、九均裝有冷氣，而且汽車冷氣因種種原因（如容易洩漏、充冷媒不當……等）較家庭用的冷氣機、冰箱，故障多的很多，故在汽車修護工作中常會遇到，從事汽車修護工作者不可不特別加以注意。

1-2 汽車冷氣發展史

2 汽車冷氣

- (2) 1927—1928 年汽車開始有空氣調節裝置，當時只是將進入車內的空氣過濾、加熱及通風等效果而已。
- (2) 1938 年巴士首次有了空氣調節。
- (3) 1940 年白卡公司 (Packard) 第一次用機械冷凍機置於車上，使汽車獲得了冷氣。
- (4) 由於二次大戰爆發，妨礙了汽車冷氣的發展，直到 1950 年初期，美國西南地區的需求才又告復起，許多大的廠商及代理商發現只要汽車上裝了冷氣，它們的銷路就會增加。
- (5) 1953 年裝有汽車冷氣者達 4 萬輛左右。
- (6) 1957 年上升至 40 萬輛，幾乎增加了十倍。
- (7) 1959 年再增加至 58 萬輛。
- (8) 1962 年接近了百萬大關。
- (9) 1965 年打破了兩百萬的紀錄。
- (10) 1967 年高達 354 萬輛。

今日的汽車冷氣更是普遍，幾乎所有出廠的新車均裝有冷氣。因為它們不再是奢侈品，而是必需品了。

1-3 汽車冷氣有關的熱力學基礎

1-3-1 熱與冷

大自然中，創造與控制各種生命的二項最重要的因素即是“熱”與“冷”。

就分子學上來解釋，熱是一項分子運動的效應，所有物質均由無數地小分子所組成，這些分子均以快速，不停地做不規律的運動，由於彼此間的摩擦，碰撞及震動因此產生了熱；分子運動增快，熱量即增加，溫度亦上昇，相反地分子運動緩慢，熱量減少，溫度降低；當絕對溫度為 -459.7°F (-273.16°C) 時，分子停止運動，熱完全消失，生命亦不存在。

熱是創造及發展生命的必要條件，但是它亦加速地破壞毀滅生命；冷

是熱的相對名詞，不冷即熱，當熱被抽除後即是冷，故冷一般表示低溫度的意思。熱為能的一種形式，我們由膨脹、熔化、燃燒、蒸發……等效應可接觸及感覺出來。物體中所含熱的多少稱為熱量。其意義與溫度顯然有區別。

1-3-2 溫度(Temperature)

表示冷熱的程度，稱為溫度，用作測量的儀器，叫溫度計，有利用液體、固體、電熱絲等的作用，受溫度的變化來指示溫度。根據溫度學說，溫度譬喻為分子運動的速度，當物體運動之速度低時，謂之在低溫度，反之則在高溫度，一般所使用的溫度計有攝氏溫度計及華氏溫度計兩種。

(1) 攝氏溫度 (Centigrate) (C)

攝氏溫度又稱公制溫度，其刻度規定以水的沸點及冰點為標準，以水沸點為攝氏 100 度，水的結冰點為攝氏 0 度，在 100 度與 0 度之間分 100 個刻度，以 C 符號代表。

(2) 華氏溫度 (Fahrenheit) (F)

華氏溫度是德國人華氏 (Fahrenheit) 於公元 1700 年左右制定的，當時他以鹽和水混合試驗所得之最低溫度定為華氏 0 度，水之冰點為 32 度，水之沸點為 212 度。在 32° 與 212° 之間分 180 刻度，以 °F 符號代表。

(3) 攝氏溫度與華氏溫度的換算

攝氏溫度 (°C) = $\frac{5}{9}$ [華氏溫度 (°F) - 32]

$$= \frac{\text{華氏溫度 } ^\circ\text{F} - 32}{1.8} \dots\dots\dots (1-1)$$

華氏溫度 (°F) = $\frac{9}{5}$ [攝氏溫度 (°C) + 32]

$$= 1.8 \times [\text{攝氏溫度 } (^\circ\text{C})] + 32 \dots\dots\dots (1-2)$$

(4) 絕對溫度 (Absolute Temperature)

在壓力一定之理想氣體，如升高其溫度 1°C 時，其體積增大此氣體在 0°C 時體積的 $\frac{1}{273}$ ，如溫度降低到 -273°C 時，恰好此氣體的體積等於

4 汽車冷氣

0，此時之溫度稱為絕對溫度。係熱力學上最低之溫度，又稱克氏溫度（Kelvin）0度以K符號代表之。英制的絕對溫度 0°R 是以藍氏（Rankin）表之。

$$0^{\circ}\text{K} = -273^{\circ}\text{C} \quad 0^{\circ}\text{R} = -460^{\circ}\text{F}$$

(5) 在工程上，常應用此四種溫標

華氏、攝氏、藍氏、克氏故將關係簡示如下圖：

$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{K}$	$^{\circ}\text{F}$	$^{\circ}\text{R}$
100	373	212	672
0	273	32	492
-40	233	-40	420
-273	0	-460	0
攝氏 克氏		華氏 藍氏	

$$T_K = ^{\circ}\text{C} + 273 = \frac{5}{9} T_R \quad (1-3)$$

$$T_R = ^{\circ}\text{F} + 460 = \frac{9}{5} T_K \quad (1-4)$$

1-3-3 熱量單位

度量熱量的單位，分“英熱單位”與“公制熱量單位”兩種：英熱單位簡稱為“B.T.U”（為British Thermal Unit縮寫），1B.T.U為一磅的水升高華氏一度所須的熱量。但因水之密度隨溫度的高低及含離質量的多寡不同，故所升高間之溫度不同，如 40°F 至 41°F 與 86°F 至 87°F ，而造成微小之誤差。嚴格來說 $= 1\text{B.T.U}$ 為一磅之純水溫度由 32°F 升至 212°F 之 $\frac{1}{180}$ 。

公制的熱量單位為“卡路里”簡稱卡（Calorie or Cal），一卡為一克的水升高攝氏一度所須之熱量。與英制單位相同，嚴格來說應為：一克純水溫度由 0°C 升至 100°C 之 $\frac{1}{100}$ 。

$$1\text{仟卡}(\text{Kcal}) = 1000\text{卡}(\text{cal})$$

應用上，英熱單位與公制熱量單位常須互相換算，其關係如下：

$$\text{因 } 1 \text{ 磅} = 453.6 \text{ 克} \quad 1 \text{ 公斤} = 2.2 \text{ 磅}$$

$$1 \text{ K cal} = 2.2 \times \frac{1}{5} = 3.968 \text{ B.T.U}$$

$$1 \text{ B.T.U} = 4.536 \times \frac{1}{5} = 252 \text{ cal}$$

1-4 壓 力 (Pressure)

所謂壓力，係指以直接加於每單位面積之力而言，其單位有使用 kg/cm^2 （公制）及 lb/in^2 （英制）。兩者之關係如下：

$$1 \text{ lb/in}^2 = \frac{1}{14.2} \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{或 } 1 \text{ kg/cm}^2 = 14.2 \text{ lb/in}^2$$

(1) 絕對壓力

壓力計測量壓力時，由於大氣壓力有壓力差存在，故壓力計上所示的壓力之值，實代表與大氣之壓力差。一般稱為表壓力，故知壓力表上指針在 0 時，實際上即具有 1.03 kg/cm^2 或每平方吋 14.7 磅的壓力。若測量壓力時，以 1 大氣壓力計算在一起的壓力，則稱為絕對壓力。以 P_a 表之。

$$\text{絕對壓力} = \text{表壓力} + \text{大氣壓力} (1.03 \text{ kg/cm}^2 \text{ or } 14.7 \text{ lb/in}^2)$$

..... (1-5)

$$\text{表壓力} = \text{絕對壓力} - \text{大氣壓力} \text{..... (1-6)}$$

(2) 真 空 (Vacuum)

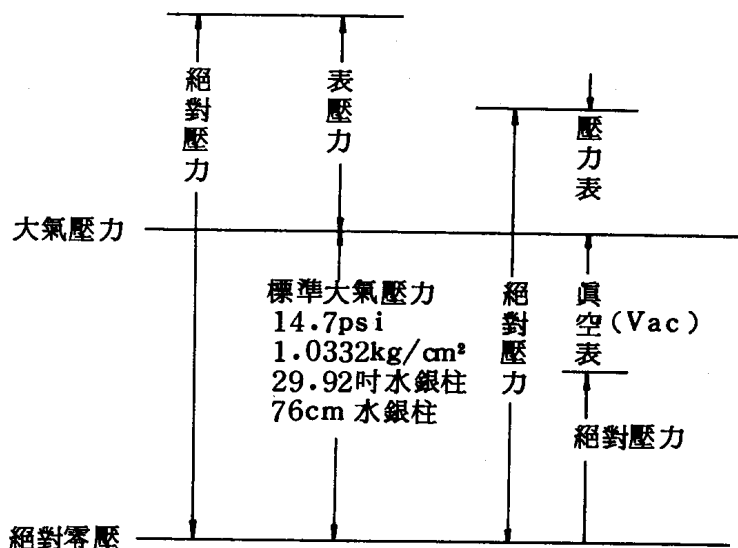
在標準大氣壓為水銀柱高 76 cm 或 29.92 in, $P_a = 1.033 \text{ kg/cm}^2$ ，或 14.7 lb/in^2 時，而冷媒在冷氣機內之壓力，有時在大氣壓之下，其壓力指數為負。此負壓稱為真空。若真空度為 $h \text{ cmHg}$ 之絕對壓力為 $P \text{ kg/cm}^2$ ，其關係式如下：

$$P = 1.03 \left(1 - \frac{h}{76} \right) \text{..... (1-7)}$$

$$h = 76 \left(1 - \frac{P}{1.03} \right) \text{..... (1-8)}$$

(3) 各種壓力值間關係如下：

6 汽車冷氣



例題：

壓力錶所指示真空壓力為 20cmHg Vac，求此時絕對壓力多少？

解：代入公式 (1-7)

$$\begin{aligned}
 P &= 1.03 \left(1 - \frac{h}{76} \right) \\
 &= 1.03 \left(1 - \frac{20}{76} \right) \\
 &= 0.76 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

1-5 熱力學第一定律

熱力學第一定律係能量不減定律及熱與功之間的關係綜合而得，說明“熱”與“功”之間變換的關係。當由熱生功，每單位功的發生，必有定量熱的損失；反之言之，若由功生熱，做每單位之功，必有同量的熱再行發生，故能量以各種形式存在，但既不創造亦不能毀滅。

功變熱或熱變功之換算方法可由下列式中求得：

$$Q = AW \dots\dots\dots (1-9)$$

$$W = JQ \dots\dots\dots (1-10)$$

式中 Q = 熱量 (B.T.U)

W = 功, (呎磅)

J = 熱之功當量 = 778 呎磅 / B.T.U

A = 功之熱當量 = 1/778 BTU/呎磅

1-6 熱力學第二定律

熱力學第一定律，係說明熱與功間可以互換且互換時有一定之關係。而熱力學第二定律係說熱變功有一極限，吸取定量的熱而作同量的功為不可能，其間必關係於能量之消耗。故熱力學第二定律有兩種公認的說法：

(1) 克勞斯(Clausius) 說法：

在大自然中，熱由高溫度傳向低溫度；若熱由低溫度傳向高溫度，必須由做功獲得。

(2) 凱文—普林克 (Kelvin—Planck)

欲將熱完全變為功為不可能，其中必有熱能之損耗。這可由一般之引擎的作用來說明，當引擎內汽油燃燒所生之熱能，經傳動而做功，但排出的氣體所含的熱能，即為熱能之損失。

1-7 物質三態

物質存在的形態有三種即固體、液體與氣體。

固體具有一定的形狀與體積；液體僅有一定的體積却沒有一定的形狀，其形狀隨容器的不同而改變；氣體既沒有一定的形狀亦沒有一定的體積，隨容器的不同而改變形狀且充滿於整個容器中。

物質的三態常因吸取熱或放出熱量而改變如圖 1 - 1 所示，故我們利用物質三態變化之吸熱放熱反應達到我們“製冷”“製熱”的目的，亦為