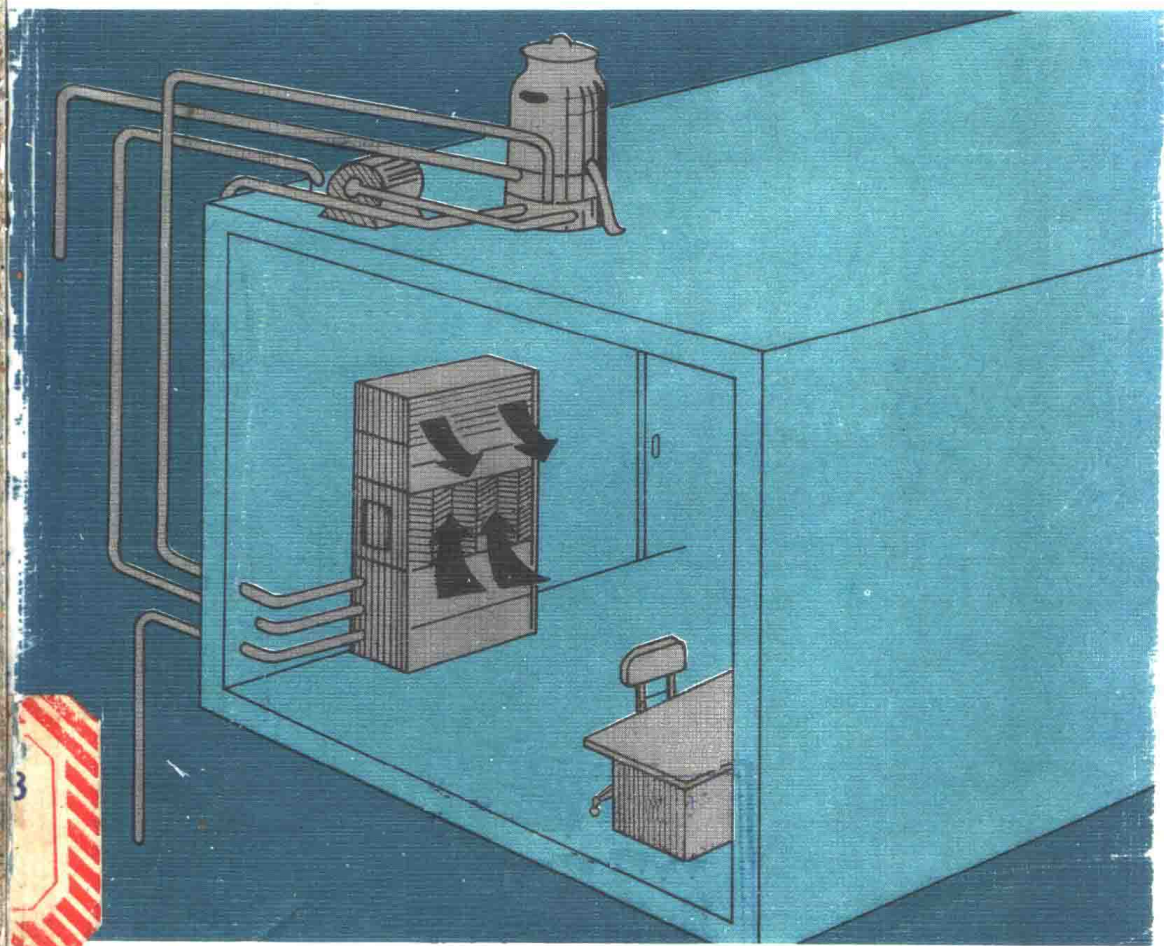


冷凍空調概論

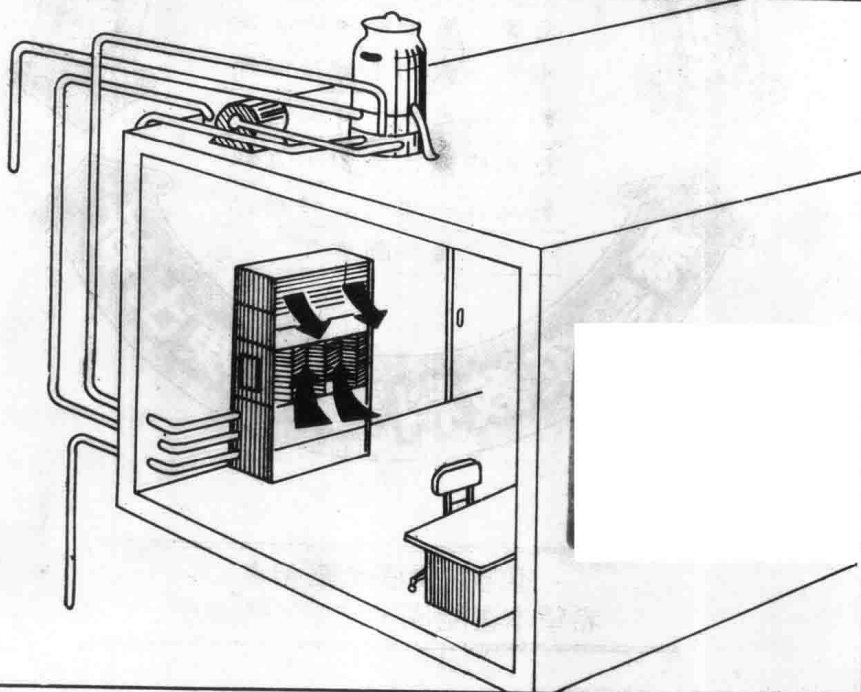
蕭明哲 編著



全華科技圖書股份有限公司

冷凍空調概論

蕭明哲 編著



全華科技圖書股份有限公司

10652/07



全華圖書

法律顧問：陳培豪律師

冷凍空調概論

蕭明哲 編著

出版者 全華科技圖書股份有限公司

地址 / 台北市龍江路76巷20-2號2樓

電話 / 5 8 1 1 3 0 0 (總機)

郵撥帳號 / 0 1 0 0 8 3 6 - 1 號

發行人 陳 本 源

印刷者 華 一 彩 色 印 刷 廠

門市部 全友書局(黎明文化大樓七樓)

地址 / 台北市重慶南路一段49號7樓

電話 / 3 6 1 2 5 3 2 • 3 6 1 2 5 3 4

定 價 新臺幣 160 元

再版 / 74年 3 月

行政院新聞局核准登記證局版台業字第〇二二三號

版權所有 翻印必究

圖書編號 044473

編輯大意

冷凍空調設備在家庭方面已經由以往之奢侈品轉變為今日之生活必需品，在商業界更屬於最有效之生財器具，而在工業界，則是生產或製造過程中不可或缺之重要設備，因此一個高級工業學校電工科學生學習此一專業知識及技能已是一種趨勢而且必要。

初學者想要以最短的學習時間，獲得最大之效果，除非有一本淺易適中，而且理論與實際完全配合之教材不可，本書係著者積十餘年之冷凍空調教學心得及現場之實際工作經驗，考慮學生及社會之需要，編著而成。

本書共分六章，由冷凍空調基礎理論，至電冰箱、窗型冷氣機、箱型冷氣機、冷凍空調示教板及冷凍空調修護設備及操作技術，由基礎理論到實際操作，包含莫理爾線圖及空氣線圖之實際狀態變化運用到設備之按裝、工事設計、運轉、操作、維護及保養等。

本書適合高工電工科教學之用。

本書於授課之餘編著而成，著者才疏學淺，錯誤、疏漏之處，敬請指教。

蕭 明 哲

中華民國七十一年三月

於台中高工電器冷凍科

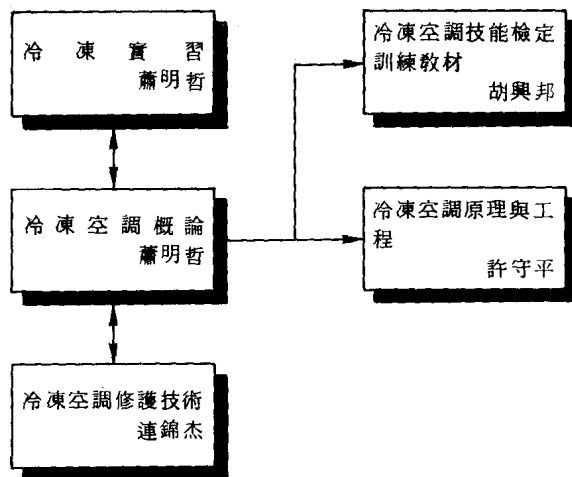
編輯部序

「系統編輯」是我們的編輯方針，我們所提供給您的，絕不只是一本書，而是關於這門學問的所有知識，它們由淺入深，循序漸進。

現在，我們將這本「冷凍空調概論」呈獻給您。本書由冷凍空調基礎理論，至各種冷凍空調設備的操作與修護技術，將理論與實際操作配合，使高工電工科學生或初學者能於最短時間，獲得最大的效果。

為提供您對冷凍空調方面更完整的知識，我們特地以流程圖方式列出各有關圖書的閱讀順序，由淺入深，循序漸進地引導您得到有系統的知識，同時也可以減少您獨自摸索的時間。若您還有任何問題，歡迎來函連繫，我們將竭誠為您服務。

流程圖：



目 錄

第一章 基礎理論.....	1
1-1 物質三態變化.....	1
1-2 冷凍概要.....	2
1-3 冷凍循環原理.....	2
1-4 冷凍循環系統.....	3
1-4-1 構成冷凍循環系統之四大主件.....	3
1-4-2 冷凍循環系統圖.....	4
1-5 壓力.....	5
1-5-1 大氣壓力.....	5
1-5-2 錶壓力.....	5
1-5-3 絕對壓力.....	5
1-5-4 壓力錶.....	8
1-6 溫度.....	9
1-6-1 溫度的制度與換算.....	9
1-6-2 絕對溫度.....	10
1-6-3 溫度差的換算.....	12
1-7 熱的傳播.....	12

1-8 顯熱與潛熱.....	13
1-9 冷凍噸.....	16
1-10 莫理爾線圖.....	17
1-10-1 莫理爾線圖之構成.....	18
1-10-2 冷凍循環與莫理爾線圖的運用.....	20
1-10-3 冷凍循環過程中之有關名稱及公式.....	21
1-11 冷媒.....	23
1-12 使用氟系冷媒應注意事項	30
1-13 冷凍能力計算	30
習題一.....	35
第二章 電冰箱.....	37
2-1 電冰箱的冷却原理.....	37
2-2 電冰箱的心臟部份.....	40
2-3 電冰箱的性能及構造.....	48
2-4 電冰箱之冷凍循環系統及結構.....	58
2-5 電冰箱電路.....	63
2-6 無霜冰箱.....	70
2-6-1 二溫度式無霜冰箱.....	70
2-6-2 利用積算式定時除霜開關之噴氣式無霜冰箱.....	72
2-7 冷如何在冰箱裏循環.....	76
2-8 電冰箱的使用與保養.....	79
2-9 冰箱故障現象原因及處理.....	81
習題二.....	85
第三章 窗型冷暖氣機.....	87
3-1 空氣調節.....	87
3-1-1 冷氣機與熱力學的運用.....	89
3-1-2 空氣線圖.....	90

3-2 窗型冷暖氣機之動作原理	93
3-3 各種窗型冷氣機之特點	95
3-4 窗型冷氣機之構造	102
3-4-1 冷凍循環系統之元件	102
3-4-2 電氣元件	105
3-5 窗型冷暖氣機之運轉操作	108
3-6 維護保養	110
3-7 工事設計與技術	111
3-7-1 機種選定與負荷計算	111
3-7-2 冷房負荷計算	111
3-7-3 冷房負荷計算表的使用	111
3-7-4 配電工程	111
3-7-5 窗型冷氣工事估價	114
3-8 冷氣機之按裝	115
3-8-1 按裝位置之選擇	115
3-8-2 按裝注意事項	117
3-8-3 安全事項	118
3-9 窗型冷氣機電路	118
3-10 窗型冷氣機之故障判斷	125
3-11 運轉電流過大故障原因分析	127
3-12 壓縮機不良之分析	128
3-13 冷氣機冷房能力之測量	128
習題三	132

第四章 箱型冷氣機 133

4-1 箱型冷氣機的基本認識	133
4-2 箱型冷氣機的結構	135
4-3 箱型冷氣機空氣循環方式	136
4-4 箱型冷氣機之箱架結構及操作分解程序	138

4-5	冷凍循環系統	140
4-6	冷凍循環系統之元件	146
4-6-1	壓縮機	146
4-6-2	冷凝器	148
4-6-3	修理閥	149
4-6-4	膨脹閥	150
4-6-5	蒸發器	153
4-6-6	可熔塞	154
4-6-7	近接接頭	154
4-6-8	過濾器	155
4-6-9	送風機	155
4-7	控制回路	158
4-8	機外配線	162
4-9	冷却水配管工程	164
4-9-1	冷却水塔按裝時應注意事項	165
4-9-2	箱型冷氣機和冷却水塔間的配管	167
4-9-3	冷凝器配管的方法	168
4-9-4	配管實例	169
4-10	試車運轉	169
4-10-1	試車運轉前之檢查	169
4-10-2	起動要領及檢查	170
4-10-3	在標準條件下運轉之高、低壓力	171
4-10-4	通過蒸發器出入口空氣狀態之測定	171
4-10-5	運轉電壓及電流之測定	171
4-10-6	自動保護開關之檢查	172
4-10-7	冷媒量之檢查	173
4-10-8	冷媒洩漏檢查	173
4-10-9	最後檢查	173
4-11	水冷式箱型冷氣機檢查、試驗及運轉記錄	173

4-12 冷房能力計算	174
4-13 箱型冷氣機故障分析及處理	175
4-14 箱型冷氣機保養、修理、操作要領	180
4-14-1 冷媒的補給及灌充	180
4-14-2 冷媒回收	183
4-14-3 冷凍機油的補給及排出	184
4-14-4 冷媒洩漏試驗—檢漏	186
4-14-5 冷凝器洗淨的方法	187
4-15 二台以上箱型冷氣機共用一台大容量冷却水塔之配管	188
4-15-1 逆向返回配管	189
4-15-2 直接返回配管	190
習題四	191

第五章 冷凍空調訓練示教板 193

5-1 各部元件名稱及說明	193
5-1-1 用途分類	193
5-1-2 規格說明	195
5-1-3 控制電路	202
5-2 冷凍空調示教板循環系統特性試驗	202
5-2-1 試驗所需之設備及儀器	203
5-2-2 毛細管控制系統	203
5-2-3 壓力式自動膨脹閥控制系統	204
5-2-4 溫度式自動膨脹閥控制系統	206
5-2-5 熱泵反循環系統	207
5-2-6 討論事項	208
5-3 冷凍能力之計算	210
5-3-1 莫理爾線圖之運用	210
5-3-2 空氣線圖之運用	213
5-3-3 計算實例	215

5-4 冷凍空調循環系統處理	219
5-4-1 工具及設備	219
5-4-2 系統加壓	219
5-4-3 探漏	220
5-4-4 解壓	220
5-4-5 抽真空	221
5-4-6 灌冷媒	222
5-5 保護開關之動作試驗	223
5-5-1 高壓保護開關之試驗	223
5-5-2 低壓保護開關之試驗	223
5-5-3 溫度開關之試驗	224
5-6 系統操作要領	224
5-6-1 系統泵集	224
5-6-2 更換乾燥器	225
習題五	225

第六章 冷凍空調修護設備及操作技術 227

6-1 冷媒充填機	227
6-1-1 冷媒充填機之構造	228
6-1-2 預備事項	229
6-1-3 冷媒分裝	230
6-1-4 冷凍系統抽真空	231
6-1-5 掃盪抽真空法	232
6-1-6 灌冷媒	232
6-1-7 真空泵之保養	233
6-2 綜合壓力錶閥組	233
6-2-1 結構	233
6-2-2 綜合壓力錶閥組之運用	237
6-3 銅管處理工具	241

6-3-1 切管器·····	241
6-3-2 擴喇叭口工具·····	242
6-3-3 擴杯型口工具·····	244
6-3-4 鉸刀·····	245
6-3-5 封管鉗·····	246
6-4 銅管處理·····	246
6-4-1 割切·····	246
6-4-2 作喇叭口·····	247
6-4-3 擴杯型口·····	248
6-4-4 異徑焊接、挾扁管口·····	248
6-5 手工具·····	249
6-6 彎管器·····	253
6-6-1 彎管器之型式·····	253
6-6-2 圓輪型桿式彎管器之使用·····	254
6-7 接頭及配件·····	257
6-7-1 喇叭口接頭配件·····	257
6-7-2 黃銅焊接頭配件·····	260
6-8 閥·····	262
6-8-1 無蓋閥·····	262
6-8-2 蓋閥·····	263
6-8-3 修理閥·····	264
6-8-4 壓縮機修理閥·····	264
6-8-5 球閥·····	266
6-8-6 手控制閥·····	266
6-8-7 儲液器閥·····	267
6-8-8 封閉閥·····	268
6-8-9 接近閥·····	268
6-8-10 針型閥·····	268
6-9 氣焊設備—氧、乙炔焊·····	269

6-9-1 氧氣·····	269
6-9-2 乙炔氣·····	270
6-9-3 焊炬·····	271
6-9-4 氧、乙炔焊接設備·····	273
6-9-5 點火·····	274
6-9-6 火焰的種類與調節·····	275
6-9-7 熄火·····	276
6-9-8 回火之處理·····	277
6-9-9 氣焊焊接注意事項·····	277

1

基礎理論

1-1 物質三態的變化

物質有三態，即固態、液態及氣態，例如水，能以三態中之任一形態存在於自然界，冰為固態，水為液態，水蒸氣即為氣態，決定物質存在的形態，要看它所存在空間的溫度與壓力而定，如在一標準大氣壓力下的水，當冷卻溫度降至 0°C 以下時，則凝固成為冰，若加熱溫升到 100°C 以上時，就氣化蒸發為水蒸氣。然而當壓力低於一大氣壓力時，水加熱不到 100°C ，亦可蒸發，如在高山上燒開水或煮飯，較易沸騰。

任何物質形態的變化，不是吸取其周圍的熱能，就是排出其本身的熱能。

- (1) 當物質由固態變成液態，必吸收融解熱，由液態變成氣態，必吸收蒸發熱，由固態直接變成氣態，必吸收昇華熱。物質的融解、蒸發、昇華皆可吸取其周圍的熱能。
- (2) 當物質由氣態變成液態，必排出凝結熱，或由液態變成氣態，必排出凝固熱，物質的凝結或凝固必排出其本身的熱能。

1-2 冷凍概要

冷凍者，冷卻或凍結物品。依溫度高低而分，溫度在 0°C 以上通稱冷卻，而在 0°C 以下者稱為凍結。無論是冷卻或凍結，必吸取物品的熱量，才能達到冷凍的目的，冷凍的方法有下列幾種：

(1) 利用融解熱：

當冰塊融解成為水時，必吸收融解熱，冰的融解熱 79.68 kcal/kg 。

(2) 利用昇華熱：

物質由固態直接變成氣態，稱為昇華，乾冰（固態 CO_2 ）的昇華熱在 -78°C 時為 137 kcal/kg 。

(3) 利用蒸發熱：

蒸發潛熱是一種最被常用的冷凍方法，即利用液體在低壓低溫蒸發，而吸取大量的蒸發潛熱，無論是冷凍或空氣調節，本法用得最多。

① 水在 10°C 時的蒸發熱有 591.5 kcal/kg 。

② 氨冷媒（ NH_3 ）在 -15°C 時的蒸發熱有 313.5 kcal/kg 。

③ F-12冷媒（ CCl_2F_2 ）在 -15°C 時的蒸發熱 38.6 kcal/kg 。

④ F-22冷媒（ CHClF_2 ）在 -15°C 時的蒸發熱 52 kcal/kg 。

(4) 電子冷凍法：

電子冷凍係依據裴爾特（Peltier）效應原理，利用熱電偶（Thermocouple）之逆現象，當由外部向熱電偶通電流，必在兩種不同勢能金屬的兩接點分別產生低溫或高溫。

1-3 冷凍循環原理

物質由氣態變成液態，則排出熱量，再由液態變成氣態，則必吸收外界熱量，如此循環不已，則一面吸熱，一面排熱，達到冷凍循環的目的。

(1) 物質由氣態變成液態，產生排熱作用，要達到物質液化的目的，有下列兩種方法：

① 加壓：可使用壓縮機壓縮氣態物質，使成為高壓氣態物質。

② 冷卻：使用空氣或水來冷卻高溫物質，達到散熱目的，如氣冷式

冷凝器或水冷式冷凝器。

(2) 物質由液態變成氣態，稱為蒸發，則產生吸熱作用，要達到蒸發的目的可使用下述方法：

- ① 降壓：用節流器來降壓，如毛細管或膨脹閥，可使液態物質壓力降低，而後形成霧態。
- ② 加熱：液態物質加熱後很容易變成氣態，在冷凍循環系統中冷媒經過降壓節流過程後的霧狀冷媒在蒸發器內吸收外界熱量後，隨即形成氣態冷媒，亦即吸收蒸發潛熱。

(3) 在冷凍循環中，用於循環的物質一般稱為冷媒或冷劑，在商業或工業用冷凍循環系統中常用的冷媒有下列幾種：

- ① 氨 (NH_3)：常用於製冰廠的製冰機，或大型低溫冷凍庫使用。
- ② 氟氯烷 F-12 (CCl_2F_2)：一般使用於小型冷凍櫃、冰菓廚、冷飲水機、電冰箱、汽車冷氣機等。
- ③ 氟氯烷 F-22 (CHClF_2)：一般使用於窗型冷氣機、箱型冷氣機、中央空調系統冷氣機等。

1-4 冷凍循環系統

1-4-1 構成冷凍循環系統有四大主件

(1) 壓縮機 (Compressor)

作用：

- ① 促進冷媒 (Refrigerant) 之循環。
- ② 產生冷凍循環系統之高壓側及低壓側，產生系統高低壓力。

(2) 冷凝器 (Condenser) 又稱凝縮器或散熱器。

作用：

將由壓縮機壓縮後之高壓高溫氣態冷媒，經由空氣或水的冷卻作用而達到散熱作用。

(3) 冷媒控制器 (Refrigerant Controller)

冷媒控制器有用毛細管 (Capillary Tube) 或膨脹閥 (Expansion Valve)。