

工業技術用書

冷凍空調 問題專輯

張蓉臺·黃金柱 校閱
何宗岳 編著

附：1. 歷屆冷凍空調學科測驗題解
2. 空氣線圖及莫氏線圖分析

修訂三版

全國性：冷凍空調考試
冷凍修護人員 技能檢定必讀

前程出版社

工業技術用書

冷凍空調問題專輯

何宗岳 編著

張蓉台 黃金柱 校閱

前程出版社 印行



前程工業叢書

冷凍空調問題專輯

特價 180 元

版權所有



翻印必究

編者：何宗岳
發行者：張睦雄
出版者：前程出版社
地址：高雄市明禮路 80 號
印刷者：登文印刷局

總經銷：前程書店有限公司
郵政劃撥：44893 號
地址：高雄市建國三路 38 號
電話：07-2411874 號

出版登記證：局版台業字第 1121 號
中華民國 71 年 9 月最新增訂版

修訂三版序

- 一、感謝許多熱心讀者所提供之寶貴意見，本版係綜合讀者意見而修訂的。
- 二、本版所增訂之冷媒特性、莫氏線圖及空氣線圖等均譯自日本冷凍空調技術士之技能手冊，配合應用實例，作深入淺出的分析，易於吸收了解。
- 三、爲精簡篇幅，本書採取去蕪存菁的作法，刪除重覆之試題，僅將新試題和日本設備士考試試題中與冷凍空調相關的試題，作詳細解說，將逐年增訂於第二章部份。
- 四、經濃縮後，本書第一章及第二章均是冷凍空調技術士必備的知識，讀者宜熟記活用。然後再以第三章之歷屆試題作爲自己實力測驗之參考。
- 五、參加甲級技術士考試的讀者，除熟讀本書外，謹建議再購用拙作「離心式冰水機實務」一書，才能一氣呵成。
- 六、本書之編輯結構較爲特殊，如能按步就班仔細研讀，必可融會貫通，倘有何問題懇請來信切磋指教。

何 宗 岳 敬啟

初 版 序

冷凍空調在我國的工業史上，可說是一門新興的行業，但由於實際上的需要，冷凍空調業如雨後春筍般到處林立。政府鑑於冷凍空調業無一定法規及施工標準，特於民國六十二年起逐年舉辦冷凍空調技術士能檢定考試，以培養優秀技術人員來提高施工水準；且於民國六十六年發佈「冷凍空調工程業管理規則」，由此足見政府的決心與冷凍空調業的遠景了。

編者感於冷凍空調技術士檢定考試之範圍過於廣泛，令有志於從事此行業者無從着手準備考試，特將歷屆考題完全做詳細的註解，如此不獨可為準備考試者提供速成的資料，同時初學者或學生亦可由此書吸收基本的理論與經驗上的知識，做為日後從事此行業處理故障的參考。

本書初稿曾為高雄市國際電機冷凍補習班採用為教材，去年該班學員均順利通過學科測驗；為配合日後考試之趨勢，特增加內容和收集相關資料，供讀者參考，盼諸君研讀本書後，能有所斬獲，則編者亦感欣慰也。

編著期間，特感謝內人鍾蘭英女士徹夜抄稿，及先進同仁張蓉台君和黃金柱君校對與鼓勵，使本書得以順利付梓。惟編者才疏學淺，匆促成書，遺誤之處，在所難免，盼同業先進不吝指教，俾能於再版時更正之，則幸甚矣。

何 宗 岳 謹識

於大同公司高雄冷氣站

凍空調業相關資料」，以爲讀者日後創業的參考。

最後敬祝讀者諸君

金 榜 題 名

事 業 如 意

編著者 謹啟

如何研讀本書與參加冷凍空調技術士學科測驗 /

冷凍空調是一門極為廣泛的學問，如無相當的基礎勢必難以通過學科測驗，鑑於此，編者特就歷屆考題加以分析如下表。

科目 百分比 年度	電工知識	壓力、溫度應用	冷媒性質	實作經驗	冷凍系統原理	冷凍空調理論
62年乙種	7	6	10	22	9	46
62年丙種	9	9	7	30	22	23
64年乙種	16	3	4	19	39	19
64年丙種	17	10	5	23	31	14
65年乙種	2	3	10	27	44	14
65年丙種	6	9	7	25	28	25
66年乙種	3	0	3	20	47	27
66年丙種	5	5	7	14	49	20
67年乙種	0	0	9	13	56	22
67年丙種	7	3	9	15	51	15

根據上表分析，讀者可依各科目所佔的百分比，做有系統的研讀，則可收到事半功倍的效果。

本書之編著不作冗繁的敘述，完全配合讀者之需要，第一章為「重點提示」，將基本的冷凍空調理論原則整理而得，凡此章所列者必需熟記之，以做為研讀第二章之基礎；第二章為「模擬試題精闢」，此章綜合歷屆考題，每題均有詳細註解，即使是深澀的試題亦深入淺出，使讀者對困難試題不會望而生畏；第三章為「歷屆試題集解」，在讀完第二章後，可借此章給自己做實力測驗，如有所疑問可依每試題之後的（「參考……」），在第二章尋求詳細註解，如此反覆復習，必能加深記憶；第四章為「術科檢定規範及冷

空調工程設計用尺

一、風管尺：特價 150 元

- 使用範圍：(1)風速 (2)風量
(3)鐵皮張數 (4)摩擦損失
(5)風管尺寸

二、水管尺：特價 180 元

- 使用範圍：(1)摩擦損失 (2)水管尺寸
(3)水泵馬力 (4)水流量
(5)水流速

郵政劃撥：戶名：何 宗 岳
帳號：402213 號

冷凍空調著作介紹

何宗岳 編著

一、離心式冰水機實務

- 內容：(1) Trane 等四大廠牌離心機之維護資料
(2) 甲級技術士學科模擬測驗題解
(3) 太陽能冷氣簡介

二、空調工程設計入門實例圖集解說

- 內容：(1) 一般空調工程設計
(2) 恒溫恒濕空調工程設計
(3) 十案空調工程設計圖例

全省各大書局均售

前程出版社 印行

目 錄

第一章 重點提示

1 ~ 1	冷凍噸	1
1 ~ 2	冷凍循環	1
1 ~ 3	冷媒	4
1 ~ 4	重要公式整理	14
1 ~ 5	莫氏線圖 (壓—焓圖)	19
1 ~ 6	空氣線圖	41
1 ~ 7	電冰箱故障排除	50
1 ~ 8	E. E. R 淺釋	61

第二章 模擬試題精闢

2 ~ 1	Part I 是非題	1
2 ~ 2	Part I 選擇題	8
2 ~ 3	Part II 是非題	18
2 ~ 4	Part II 選擇題	25
2 ~ 5	Part III 是非題	30
2 ~ 6	Part III 選擇題	42
2 ~ 7	Part IV 是非題	52
2 ~ 8	Part IV 選擇題	60
2 ~ 9	Part V 是非題	70
2 ~ 10	Part V 選擇題	78
2 ~ 11	試題趨向之分析 (一)	83
2 ~ 12	試題趨向之分析 (二)	105

第三章 歷屆試題集解

3 ~ 1	六十二年度丙級學科試題及解答	1
3 ~ 2	六十二年度乙級學科試題及解答	10
3 ~ 3	六十四年度丙級學科試題及解答	19

3 ~ 4	六十四年度乙級學科試題及解答·····	27
3 ~ 5	六十五年度丙級學科試題及解答·····	35
3 ~ 6	六十五年度乙級學科試題及解答·····	43
3 ~ 7	六十六年度丙級學科試題及解答·····	51
3 ~ 8	六十六年度乙級學科試題及解答·····	59
3 ~ 9	六十七年度丙級學科試題及解答·····	68
3 ~ 10	六十七年度乙級學科試題及解答·····	76
3 ~ 11	六十八年度丙級學科試題及解答·····	85
3 ~ 12	六十八年度乙級學科試題及解答·····	92
3 ~ 13	六十八年度甲級學科試題及解答·····	99

※註：六十八年度以後題解，經剔除重複之試題後，均詳解於第二章的「試題趨向之分析」中。

第四章 冷凍空調技術士檢定考試相關資料

4 ~ 1	六十八年度全國性技術士技能檢定簡章·····	1
4 ~ 2	技術士技能檢定及發證辦法·····	9
4 ~ 3	冷凍空調工程業管理規則·····	11
4 ~ 4	丙級冷凍空調裝修工技術士技能檢定規範·····	17
4 ~ 5	乙級冷凍空調裝修工技術士技能檢定規範·····	22
4 ~ 6	甲級冷凍空調裝修工技術士技能檢定規範·····	24
4 ~ 7	七十年度丙級冷凍空調技術士技能檢定參考資料·····	26
4 ~ 8	七十年度乙級冷凍空調技術士技能檢定參考資料·····	49
4 ~ 9	七十年度甲級冷凍空調技術士技能檢定參考資料·····	73

第一章 重點提示

1-1 冷凍噸

(A)公制：使 0°C 之冰 1 公噸 (1000 kg) 在 24 小時內變為 0°C 之水所吸收之融解潛熱量。冰之融解熱為 79.68 kcal/kg (公制單位) 則融解 1 公噸的冰所需吸收的熱量為

$$1000\text{ kg} \times 79.68\text{ kcal/kg} = 79680\text{ kcal/24hr}$$

如以每小時計算則

$$1\text{ 冷凍噸} = 79680\text{ kcal} \div 24\text{ hr} = 3320\text{ kcal/hr}$$

(B)美制：使 32°F 之冰 1 短噸 (2000 lb) 在 24 小時內變為 32°F 之水所吸收之融解潛熱量。冰之融解熱為 144 Btu/lb (英制單位) 則融解 1 短噸的冰所需吸收的熱量為

$$2000\text{ lb} \times 144\text{ Btu/lb} = 288,000\text{ Btu/24 hr}$$

如以每小時計算，則

$$1\text{ 冷凍噸} = 288,000\text{ Btu} \div 24\text{ hr} = 12,000\text{ Btu/hr}$$

$$(\text{註 } 1\text{ kcal} = 3.968\text{ Btu}) = 3024\text{ kcal/hr}$$

(C)英制： $\therefore 1\text{ 噸} = 2240\text{ lb}$

$$\therefore (2240\text{ lb} \times 144\text{ Btu/lb}) \div 24\text{ hr} = 13440\text{ Btu/hr} \\ = 3386\text{ kcal/hr}$$

比較上述三者冷凍噸的實際大小為：英制 (3386 kcal/hr)

> 公制 (3320 kcal/hr) > 美制 (3024 kcal/hr)

1-2 冷凍循環

(A)基本冷凍循環：

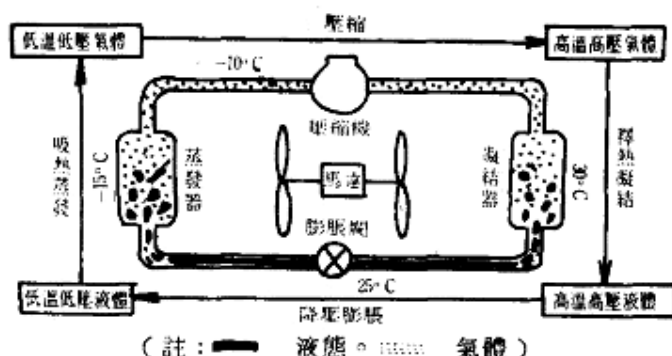
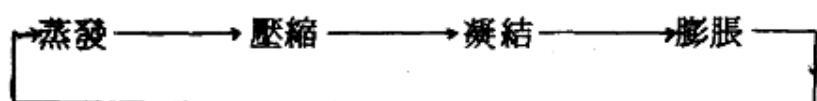


圖 1-1 基本冷凍循環系統圖



冷媒在蒸發器中吸熱蒸發為低溫低壓的氣體，再經壓縮機壓縮成高溫高壓的氣體，然後於凝結器中放熱凝結為高壓的液體，最後經冷媒控制器作降壓束縮膨脹而返回原來的狀態，如此重複蒸發、壓縮、凝結、膨脹的變化而完成循環，稱為冷凍循環。

※在冷凍循環中，冷媒在凝結器中所需釋放的熱量等於冷媒在蒸發器中所吸收之蒸發熱和壓縮機做功壓縮熱之和，即蒸發熱+壓縮熱=凝結熱 ($Q_e + A_w = Q_c$)

※閃蒸 (flashing)：當冷媒經冷媒控制器時，將成為噴霧狀，此時因壓力驟降，部份冷媒將吸熱蒸發，但是冷媒液的流速極快，故部份冷媒蒸發所需的蒸發潛熱，乃從其他冷媒本身吸收，致使冷媒液溫度下降，因此變化可說是斷熱膨脹，即和外界無熱交換作用。閃蒸對冷凍系統而言是一種能力損失。

(B) 典型基本冷凍循環的溫度與壓力之關係：

表 1—1：蒸發溫度與蒸發壓力的關係

蒸發溫度(°C)	蒸發壓力 (kg/cm^2g)			
	R - 12	R - 22	NH_3 (R-717)	R - 502
0	2.11	4.04	3.35	4.80
-15	0.83	1.98	1.38	2.53
-30	6.5 cmHg (真空)	0.63	0.19	1.00

表1—2：凝結溫度與凝結壓力的關係

凝結溫度(°C)	蒸結壓力 (kg/cm^2g)			R - 502
	R - 12	R - 22	NH_3 (R-717)	
30	6.55	11.23	10.86	12.31
35	7.60	12.92	12.73	14.04
40	8.74	14.76	14.22	15.93
45	10.01	16.77	17.13	17.99
50	11.37	18.97	19.69	20.22

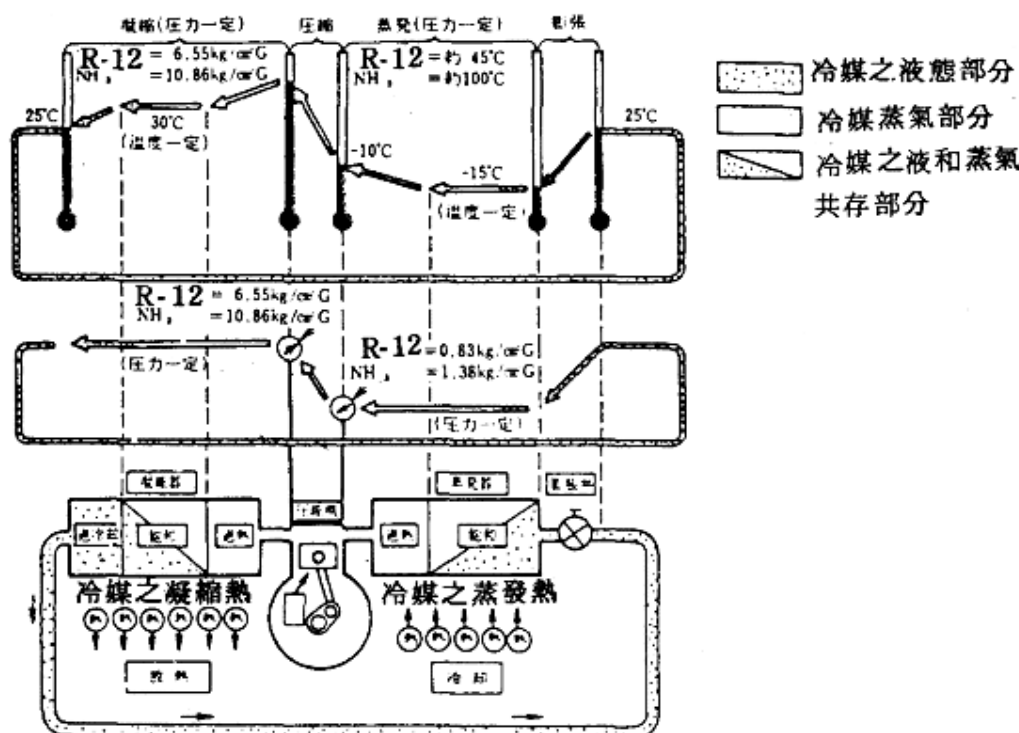
表1—3：空調用系統之蒸發溫度與蒸發壓力的關係

蒸發溫度(°C)	蒸發壓力 (kg/cm^2g)			
	R - 12	R - 22	R - 500	R - 11
5	2.67	4.97	3.31	39.1 cmHg
6	2.78	5.15	3.46	37.9 cmHg
7	2.90	5.35	3.61	35.9 cmHg

表1—4：空調用系統之凝結溫度與凝結壓力的關係

凝結溫度(°C)	凝結壓力 (kg/cm^2g)			
	R - 12	R - 22	R - 500	R - 11
30	6.55	11.23	7.94	0.25
35	7.60	12.92	9.19	0.50
40	8.74	14.76	12.06	0.75

圖 1-2：冷凍循環中冷媒之液、氣態變化情形（設蒸發溫度：
 -15°C ，過熱度： 5°C ，凝結溫度： 30°C ，過冷度：
 5°C ）



1-3 冷媒

(A) 冷媒的分類

(一) 按安全性區分：分為三類

第一類：最安全。如：鹵素冷媒。

第二類：具毒性和稍具可燃性。如： NH_3 。

第三類：易燃燒者。如：乙烷。

(二) 按毒性區分

分為 6 等級，數字愈小，含毒性愈大。而且 2A 之毒性較 2 之毒性為小。

(B) 冷媒應具之特性

(一) 物理性質：

(1) 凝固點要低。在低溫蒸發時不致於凝固。

- (2)蒸發潛熱要高。以便蒸發時吸取大量之熱。
- (3)臨界溫度要高。如此可利用常溫之水或空氣冷卻，而達到凝結作用。
- (4)氣體冷媒之比容積愈小愈好。則可使用較小管徑的吸氣管和冷凝管。
- (5)液體冷媒之密度要高。則液管可容納較多的冷媒。
- (6)易液化，易蒸發。
- (7)高度之絕緣性。

⊃化學性質：

- (1)化學性質穩定。即在蒸發、壓縮和凝結之過程中不分解變質。
- (2)對金屬不具腐蝕性。
- (3)無毒、無臭。
- (4)不燃燒、不爆炸。

(C)冷媒 (NH_3 , $R-22$, $R-12$) 之特性

⊃ NH_3 之特性：

- (1)蒸發潛熱大 ($-15^{\circ}C$ 時，其蒸發潛熱為 313.5 kcal/kg)
- (2)易被水吹收，通常水約可吸收其量之 900 倍的氨氣體。
- (3)具爆炸性，當空氣中氨之含量達 $13\% \sim 27\%$ 時，接近火焰，則可能引爆。
- (4)毒性大 (第 2 級) (僅次於 SO_2)
- (5)對鋅、銅及其合金具有腐蝕作用，故氨冷媒系統均採用鋼鐵管。
- (6)與潤滑油不互溶。
- (7)有惡臭。
- (8)價廉且操作方便，冷凍效果佳，所以大型冷凍系統仍採用之。

⊃ $R-12$ 之特性：

無毒、無臭、無腐蝕性、無燃燒性、無爆炸性，對水稍具溶解性，不與冷凍油起化學作用，但蒸發潛熱低，適合小型冷凍系統使用。(如家庭用電冰箱)

⊃ $R-22$ 之特性：

與 $R-12$ 略同，惟對水之溶解性，較 $R-12$ 約高 40 倍。

(四) NH_3 , $R-22$, $R-12$ 之特性比較表 (表 1-5)

	氨	$R-22$	$R-12$
分子式	NH_3	$CHClF_2$	CCl_2F_2
沸點 (一大氣壓力之蒸發溫度)	$-33.3^{\circ}C$	$-40.8^{\circ}C$	$-29.8^{\circ}C$
凝固點	$-77.7^{\circ}C$	$-160^{\circ}C$	$-158^{\circ}C$
$-15^{\circ}C(5^{\circ}F)$ 時之蒸發潛熱	$313.5 kcal/kg$	$51.9 kcal/kg$	$38.57 kcal/kg$
$-15^{\circ}C(5^{\circ}F)$ 時之蒸發壓力	$2.41 kg/cm^2 abs$	$3.03 kg/cm^2 abs$	$1.86 kg/cm^2 abs$
$5^{\circ}C(41^{\circ}F)$ 時之蒸發潛熱	$297.26 kcal/kg$	$48.4 kcal/kg$	$36.44 kcal/kg$
$5^{\circ}C(41^{\circ}F)$ 時之蒸發壓力	$5.26 kg/cm^2 abs$	$6 kg/cm^2 abs$	$3.7 kg/cm^2 abs$
$30^{\circ}C(86^{\circ}F)$ 時之凝結壓力	$11.9 kg/cm^2 abs$	$12.25 kg/cm^2 abs$	$7.95 kg/cm^2 abs$
$40^{\circ}C(104^{\circ}F)$ 時之凝結壓力	$15.85 kg/cm^2 abs$	$15.8 kg/cm^2 abs$	$9.8 kg/cm^2 abs$
含毒性	2 級	5 a 級	6 級

註：(1)上表所表均是特殊數據，宜熟記之。對考試及修理均有莫大的益處。

讀者可自行將表中之公制數據換算成英制數據。($1 kg/cm^2 = 14.2 lb/in^2$, $1 kcal = 3.968 Btu$, $1 kg = 2.2 lb$)

(2)鹵素冷凍分子式中之元素關係為 $C_kH_lCl_mF_n$, 其中 $2k + 2 = l + m + n$ 。

(五)表1-6: 冷媒的種類與用途

冷 媒	沸點 $^{\circ}\text{C}$	壓縮機之形式	蒸 發 溫 度	凝 結 溫 度	選 用 例
R-11	23.8	離心式	高(冷房)	普通(水冷) (空冷)	離心式冷凍機
R-12	-29.8	往復式	高~低(冷凍、冷房)	"	一般冷凍、冷房
		離心式	"	"	大形、低溫離心式冷凍機
R-13	-81.4	往復式	超 低 溫	(2元冷凍)	超低溫裝置(低溫側系統)
R-21	8.9	往復式	高(冷房)	高(空冷)	特殊冷房用
R-22	-40.8	往復式	高~低(冷凍、冷房)	普通(水冷) (空冷)	一般冷凍、冷房、各種凍結裝置、低溫裝置
		離心式	"	"	大形、低溫離心式冷凍機
R-113	47.6	離心式	高(冷房)	"	小型離心式冷凍機
R-114	3.6	往復式	"	高(空冷)	特殊冷房用
		離心式	"	普通(水冷) (空冷)	離心式冷凍機
R-500	-33.3	往復式	高~低(冷凍、冷房)	"	一般冷凍、冷房
		離心式	"	"	大形、低溫離心式冷凍機
R-502	-45.6	往復式	"	"	低溫用裝置、一般冷凍、冷凍
NH ₃ (R-717)	-33.3	往復式	低(冷凍)	普通(水冷)	製冰裝置、冷藏裝置、不凍液冷卻、各種凍結裝置、化學工廠冷卻裝置
		離心式	低(冷凍)	"	溜冰場、不凍液冷卻、化學工廠冷卻用

註：溫度範圍：高 $10 \sim 0^{\circ}\text{C}$ ，中 $0 \sim -20^{\circ}\text{C}$ ，低 $-20 \sim -60^{\circ}\text{C}$ ，
超低 -60°C 以下