

科學圖書大庫

海運空調及冷凍

譯者 尹 炎

徐氏基金會出版

徐氏基金會科學圖書編譯委員會

監修人 徐銘信 發行人 王洪鎧

科學圖書大庫

版權所有



不許翻印

中華民國六十七年八月十六日再版

海運空調及冷凍

基本定價 2.60

譯者 尹炎 萬應空調技術服務公司工程師

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。

(67)局版臺業字第1810號

出版者 財團法人 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 財團法人 臺北市徐氏基金會 郵政劃撥賬戶第15795號
承印者 江淮彩色印刷股份有限公司 電話：5413269 • 5416842

序

陸上所使用之空氣調節與冷凍設備，逐漸普遍，其學理與技術已多爲人所熟知，唯海船上之空氣調節與冷凍設備，因尙爲二次世界大戰以後之新興技術，尙未被普遍了解，即海上從業人員亦多未能貫徹。其專門論著更不多見，因乃遂譯本書，以饗讀者。蓋海船上冷凍設備與陸上冷凍設備，固大同小異，但在空調方面，差距甚遠。因海船爲移動性者，所駛經之地區，氣候相差甚爲懸殊，尤其空氣濕度對貨船內之貨物儲藏之安全影響甚大，故本書空調部份實只爲空氣濕度之調節，亦即空氣除濕機之剖析與應用。

譯者從事空調設計，偏重空氣除濕之技術，曾著有“空氣除濕與物品防潮”一書，爲徐氏基金會本年五月出版，納入科學圖書大庫，其內容對各種空氣除濕機曾作更詳盡之介紹，可爲本書之參考。

本書譯述時，恰值吾妻蔣秀銓郵局退休，及吾長子尹祺交大工學院畢業，得其協助使本書早日付梓，特爲誌念。

譯者 尹 炎

中華民國六十一年十一月於台北

原 序

著者爲應商船工作人員之需要，曾著「現代海事冷凍學」 (Modern Marine Refrigeraten) 一書，該書於1968年初版，本書則爲該書之增訂本。

前印行之「現代海事冷凍學」，其內容僅包括冷凍對於輪船儲藏間、貨倉及起居間方面之應用。近年來，因船舶空氣調節，已有長足之發展，故本書內容，除以上應用外，對普通輪船貨艙之空調，在機械及化學方法之應用，均作更廣泛詳盡之介紹。

本書對空調及冷凍之詳細設計及理論，因目前已有很多專門書籍介紹，故未詳細論列。茲便於讀者對各項所討論之例證有更鮮明之印象及瞭解起見，乃採用各種照相圖片說明，并於每章後編寫複習題目，以便讀者於閱完一章後，對該章重點重新回憶，俾加深瞭解。

本書旨在希望從事船舶空氣調節工作之人員及預備將來從事此項工作之學生作一有系統之工作參考。本書之完成均得力於同事及友人之合作，善意批評及建議，特此申謝。

本書各機器圖片及說明，亦由各有關公司供應，併此誌謝。

E.S.S.

目 錄

第一章 海運空調及冷凍	1
1—1 空氣調節	1
1—2 冷凍	8
1—3 習題	9
第二章 生活舒適之空調	11
2—1 概述	11
2—2 冷氣	12
2—3 習題	16
第三章 一般貨艙空調	18
3—1 概述	18
3—2 潮濕損毀	18
3—3 貨載	20
3—4 潮濕霉損之原因	20
3—5 水汽凝結之原理	22
3—6 水汽凝結之防止	28
3—7 習題	29
第四章 “卡 苟凱” 空氣除濕設備	31
4—1 概述	31
4—2 “卡苟凱” (CARGOCAIRE) 空氣除濕機	32
4—3 貨艙空氣循環系統	52
4—4 記錄儀	63
4—5 摘要	75

4—6 習題	76
第五章 “開斯巴”(KATHABAR)空氣除濕設備	77
5—1 概述	77
5—2 “開斯巴”除濕機	79
5—3 操作	86
5—4 維護	88
5—5 故障判斷及改正	89
5—6 密度控制	91
5—7 氣力控制及電力控制系統	95
5—8 附屬零件	99
5—9 習題	100
第六章 冷凍	102
6—1 冷凍原理	102
6—2 冷凍劑	106
6—3 機械冷凍之循環	107
6—4 應用	110
6—5 習題	113
第七章 船用物品冷藏	115
7—1 概述	115
7—2 食物貯藏間	115
7—3 冷凍噸位之估計	118
7—4 飲用冰水之冷凍機	120
7—5 製冰	121
7—6 習題	122
第八章 貨物冷藏	123
8—1 概述	123
8—2 冷藏間之設計	125
8—3 冷藏間之裝備	126
8—4 控制系統	126

8-5 冷凍機	128
8-6 鹵水循環	128
8-7 習題	128
第九章 氟氯烷十二冷凍設備	130
9-1 冷凍機械	130
9-2 冷劑循環	131
9-3 飽和氟氯烷十二之性質	137
9-4 氟氯烷十二之操作	140
9-5 試壓、排氣清除及除水	140
9-6 充氣	142
9-7 檢漏	143
9-8 操作及故障判斷(水冷式凝結機組)	145
9-9 保養(水冷凝結機組)	149
9-10 一般注意事項及故障預防	155
9-11 習題	166
第十章 氟氯烷十一離心式冷凍機	168
10-1 概述	168
10-2 機件	170
10-3 冷凍循環	194
10-4 飽和氟氯烷十一之性質	197
10-5 氟氯烷十一之操作	200
10-6 冷凍劑之充灌	200
10-7 檢漏	200
10-8 操作及保養	201
10-9 冷凍機停用時之保養	217
10-10 習題	219
第十一章 氨冷凍機	220
11-1 概述	220
11-2 氨之性質	220
11-3 氨之操作	220

11-4	操作及保養	233
11-5	習題	238
第十二章 二氧化碳冷凍機		239
12-1	機件及作用	239
12-2	典型冷凍機	243
12-3	飽和二氧化碳之性質	248
12-4	二氧化碳之充灌	251
12-5	操作	251
12-6	保養	252
12-7	習題	255
第十三章 絕熱		256
13-1	導言	256
13-2	絕熱之需要	257
13-3	熱之傳播	257
13-4	優良絕熱之要件	261
13-5	輪船結構之絕熱	264
13-6	設備、機器及管路之絕熱	269
13-7	習題	270
第十四章 附錄		272
14-1	符號及簡寫字	272
14-2	溫度計之比較	275
14-3	機械能電能之熱當量	277
14-4	風扇定律	279
14-5	圓形面積	283
14-6	公制相當量	285
14-7	馬達型別	287
	濕度線圖說明	288

第一章 海運空調及冷凍

一、空氣調節

概述 本書論述現代海船應用的空氣調節，可分為下列兩方面：第一是應用於生活舒適方面，第二是應用於貨艙之貨品儲藏方面。前者是機械冷凍之應用，後者是化學劑之應用。

新鮮空氣的需要 人如置身於環境擁擠而通風不良的地方，該處空氣污濁，常有窒悶的感覺。長久處在這種環境裡，將令人昏眩，此即顯示此種空氣不適合於人體之需要。

在空氣清新的環境裡，能使心境安寧，神志穩定，工作和玩樂皆可收到高度的效果。我們呼吸的空氣主要含有 $23\frac{1}{4}\%$ （重量百分比）的氧， $76\frac{1}{2}\%$ 的氮及其他稀有氣體。此種組成也因地理環境不同而有所改變。（例如在海洋、港口則與人口稠密的城市不同。事實上，我們的生命取決於吸得適量的氧氣。例如：室內空氣裡如氧的含量少至 $17\frac{1}{2}\%$ 以下，人就不能繼續生活數分鐘之久。氮在空氣中沒有必須的百分率。它是用來稀釋氧之含量，以免氧氣過濃。

空氣中的水分 (Moisture) 之重要 僅次於氧氣。水之含量，在空氣調節中，稱為濕度 (Humidity)。

此處需注意的者是：我們日常的呼吸，不僅使用肺，而且也使用皮膚的毛孔。如阻止皮膚毛孔的呼吸，亦會因窒息而導致死亡。如人體遭受燙傷或是皮膚部份被阻塞，其阻塞部份若超過相當的比率都會導致死亡。

人體因運動流汗失去水分，這種失去的水分，可由肺部的呼吸和胃部吸收之水分補充。人體若不流汗， $\frac{2}{3}$ 部份水分則由皮膚呼吸放出，其平均率，每 24 小時約 30 盎司。其他三分之一的水分，由肺部呼出。所以室內空氣須

保持適當之乾燥程度，人體排出之濕氣，才能被吸收以維持人體舒適。

我們周圍的空氣，可比喻做一塊海綿。海綿能吸收水分，但吸收到一定量時，如再增加，水分即被排出，這種狀態，我們叫它做飽和。空氣也是如此，人體周圍的空氣可吸收水分，直到飽和點。如水分再行加入，多餘的水分即被排出，叫做凝結 (Condensation)。已含有大量濕氣的空氣，無法再吸收人體所排出的濕氣，人體便須流汗更多，以補償不能被蒸發的汗液，因而感覺不適。在炎熱的夏季裡，這種潮濕的情況，非常普遍。

相反的，含水量過少的空氣，就像吸墨紙吸收墨水滴一樣，使皮膚變得乾燥粗糙。人體的鼻腔、口腔、喉頭等處的黏膜，若無潮濕的保護，將易感染感冒等疾病。冬季有暖氣設備的屋子裏，常呈過於乾燥的現象。

爲了要消除上述空氣過乾或過濕的現象，在夏季或在熱帶地區，必須使空氣乾燥。在冬季或在低溫地帶又須使空氣潮濕。這是空調系統最重要的作業之一。

空氣的含濕量，或一立方呎大氣所含水之重量以格令 (GRAIN) 爲單位，稱爲空氣的絕對濕度。計算空調問題時，必須先量好空氣體積（立方呎爲單位），再決定同體積的空氣重量。絕對濕度就是每磅乾燥空氣所含水分的重量，此種關係示如表(1)與表(2)。

絕對濕度隨空氣之飽和溫度而改變。飽和溫度愈大時，含水量愈多。含濕量飽和的意義，就是一定溫度時含濕量的最大值。

如果空氣已達飽和，也就是說它不能容納更多的水分。這時的空氣就稱爲100%相對濕度。此「相對」的意義，是由於當增加溫度而空氣體積增大時，相對的水汽容量會降低而不再會到達100%相對濕度的狀態。在一定溫度時空氣的最大含濕量和它真正的含量用百分數表示時，稱爲相對濕度 (Relative Humidity)。相對濕度是空調問題上最重要的名詞之一。

「露點」 (Dew Point) 也是一個重要的空調名詞，它是指水蒸汽開始凝結的溫度或一定溫度時空氣的最大飽和點。某一溫度時，一立方呎的空氣比溫度較低的一立方呎的空氣可容納較多量的水蒸汽。所以，當一立方呎飽和空氣的溫度突然下降時，它的含濕量也減少，此時空氣就放出過量的水蒸汽而凝成露水，故有「露點」此名詞。

「乾球溫度」 (Dry-bulb temperature) 普通以玻璃製成，測量室內溫度，以華氏或攝氏爲溫標。

表(1) 各種不同溫度下空氣之體積與密度

溫度	大氣壓力 14.7磅時 1立方呎 空氣的體積	大氣壓力 14.7磅時 1立方呎 空氣的體積 (或密度)	大氣壓力 14.7磅時 1立方呎 空氣的體積 (或密度)	大氣壓力 14.7磅時 1立方呎 空氣的體積 (或密度)
0	11.58	0.86331	220	0.89442
32	12.39	0.80728	240	0.86774
40	12.59	0.79439	260	0.85200
60	12.84	0.77884	280	0.83710
62	13.15	0.76997	300	0.82297
70	13.35	0.74950	320	0.80959
80	13.60	0.73565	340	0.79686
90	13.86	0.72230	360	0.78476
100	14.11	0.70942	380	0.77323
120	14.62	0.68500	400	0.76223
140	15.13	0.66521	420	0.75170
160	15.64	0.64988	450	0.73686
180	16.16	0.62090	475	0.72522
200	16.67	0.60210	500	0.71414
210	16.86	0.59313	525	0.70364
212	16.91	0.59131	550	0.69365

表(2) 飽和空氣之性質

溫度 °F	格令/ 立方呎	格令/ 磅(乾氣)	磅(蒸汽)/ 磅(乾氣)	蒸汽壓力(磅/平方吋)	總熱量 B.T.U. 0°F以上	比容	
						乾空氣	飽和空氣
0	472	5.47	0.000781	0.0184	0.964	11.58	11.59
2	522	6.08	0.00869	.0204	1.553	11.63	11.63
22	1.356	16.52	.002360	.0555	8.190	12.14	12.19
32	2.124	26.47	.003782	.0897	11.783	12.39	12.47
34	2.292	28.70	.004100	.0961	12.60	12.44	12.52
36	2.471	31.09	.004442	.1041	13.44	12.49	12.58
38	2.663	33.66	.004809	.1136	14.31	12.54	12.64
40	2.868	36.41	.005202	.1217	15.21	12.59	12.70
42	3.087	39.38	.005625	.1315	16.14	12.64	12.76
44	3.319	42.55	.006078	.1430	17.10	12.69	12.82
46	3.563	45.94	.006560	.1553	18.09	12.74	12.88
48	3.833	49.58	.007080	.1683	19.13	12.79	12.94

50	4.113	53.47	.007640	.1780	20.19	8.12	12.84	12.00
52	4.411	57.64	.008230	.1917	21.30	8.75	12.89	13.07
54	4.729	62.09	.008870	.2063	22.45	9.41	12.95	13.13
56	5.066	66.85	.009550	.2219	23.64	10.13	13.00	13.20
58	5.424	71.93	.010280	.2384	24.88	10.89	13.05	13.26
60	5.804	77.30	.011050	.2561	26.18	11.69	13.10	13.33
62	6.208	83.20	.011880	.2749	27.52	12.56	13.15	13.40
64	6.633	89.40	.012760	.2949	28.93	13.48	13.20	13.47
66	7.084	95.90	.013700	.3162	30.39	14.46	13.25	13.54
68	7.563	103.00	.014710	.3388	31.92	15.50	13.30	13.61
70	8.069	110.50	.015780	.3628	33.51	16.61	13.35	13.69
72	8.603	118.40	.016920	.3883	35.17	17.79	13.40	13.76
74	9.168	126.90	.018130	.4153	36.91	19.05	13.45	13.84
76	9.760	135.90	.019430	.4440	38.75	20.38	13.50	13.92
78	10.390	145.60	.020800	.4744	40.64	21.80	13.55	14.00
80	11.060	155.80	.022260	.5066	42.64	23.31	13.60	14.09
82	11.760	166.70	.023810	.5406	44.72	24.92	13.65	14.17
84	12.500	178.30	.025470	.5767	46.91	26.62	13.70	14.26
86	13.280	190.60	.027230	.6148	49.20	28.43	13.75	14.35
88	14.100	203.70	.029100	.6551	51.61	30.35	13.80	14.45
90	14.960	217.60	.031090	.6977	54.13	32.39	13.86	14.55
92	15.870	232.40	.033200	.7427	56.78	34.59	13.91	14.65
94	16.830	247.10	.035440	.7901	59.56	36.86	13.96	14.75
96	17.820	264.80	.037830	.8401	62.48	39.30	14.01	14.86
98	18.880	282.50	.040360	.8929	65.55	41.88	14.06	14.97
100	19.980	301.30	.043050	.9486	68.79	44.63	14.11	15.08
105	22.990	354.00	.050500	1.1010	77.63	52.26	14.24	15.39
110	26.580	415.00	.059300	1.2740	87.69	61.11	14.36	15.73
115	30.180	486.00	.069400	1.4700	99.10	71.40	14.49	16.10
120	34.440	569.00	.081300	1.6920	112.37	83.37	14.62	16.52
125	39.190	667.00	.095300	1.9410	127.54	97.33	14.75	16.99
130	44.490	780.00	.111400	2.2210	145.06	113.64	14.88	17.53
135	50.380	913.00	.130500	2.5360	165.34	132.71	15.00	18.13
140	56.910	1072.00	.153200	2.8870	189.22	152.57	15.13	18.84
145	64.100	1260.00	.180000	3.2800	217.10	182.05	15.26	19.64
150	72.100	1485.00	.212200	3.7160	250.30	214.03	15.39	20.60

濕球溫度 (Wet-bulb thermometer) 是以潮濕的吸水布條繞在普通的乾球溫度計的水銀球上所製成。布條的末端浸在一個小的蓄水管中以保持布條的經常濕潤，濕球溫度常與乾球計裝設在一起，用手壓橡皮球，通入空氣於球上（此空氣最好為可代表全室內之標準空氣）。乾球濕度計紀錄室內之普通空氣濕度。濕球濕度所紀錄之空氣溫度常較乾球為低。因為布條所含水汽蒸發，由於蒸發時吸取水內含熱量而使布條所含水份之濕度降低，故濕球濕度愈低，空氣愈乾燥。布條水份蒸發愈快，濕度愈低。故濕球與乾燥之濕度差，可用於顯示空氣乾燥之程度。

濕度線圖 (PSYCHROMETRIC CHART) 相對濕度、露點、乾球溫度、濕球溫度，互相之間存有一定之關係，此種關係經確實計算得來，再用線圖表示之，即成為濕度線圖，如圖(1)，此表為空氣調節學中最重要之參考，因其應用範圍不同，可分為中溫水汽圖表及高溫水汽圖表，如本書後頁所附。

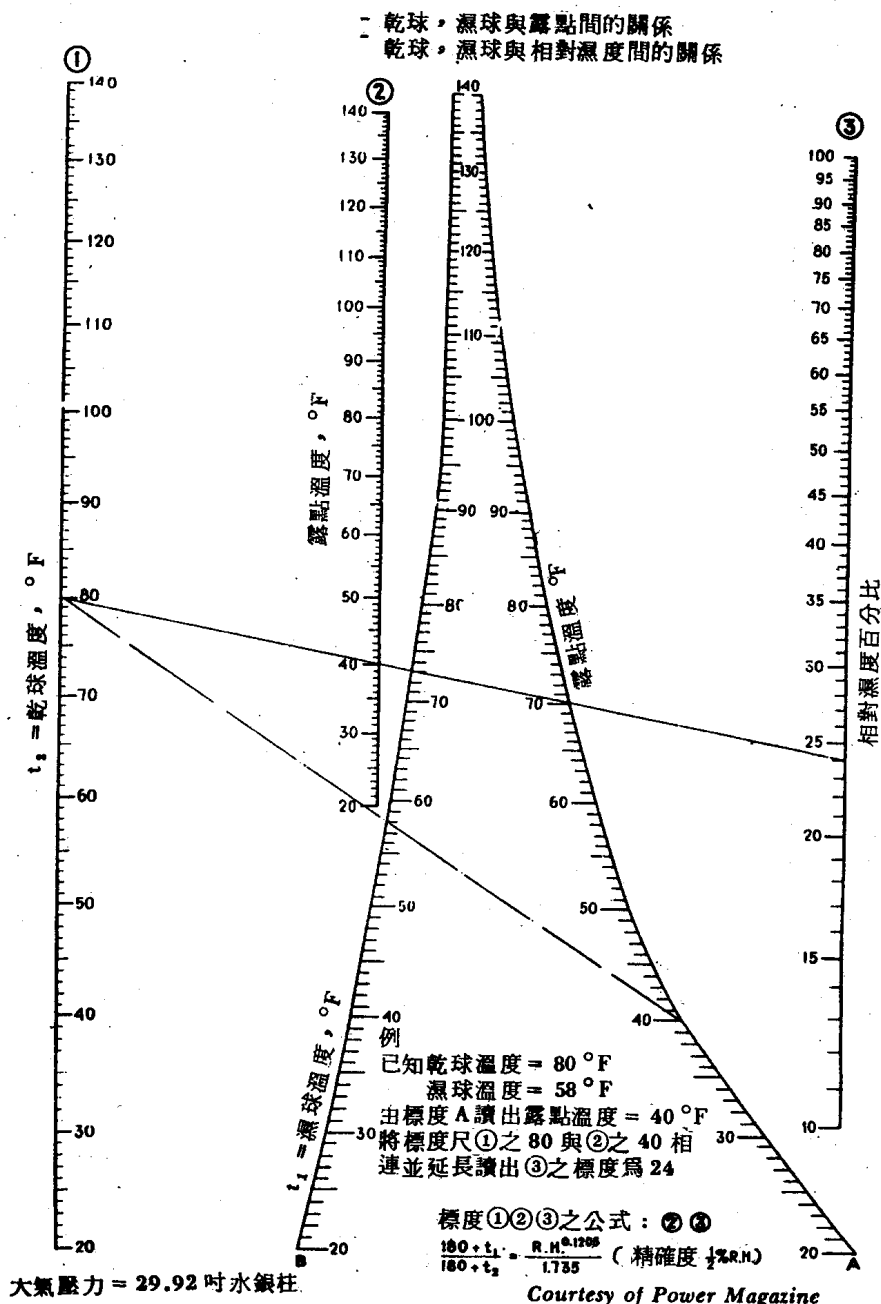
加熱與冷卻 (Heating and cooling) 只含有適量氧氣與水份之空氣，並不一定合於人類的需要，空氣之冷熱及流動速度仍為重要之因素之一。空氣之濕度對空氣性質之影響可參看本章第 1, 2, 及 3 表為空氣調節最重要之課題。

空氣之流通 可使室內空氣冷熱平均，加入新鮮空氣，以減除空氣中之臭味。故空氣須使用風扇以保持其適當之流通，船艙內之空氣保持暢流的方法多使用風管，以船內主機排氣之動力，將其帶動，再適當調節後送入船艙。

空氣過濾：空氣調節中，通入船艙內之新鮮空氣須為清潔之空氣，但地球上之空氣，即使是遠在海洋中也不能夠得到真正無灰塵浮游之空氣，如船停泊港灣內，污染之空氣更為嚴重，故送入船艙之空氣須經過過濾塵器加以過濾。過濾塵器裝在新鮮空氣進口前，用風扇經風管送入空調系統內。

普通貨艙之空氣調節 與供應生活艙上所需要之空氣調節相同，但後者因變化因素甚多，較為複雜，前者單純，因前者主要之目的為空氣除濕，使貨艙內之貨物不致因潮濕而損壞，並盡量在各種情形下，使空氣循環暢通。

貨艙內空氣如不能流暢，水汽則凝結於船之結構上及貨物上，使船體及貨物銹蝕、腐敗、潮濕的空氣可加速銹蝕腐敗的進行。



Courtesy of Power Magazine

圖 1 濕度線圖。

表 3
各種溫度下之風速常數

溫 度	K	比	溫 度	K	比	溫 度	K	比
-40° F.	3567	.890	320° F.	4537	1.132	720° F.	5976	1.491
-30	3609	.901	340	4603	1.149	740	6037	1.504
-20	3651	.911	360	4668	1.165	760	6077	1.517
-10	3692	.921	380	4732	1.181	780	6137	1.530
0	3733	.932	400	4796	1.197	800	6177	1.543
10	3773	.942	420	4859	1.213	820	6236	1.554
20	3813	.952	440	4921	1.228	840	6275	1.566
30	3852	.961	460	4982	1.243	860	6325	1.578
40	3891	.971	480	5043	1.258	880	6371	1.590
50	3930	.981	400	5101	1.273	900	6418	1.603
60	3968	.990	420	5159	1.288	920	6465	1.614
70	4006	1.000	440	5217	1.303	940	6512	1.626
80	4044	1.009	460	5275	1.317	960	6558	1.638
90	4081	1.018	480	5332	1.331	980	6604	1.649
100	4118	1.028	500	5399	1.345	1000	6650	1.660
110	4155	1.037	520	5445	1.359	1020	6695	1.671
120	4191	1.046	540	5500	1.373	1040	6740	1.682
130	4227	1.055	560	5555	1.387	1060	6785	1.693
140	4263	1.064	580	5609	1.400	1080	6839	1.704
150	4298	1.073	600	5663	1.413	1100	6873	1.715
160	4333	1.082	620	5716	1.426	1120	6918	1.726
170	4368	1.090	640	5769	1.439	1140	6962	1.737
180	4402	1.098	660	5821	1.452	1160	7005	1.748
190	4436	1.106	680	5873	1.465	1180	7048	1.759
200	4470	1.114	700	5925	1.478	1200	7090	1.770

"K"之數值乃為維持1吋水柱高所需的乾氣速度。
(呎/分鐘)，此值由下式算出：

$$K = 1097 \sqrt{\text{某一溫度下1磅空氣的容積}}$$

"比"之數值乃為產生相同水柱高時，各種溫度與
70° F的風扇速度之比值。

船舶空調最主要的目的是將貨艙內高濕度空氣中之水分除去，使其在貨艙內不易再有水份凝結。

貨艙內空氣中之水分因受各種不同因素之影響而變化，如貨品之種類，堆積之方式，外界空氣之狀況等。故處理之方法可因實際情況之不同而採用不同之方法。

輪船骨架上之空氣水分之凝結，係由於金屬骨架與空氣接觸時，如骨架溫度在空氣露點以下，空氣中之水分即行凝結於骨架之上。故貨艙內空氣之露點溫度至為重要，如露點過高，表示空氣濕度甚大，骨架溫度稍低，即行凝結，故貨艙內空氣露點愈低愈好。

例 1

貨艙內空氣溫度為 70°F ，相對濕度為 50%，則露點溫度為 51°F 。如使空氣冷卻至 51°F ，則空氣內水分即呈飽和狀態，溫度再行降低，水分即凝結而出，附着於物體表面。

貨艙內空氣露點之溫度如已知道，即設法使貨艙內之物品溫度不致降至露點以下，以防止水汽凝結，使貨物遭受損失。

室外空氣情況時常變化，不可能予以控制，防止室內空氣水分凝於物體上之辦法，就是永遠保持貨艙內空氣之露點在貨艙內貨物或船體結構之溫度以下，此種方法將於下章討論之。

二、冷 凍

冷凍之應用，除在生活空調方面應用外，其應用於輪船之冷凍貨艙及食品保存上將於下列各章敘述之。

冷凍在生活空調方面具有二大作用，第一為降低空氣溫度，第二為夏季空氣除濕，以上二種作用係在空調機內同時進行。室內空氣進入空調機之蒸發管，溫度即行降低。空氣之除濕作用先由於蒸發管之溫度在空氣露點以下，因而空氣中之水分即行凝結而出，附於蒸發管上，如同電冰箱內所結之霜一樣。

輪船上食品之供應，包括肉類、魚類、水果、蔬菜、奶類、冰淇淋、雪糕等，其他如製冰及冰水之供應也包括在內。冷凍各類食物之目的，無非使其保持新鮮，阻延有害菌類之繁殖。

阻滯之空氣，過濕之空氣，皆可加速食物中有害菌類之繁殖，即使在低

溫下亦然，故低溫須仍伴隨相當之低濕及相當之空氣流速始對食物保存最為有效。

阻滯之空氣，如伴以高溫及高濕甚宜於細菌之生長。食物因而生霉變質。但如濕度過低，所儲食物則易乾燥收縮，空氣循環不足，各種食物氣味易互沾染，使失去原來鮮度，故食物欲保持新鮮，須遵循冷凍之各項條件始最有效。

冷凍貨艙之大小，各輪船不一，有部份冷凍，有全貨艙皆有冷凍設備者，各艙可安排同時藏運各種所需冷凍程度不同之物品，如香蕉或柑橘之冷藏儲運等。近年來，海船冷藏運輸之發展，冷藏溫度趨向於低溫，是由於運送冷凍貨品日多的原故，冷凍溫度由華氏 -10°F 至 55°F ，可任意選擇。

三、習 題

1. 輪船空調有那二種不同型別？
2. 空調系統中，為何新鮮空氣之供應如此重要？
3. 空氣之二重要原素為何？
4. 試解釋我們所呼吸之空氣中，水分為何如此重要？
5. 在何種情況下，空氣中之水分含量被視為飽和？
6. 過潮濕之空氣對人體有何影響？
7. 過乾燥之空氣對人體有何影響？
8. 何謂絕對濕度？
9. 溫度對絕對濕度有何影響？
10. 何謂相對濕度？
11. 何謂露點？
12. 室內乾球溫度如何測量？
13. 何謂濕球溫度？
14. 濕球溫度如何構成？
15. 濕度線圖定義為何？
16. 濕度線圖之用途何在？
17. 空氣濕度在 42°F 時，其飽和時水分之含量為若干？（用表2）
18. 62°F 時，每一立方呎之空氣重量為何？（表1）
19. 如何使室內空氣流通？
20. 空調系統中，空氣濾清器之重要何在？