

實用冷凍學

屠恆峯著

1 9 4 9

實用冷凍學

屠恆峯 著

1 9 4 9

實用冷凍學

一九四九年九月初版

本書有著作權翻印必究

著述者 屠 恆 峯

經售處 中國科學公司

上海中正中路537號

編纂大意

1. 本書以增進國人之冷凍學識為宗旨。立意力求簡明，無論有無科學常識者，皆易閱讀，尤宜於一般冷凍作業人員採作參考之需。
2. 本書祇求實用，對於一切數理公式，概不列入。
3. 本書所列圖表，皆切於實用，頗具參考之價值。
4. 本書所用各專門名詞，有沿作業人員之舊稱者。例如 Valve 稱凡爾，不稱活戶或閥；Pump 作幫浦，不作唧筒或抽機。惟為小心起見，多於各專門名詞之旁，註以英文，以資對照。
5. 本書承前暨南大學理學院院長程寰西先生予以校訂，實深銘感，特附書於此，以誌謝忱。
6. 原版參考各書，因戰事而遺失殆盡。以致本書資料，深感缺乏，掛一漏萬，差誤在所不免，倘蒙海內宏達，進而教之，則幸甚焉！

本書所纂譯書籍雜誌之名稱，列舉於下，以供參閱：

Application On Refrigeration (2 volumes)

Audels Answers On Refrigeration

Ice and Ice Cream

Mechanical Refrigeration

Practical Ice Making (By Authenrieth and Brandt)

Pure Ammonia for Refrigeration (By I.C.I.)

Ice and Cold Storage (雜誌)

Ice and Refrigeration (By Nickerson & Collins Co.)

(雜誌)

上列諸書，作者姓名，因戰事遺失，不克盡憶。

序

夫冷凍學一若電工學冶金學等之專門科學，^{*}與人生應用上有密切關係，故歐美各國之於冷凍工業，莫不悉心研究，精益求精。惜我國科學落後，普通工業，尚且衰落不振，遑論冷凍工程，致有志於此者，並無專門書籍，可以研究，甚以爲憾。鄙人有鑒於此，爰不揣譾陋，將二十年之經驗與研究，著成此書，非謂自我宣傳，聊將一得之思，貢獻社會，以冀拋磚引玉，將來爲冷凍事業放一異彩！

此書脫稿於民國二十六年，十餘年來，一再以戰事而中止付梓。抗戰事變突起，原稿由京而漢而渝，委託家兄恆嵩保存。又憶重慶，當敵機大轟炸之日，是稿適由渝而飛港，其不與本人存渝其他重要契據文件等，同歸於盡者，誠異數也。頃賴中國科學圖書儀器公司楊允中先生之贊助，卒獲於萬方多難中出版，衷心滋慰！是爲序。

民國三十八年五月序於上海

目 錄

第一章 緒論	1
冷凍之定義 天然冰 英熱單位 冷凍一噸之熱量 熱之種類 液化潛熱 收熱作用 壓縮空氣 機械冷凍 冷凍系之循環	
第二章 氨壓縮機與氨之關係	6
氨的性質 吸收法 壓縮法 壓縮機設計之重要 壓縮機之運用 冷凍產量之損失 壓縮機與壓力之關係 壓縮機發熱之原因	
第三章 冷凍系之其他機件	18
冷凍機件概論 冷凝器 淋水式 套管式 多管式 沉水式 分油器 承受器 膨脹凡爾 冷氣蒸發管 填料盒 填料	
第四章 壓氣壓力與抽氣壓力	22
壓氣壓力 壓氣壓力逸出常軌之原因 抽氣壓力 抽氣壓力逸出常軌之原因 冷凍系水份之排除	
第五章 冷凍氨的應用	27
氨的應用 冷凍機液氨的加入 冷凍機發生死氨之原因 液氨耗費之增加 氨的滲漏偵查 氨的純粹試驗法 由冷凍機將液氨轉注於貯氨桶 貯氨桶的處置	
第六章 製冰廠	34
製冰廠機械效率之重要 壓縮機之選擇 壓縮機之製冰量 冷凝器之選擇 製冰設備 鹽水池 鹽水攪動機 冰桶 空氣攪動機 低壓法 低壓法之初步攪動 高壓法 起冰機 融冰桶 加水機 冷凍時間之研究 冰塊之用途 棒冰	

第七章 冷藏廠	51
<p>冷藏事業之應用 鹽水冷凍法與直接膨脹冷凍法 冷藏與空氣之關係 空氣循環與空氣流通 各種物品之冷藏情形 水菓 蔬菜 酪類 蛋類 魚類 肉類 皮貨毛貨 烟葉 冷藏事業之處理 活動冷藏庫</p>	
第八章 空氣調節	63
<p>空氣調節之說明 空氣調節之重要 空氣調節之種類 空氣調節之設備 冷水管 通風扇 通風管 噴霧器 空氣調節工程之計算及其應注意各點</p>	
第九章 電力冷藏庫	71
<p>電力冷藏庫名稱之解釋 電力冷藏庫之說明 電力冷藏庫之種類 電力冷藏庫之優點 電力冷藏庫之選擇 電力冷藏庫之修理</p>	
第十章 水之處理	77
<p>給水問題之重要 水之處理必要 衛生分析 礦質分析 自流井水 冷水塔之利用</p>	
第十一章 氯化鈣	84
<p>氯化鈣為冷凍之媒介 氯化鈣與氯化鈉 氯化鈣與氯化鎂 氯化鈣鹽水之冷度</p>	
第十二章 熱絕緣料	88
<p>熱絕緣料之重要 熱絕緣料之選擇 毛氈類 木屑類 軟木類 百賴是替 熱絕緣料之厚薄與溫度之關係 管子之熱絕緣料</p>	
第十三章 結論	94
<p>冷凍工業之地點問題 原動力之考慮 氨的急救法 作業人員須知</p>	

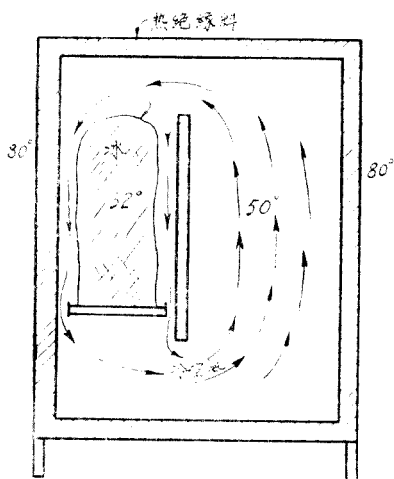
實用冷凍學

第一章 緒論

冷凍之定義 凡兩種不同溫度之物質，發生熱之對流，廣義的即具冷凍 (Refrigeration, 教育部物理名詞為『發冷』, 茲從俗) 之意義。今不論其為何種物質，或採用何種方法，凡能完成熱之對流，皆屬此種範圍以內，吾人概稱之曰冷凍。冷凍學者，即研究熱之對流，應用於日用所需之學也。

至熱因自然繼續之傾向，常由高溫處，流向低溫處，或由高溫之物質，傳向低溫之物質，直至兩者得到同溫而後止。

置冰塊於冰箱中 (第一圖)，假定冰箱中空氣之溫度為華氏50度，冰塊為32度，今熱因自然之傾向，由50度之高溫處，流向32度之低溫處，以使冰塊融化。此種傳導作用，非至冰塊完全融盡時，將繼續不息。



第 1 圖 熱之對流

天然冰 當初應用於冷凍作業之冷凍劑 (Refrigerant)，普通祇為天然冰一種。故今之計算冷凍單位者，即以冰所產生之冷凍量作為根據。當吾人聲稱冷凍量若干噸時，即冰若干噸，于二十四小時內融化之意。

英熱單位 冷凍一噸之意義，究作何解？吾人對於冰之每噸實際所需吸收之熱量，理宜予以確定。至於熱量應如何予以確定，則有所謂英熱單位 (British Thermal Unit) 者是。一個英熱單位，意即將一磅重量之水，增高華氏一度所需之熱量。或將一磅重量之水，降低華氏一度所發生之熱量。今欲將一磅重量之水，在華氏32度時，改變而為一磅重量之冰，在華氏32度時，則必須于此水中吸收144英熱單位之熱量。如此所得一磅重量之冰，欲其重行液化，則必須加入144英熱單位之熱。

冷凍一噸之熱量 冷凍一噸之意義，即代表2000磅重量之冰，在華氏32度時，融化而為2000磅重量之水，在華氏32度時，所須吸收之熱量，即288000英熱單位。

熱之種類 熱可分為兩種，即可感熱 (Sensible Heat) 與潛熱 (Latent Heat)。可感熱為吾人感覺所及之熱，或可以溫度計測得之。潛熱則為一種須用以改變物質之狀態，而不增加其溫度之熱。例如假定取一磅之冰，以溫度計測之，即得華氏32度，此為吾人感覺所及者。今若令此冰融化而為32度之水時，則必須供給144英熱單位之熱。因水與冰，具同樣之溫度，今雖明見冰塊

融化而成液體，然其用以化為液體之熱量，不能以溫度計測得之，所以此144英熱單位之熱，統稱之謂冰之液化潛熱 (Latent Heat of Liquefaction)。

液化潛熱 在冰凍時，當食鹽與冰塊混合，即起液化之潛熱作用，以食鹽與水，具極大之溶解力，而使冰之融化，更為迅速。至於冰塊，因改變其原來之狀態，即於其四周吸收所需之熱，故其迅速液化之結果，將使其溫度驟形降低。

收熱作用 除鹽與冰，他種物質，亦可用以產生較低溫度。若干化學藥品，一經混合，即起化學作用而產生較低溫度。此種化學變化，連帶發生熱的吸收，即吾人所知之收熱作用 (Endothermic Action)。然以所需化合物之代價較巨，故於實用冷凍方面，未嘗注意及之。

壓縮空氣 有一時期，曾將壓縮空氣 (Compressed Air)，充作冷凍要素。此種發明，在澳洲採用最廣，以期如何保存該地所產價格低廉之羊肉，直至運往英國發售而仍新鮮。需要所係，此種方法競相採用，一時風靡，實以空氣壓縮機，(Air Compressor) 為各船舶中所必具之設備。然至今日，多被淘汰，而以費用更經濟運用更便利之機械替代之。較冷溫度，或可得之於被壓縮及冷卻之空氣，而再使之膨脹於所需冷凍之處。然此種機器，欲得冷凍一噸之功效，往往須費較多動力。故比較不如採用別種氣體，如二氧化硫 (Sulfur Dioxide)，二氧化碳 (Carbon

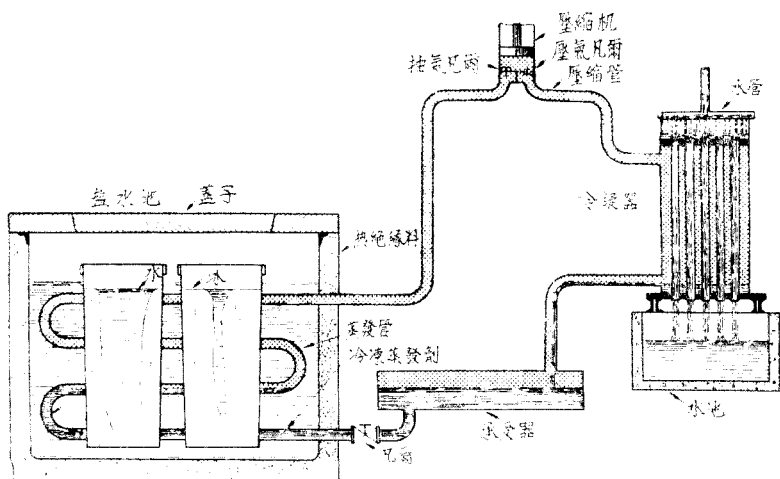
Dioxide), 法利虹(Freon)⁽¹⁾ 氯化甲基(Methyl Chloride), 氯化乙基(Ethyl Chloride)或氨, 更能予人滿意。至採用上述諸物質, 而更助以必需之機械, 以完成產生低溫之方法, 即吾人所稱之人工冷凍或機械冷凍者是已。

機械冷凍 時至今日, 機械冷凍之應用, 日見增加。舉凡冷藏廠, 製冰廠, 冰淇淋製造廠, 牛乳棚以及具有現代設備之建築物, 其所裝置之空氣調節器等, 無不與冷凍事業發生連帶關係。欲求事業本身之發展, 冷凍需要, 實有不可或缺之勢。充作機械冷凍之各種氣體, 當推氨之應用最為普遍。至其他冷凍劑, 無論其為二氧化硫, 二氧化碳, 法利虹, 氯化甲基等, 因各種化合物, 關於化學與物理方面, 自身微有不同, 以致機械之製造, 亦因之而略異。要之物質雖異, 原理則一。因氨為最普遍之冷凍劑, 故本書所述, 祇及氨的冷凍機械。舉一反三, 學者對於應用其他物質之冷凍機械, 亦可知其梗概矣。

冷凍系之循環 吾人欲知純粹液氨, 對於冷凍學關係之重大, 則必須充分研究其對於冷凍機所產生種種之功效。本節所述, 即及此點。冷凍學之基本意義, 為兩種不同溫度之物質, 發生熱之對流, 前已言之。至實際應用, 則亦為事實之一種。此種事實, 即無論何種液體, 當其蒸發而為氣體時, 有熱一種, 所謂潛熱者, 即被吸收, 其結果能使四週之溫度降低。今以純粹無水之液

(1)法利虹係一種新化合物, 可充冷凍劑之用。

氨，充作冷凍系之散熱要素，其循環變化所及，可略述如次：今先令液氨在冷凍系中之冷氣蒸發管內化為氣體，其由液體化為氣體時，其周圍之潛熱，即被吸收。故溫度亦隨之而降低，初及氨之自身，繼及冷凍所需之鹽水，而最後則及所需冷凍之目的物。冷氣蒸發管內之氣體，經過相當之高壓力，被驅而入壓縮機，再經冷凝器而仍變為液體。同時其所蘊蓄之潛熱，即消散於冷水之中。如此所得之液氨，再經膨脹凡爾而入冷氣蒸發管，重復開始蒸發而為氣體。如此循環不息，完成冷凍系統系之工作（第二圖），因其程序包含氨的冷凝和蒸發。設於機械方面，無壓縮機之運用，則將完全消失其功效。



第 2 圖 冷凍系之循環

第二章 氨壓縮機與氨之關係

氨的性質 氨 (Ammonia), 譯音為阿摩尼亞, 為一原子氮 (Nitrogen), 和三原子氫 (Hydrogen) 之化合物。分子式為 NH_3 , 分子量為 17.024, 比重在華氏 32 度時為 0.6341, 惟因溫度之高低而略有變更。臨界溫度 (Critical Temperature) 為華氏 271.9 度, 臨界壓力 (Critical Pressure) 則為 112.3 氣壓。在常溫時為氣體, 惟在高壓低溫下即行液化, 吾人統稱之謂液氨或作無水液氨。為無色透明, 而有強烈刺激性的液體。在常壓時, 於華氏零下 28 度, 即行沸騰。極能溶解於水中, 在華氏 68 度時, 一體積之水, 能吸收 700 體積之氨。液氨遇水, 成可溶性而產生相當熱量。純粹之液氨, 含量在 99% 以上者, 其沸騰時, 每一克分子量 (Molecular Weight) 化成氣氨, 須 5600 至 5730 卡 (Calorie) 熱量。此數較之其他液體, 如二氧化硫等液所需者為高。故於冷凍學方面, 應用甚廣。普通冷凍工業之製冰廠, 冷藏廠等, 以其氣化時比較其他氣體吸收多量之熱, 而同時祇須於比較較低之壓力及常溫之下, 即能重復液化。功效既高, 費用自低, 故極為工業家所重視。公認為應用於冷凍工業, 最適宜之冷凍劑。

對於淡氣出品, 我國向乏工廠從事製造。歷年以來, 舉凡工

業所需之硝酸，氯化銨 (Ammonium Chloride)，液氮等，胥仰給於舶來品。漏卮莫塞，良可深慨。幸自民國二十四年以來，始有上海之天利淡氣製品廠，六合之永利硫酸銨廠⁽²⁾，相繼崛起，製造淡氣出品，供給國人，扶助實業，堪稱我國之基本重工業。對於國防及民生，皆含重大意義。上述兩廠，其所製成之無水氮液，經試驗結果，含量為 99.99%。品質純粹，絕無水份，吡啶 (Pyridine) 及他種有機物質之存在，比之舶來品，實有過之無不及。故國內各製冰廠，冷藏廠等，競相採用，咸認為國產之唯一優良冷凍劑。

吸收法 將氮應用於冷凍，其法有二，即吸收法 (Absorption Method) 與壓縮法。前者之法，其程序為不藉機械之力量，將氣氮壓縮之，而將溶化於水中之氮液，用蒸汽機熱之，俾將氣氮蒸出，而後使之冷凝。如此所得之液氮，使之經過膨脹凡爾，回復而至吸收機。凡流入吸收機與水接觸之氣氮，稱之曰母液。此種母液，其溶入之氮，即原係用熱力所提出者。至於內部所貯之水，同時亦須經過一度冷卻，俾較冷之母液，更易吸收氣體而成較濃溶液。今再藉幫浦 (Pump) 之力，仍使其回入蒸汽機，重復開始同樣循環之工作。然至今日，吸收法多被摒棄，幾全以壓縮法替代之。

壓縮法 壓縮之意，即以壓縮機將氣化之氮 輪流壓縮而使

(2) 上述二廠因八一三戰事而蒙嚴重損失

之液化，然後再使之氣化。其顯著之程序，可分下列四種：即蒸發(Evaporation)，壓縮(Compression)，冷凝(Condensation)，與膨脹(Expansion)。

(1) 蒸發之意，為使液氨蒸發於低壓力之下，故溫度亦因之而降低，因此而產生所需之冷度或冷凍之功效。至於蒸發之氨，其壓力所能維持者，常至如此程度，致使其溫度比較冷凍所需目的物之溫度為略低。

(2) 壓縮之意，為蒸發管內之氣化氨，被壓而至如此高壓力，而使之冷卻溫度，比較冷卻所需水之溫度為略高。

(3) 冷凝之意，即氣體之氨，其溫度比較高於冷卻之水，故熱可由氣化氨傳達而入水中，以使之液化。

(4) 膨脹之意，祇將液氨自冷凝方面之高溫度及高壓力，減低而為蒸發方面之低溫度及低壓力。

氣化氨被壓而入壓縮機，其壓力每平方英吋常自150磅至200磅，各視其情形而異。而蒸發管方面之壓力，常為15磅至25磅之間。今照上述壓力所發生之情形，可將全系分為兩部份，即吾人所熟知之高壓部份與低壓部份。凡自壓縮機之壓氣凡爾(Discharge Valve)起，以至膨脹凡爾止，吾人統稱之謂高壓部份。凡自膨脹凡爾起，以至壓縮機之抽氣凡爾(Suction Valve)止，統稱之曰低壓部份(第三圖)。

凡採用壓縮法之冷凍機，壓縮機佔據工作之最重要部份。效

率之高低，產量之多寡，皆與此機發生重大關係，是不可不注意及之。

壓縮機設計之重要 氨壓縮機活塞(Piston)之衝程(Stroke)，必須設計準確，俾活塞與氣缸(Cylinder)兩者之間，絕無汽隙(Clearance)餘地，則機之運用，既能緊湊而穩定，且每一衝程可收氣氨全被壓出之效果。若活塞與氣缸兩者之間，汽隙廣大，則壓縮機之力量即被降低。因在活塞頭部與汽缸間被壓縮之氣體，將不令抽氣凡爾啓開，直至活塞之回復衝程開始，轉令氣體膨脹，以致汽缸之壓力，比較對方抽氣凡爾之壓力為低。若以此而運用壓縮機，效率低劣，自不待言。

壓縮機之運用 冷凍機冷凍量(Refrigerating Capacity)之大小，全視於一定時間內氨的蒸發重量而異。每一立方呎氣氨的重量，常因溫度與壓力而異(第一表)。若每一立方呎之重量增加，則溫度與壓力，亦因之增加。反之，若減低，則溫度與壓力，亦因之而遞減。凡從事冷凍工業之作業人員，於各種不同情形之下，對於氣氨不同之體積，宜隨時予以留意，俾不致因抽氣方面所產生之壓力太低，或壓氣方面之壓力太高，而蒙相當損失。

例如假定氣氨之溫度為華氏 0 度，抽氣方面之壓力為 16 磅，而同時冷凝方面溫度在華氏 70 度時，被壓而為 115 磅。今於二十四小時內，欲得冷凍一噸之功效，則於每分鐘內，氨壓縮機汽缸之力量，必須抽足氣氨 3.63 立方呎(第二表)。若溫度與壓力，

第 一 表
飽 和 氮 的 性 質

壓 力 磅 (每平方吋)	溫 度 華 氏	潛 熱 英熱單位	蒸氣每磅 之體積 立方呎	蒸氣每立方呎 之重量 磅
0	— 28.0	589.3	18.0	0.0555
5	— 17.2	581.6	13.7	0.0730
10	— 8.4	575.2	11.1	0.0902
15	1.0	569.5	9.32	0.107
20	5.5	564.6	8.06	0.124
25	11.3	560.0	7.11	0.141
30	16.6	555.8	6.35	0.158
35	21.4	551.9	5.74	0.174
40	25.8	548.2	5.25	0.191
45	30.0	544.8	4.83	0.207
50	33.8	541.5	4.48	0.224
55	37.5	538.4	4.17	0.240
60	40.9	535.4	3.91	0.256
65	44.2	532.5	3.67	0.273
70	47.3	529.7	3.47	0.289
75	50.3	527.0	3.28	0.305
80	53.1	524.4	3.11	0.322
85	55.9	522.0	2.96	0.338
90	58.5	519.5	2.82	0.354
95	61.1	517.1	2.70	0.370
100	63.5	514.8	2.59	0.387
110	68.2	510.3	2.39	0.419
120	72.6	506.0	2.21	0.452
130	76.7	502.0	2.16	0.484
140	80.6	498.1	1.93	0.517
150	84.4	494.3	1.82	0.550
160	88.0	490.7	1.72	0.582
170	91.4	487.0	1.62	0.615
180	94.7	483.6	1.54	0.648
190	97.8	480.2	1.47	0.681
200	100.9	476.9	1.40	0.714

第 二 表
 本表表示二十四小時內欲得冷凍一噸之功效
 於每分鐘內不同的冷凝壓力與抽氣壓力必須抽出氣氮的立方呎

氣氮的溫度 華 氏	相符的抽氣 壓 力 每平方呎	氣 氮 的 溫 度 —— 華 氏									
		65	70	75	80	85	90	95	100	105	
		相 符 的 冷 凝 壓 力 —— 每 平 方 呎									
		103	115	127	139	153	168	184	200	218	
-27	1	7.22	7.3	7.37	7.46	7.54	7.62	7.70	7.79	7.86	
-20	4	5.84	5.9	5.96	6.03	6.09	6.16	6.23	6.30	6.43	
-15	6	5.35	5.4	5.46	5.52	5.58	5.64	5.70	5.77	5.83	
-10	9	4.66	4.73	4.76	4.81	4.86	4.91	4.97	5.05	5.08	
-5	13	4.09	4.12	4.17	4.21	4.25	4.30	4.35	4.40	4.44	
0	16	3.59	3.63	3.66	3.70	3.74	3.78	3.83	3.87	3.91	
+5	20	3.20	3.24	3.27	3.30	3.34	3.38	3.41	3.45	3.49	
+10	24	2.87	2.9	2.93	2.96	2.99	3.02	3.06	3.09	3.12	
+15	28	2.59	2.61	2.65	2.68	2.71	2.73	2.76	2.80	2.82	
+20	33	2.31	2.34	2.36	2.38	2.41	2.44	2.46	2.49	2.51	
+25	39	2.06	2.08	2.10	2.12	2.15	2.17	2.20	2.22	2.24	
+30	45	1.85	1.87	1.89	1.91	1.93	1.95	1.97	2.00	2.01	
+35	51	1.70	1.72	1.74	1.76	1.77	1.79	1.81	1.83	1.85	

各減低爲華氏 0 下 10 度與 9 磅時，則於二十四小時之內，欲得冷凍一噸之功效，必須於每分鐘內，壓出氣氨 4.73 立方呎。

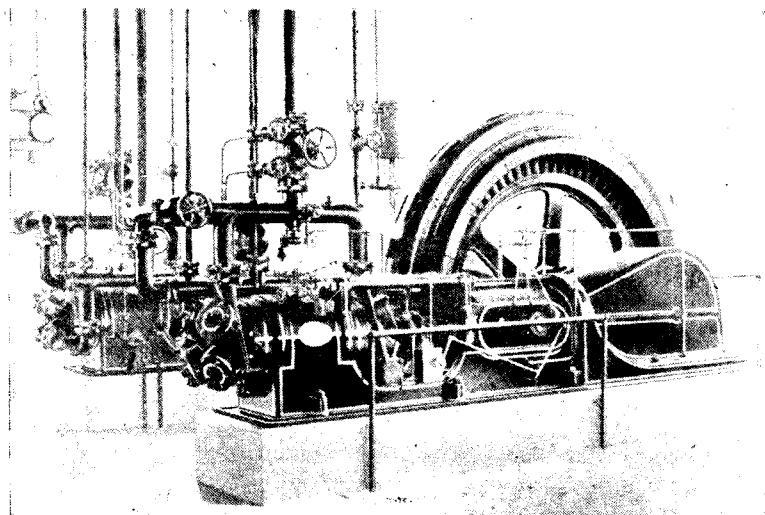
冷凍量之損失 冷凍量若遭損失，其結果將使低壓部份氣氨之溫度與壓力降低，至汽缸若具充分之力量，能於每分鐘壓出氣氨 3.63 磅，同時若氣氨適爲華氏 0 度，低壓壓力 16 磅，而高壓部份壓力在華氏 70 度時爲 115 磅，則即收冷凍量一噸之功效。若冷凍機之冷凍量，在低壓部份減低而爲 9 磅，則即將遭遇百分之二十之損失。因在華氏 0 度及壓力 16 磅時，每立方呎飽和氨 (Saturated Ammonia) 之重量爲 .1108 磅。今若一變而爲華氏 0 下 10 度及壓力 9 磅，則每立方呎飽和氨之重量，祇爲 .0873 磅。今須附帶說明者，即本書所列第二表，其數字祇代表學說方面之冷凍量。若實際應用，則兩種物質，發生熱之對流，必蒙若干損失。故冷凍機之實在冷凍量，必較計算所及者，約低百分之二十至二十五之間。

凡裝置冷凍機者，必須牢記下列事實：即冷凍一噸之量，常以日夜二十四小時計算，切不可裝置一冷凍量太低之機件。今若需冷凍一噸於十二小時之內，則必須裝置一能冷凍二噸之冷凍機，方爲合用。

壓縮機與壓力之關係 壓縮機低壓方面之壓力，全視其用以維持鹽水池或冷藏庫之溫度而定。低壓方面，其壓力當以情形所許可，務求其高。因於抽氣方面，產生較高之壓力，則機之運

用，自然較為經濟。低壓方面之壓力，氨之沸點，當為其用以維持鹽水池，冷藏庫，或其他冷凍之處所需之溫度，比較約低華氏7度至10度之間。低壓方面之壓力愈低，即氨的沸點亦低，則每一立方呎氣氨之重量，亦因之而遞減。因冷凍機冷氣產量之多寡，全視於一定時間內，氨之蒸發重量而異故也。本書所附第一表係根據美國標準局(U.S. Bureau of Standards)所訂飽和氨性質表節錄而來，凡從事冷凍工業之作業人員，宜隨時予以注意。

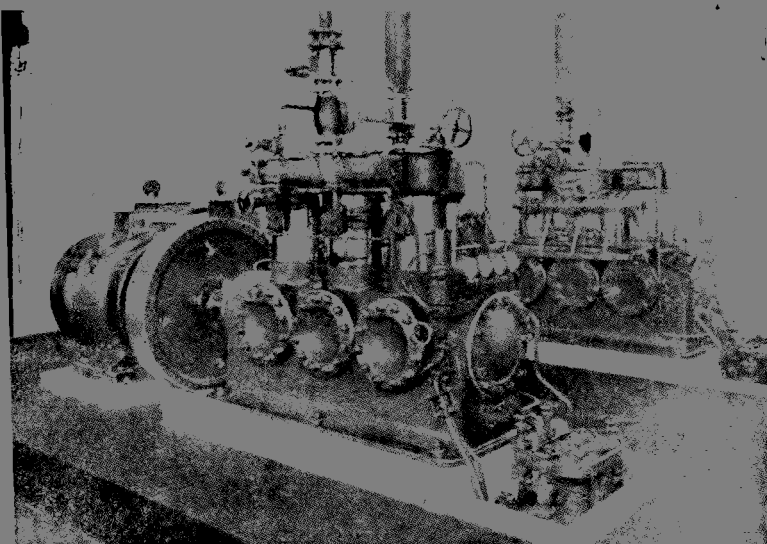
至於高壓方面之壓力，當視其情形所許可，務求其低。其理由以若使氣氨於低壓下冷凝而為液氨，則所需用以發動壓縮機之原動力，自見減少。至此種壓力，於冷凝器所用冷却的水之多寡及其溫度，頗有關係。



第4圖 臥式單汽缸氨壓縮機

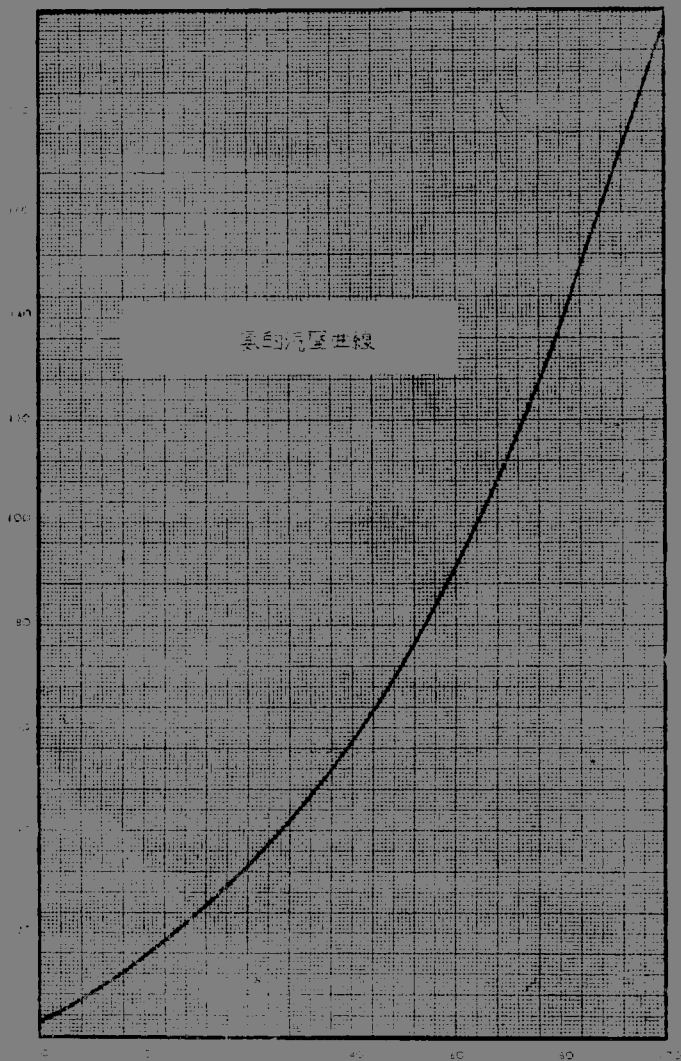
占據冷凍機中耗費最重大之部份，當推壓縮機(第四圖)(第五圖)⁽¹⁾所需之原動力。此種原動力，其消耗量之多寡，全視抽氣壓力與壓氣壓力而異。關於此點，上節已述之。意即壓氣壓力愈低，抽氣壓力愈高，則所需之原動力，愈見減少。因在任何溫度之下，無論何種液體，皆有其一定之蒸汽壓力 (Vapour Pressure)。今為更求明瞭起見，特為圖製氮之氣壓曲線(第六圖)，以資參考。此種氣壓，在液氮開始蒸發，或氣氮行將重凝而為液體時，將在冷氣蒸發管內與冷凝器中，各為其溫度所支配。

壓縮機發熱之原因 凡機械之摩擦部份，大都易於發熱。故



第5圖 立式三缸氮壓縮機

(1)上面立式三缸氮壓縮機等器 JE Hall 出品



第五圖 攝氏溫度與華氏溫度之關係線

氨壓縮機之汽缸以及軸承 (Bearing) 等, 須隨時注意其是否發熱, 而用充分之潤滑油。應用於氨壓縮機之潤滑油, 與普通所用之潤滑油稍異, 吾人特稱之謂氨壓縮機潤滑油, 以其不因冷凍而受影響故也。又壓縮機之軸承, 可於停止運用時, 將壓蓋 (Gland) 扣緊, 運用時放鬆。若能如此, 則於軸承部份, 亦可減少因摩擦而發熱之機會。

第三章 冷凍系之其他機件

冷凍機件概論 壓縮機為冷凍系之最重要機件，自無疑義。其他如冷凝器，承受器等，雖屬次要，然以整個冷凍系而論，實有不可或缺之勢。至冷凍系之任何機件，若一旦逸出常軌，多少將影響統系之工作，是不可不注意及之。

冷凝器 氣氨經分油器而入冷凝器 (Condenser)，即將所含熱量，充分散却而液化。今若冷却之水，供給充足，代價低廉，則冷凝問題，即被解決大半矣。今日規模宏大之冷凍廠，常用巨型之壓縮機，有時冷却所需之水，因需大量供給，代價頗屬不貲。對於此種情形，其所採用之冷凝器，究以何者較為適宜，何者較為經濟，有待冷凍專家之嚴密選擇。關於此點，容於第六章中再為申述。

淋水式 淋水式 (Atmospheric Type) (第七圖) 冷凝器，其所應用之水，若與他種冷凝器相比較，固見減少。至其另一優點，為如礦物質等，附著於管子之面，易於清除。淋水式之缺點，除壓力較高外，因受天氣影響，工作情形，常有變動，難期一律。若天氣乾燥，冷凝器表面之水，蒸發較易，工作情形，亦因之而較優。反之，若空氣飽和水蒸汽，則水之蒸發，自多困難。

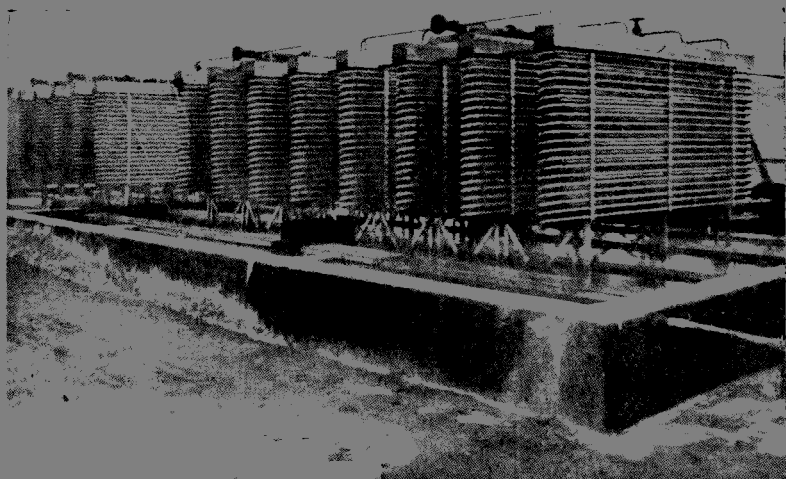


圖 7-1 雙管式淋水式冷凝器

套管式 套管式 (Double Pipe Type) 不受天氣影響，小型之冷凍機，應用尤廣。其最顯著之優點，為含熱氣氮，可與冷卻表面密切接觸。若冷卻之水，設非過熱，其結果能收極大功效，且冷凝管經過之水，可以自由調節，運用如意。

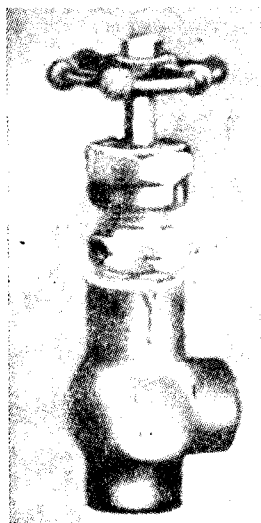
多管式 多管式 (Shell and Tube Type) 具套管式之優點，巨型之冷凍機，除淋水式外，多管式亦常採用。多管式以佔地經濟，收效宏大，故水上船隻，凡裝置冷凍機者，亦多採用。

沉水式 沉水式 (Submerged Type) 冷凝器，冷卻之水，自池底流入，池頂流出，以需供給大量水源，故除小型冷凍機以外，對於此種冷凝器，極少採用。

冷凝器為使氣氮冷凝而為液氮之器具，其所採用之水，溫度

宜求其低，供給宜求其充，則冷却所收之功效為愈宏。今日從事冷凍工業之作業人員，其應注意之點，為動力問題與給水問題。兩者之間，何者代價更巨，須予相當考慮。若令給水代價過鉅，可將氣氨冷凝於較高壓力以節省水費。惟同時因壓力較高，發動壓縮機之動力自然較巨，然比較之下，結果若仍經濟，則自當使氣氨冷凝於較高壓力之下。今於各種不同之情形中，先以何者運用冷凍機械，較為經濟，則動力與給水問題，不可不予以相當考慮。

分油器 分油器 (Oil Separator) 用以分離油類及其他不潔物質。如分油器祇用一具，大概裝製於壓氣凡爾及冷凝器之間。



第 8 圖 膨脹凡爾

承受器 承受器 (Receiver) 為一堅固銅桶，冷凝液氨，由冷凝器流入，再由此器經膨脹凡爾而入冷氣蒸發管。冷凍之實際功效，即行開始。

膨脹凡爾 介乎承受器與冷氣蒸發管之間，有一凡爾，即吾人所熟知之膨脹凡爾 (Expansion Valve) (第八圖)。此種凡爾，製造極為精密，雖極微氣量，亦能自由調節。氨之流動，完全由此凡爾管理之。

冷氣蒸發管 經過膨脹凡爾之液氨，完成冷凍之功效者，厥為冷氣蒸發管 (Evaporating Coil)。此管以壓力頗低，故液氨經過膨脹凡爾以後，立即蒸發而為氣體。其由液體變為氣體時，將於四周吸收多量之熱。故其結果，遂使隣近蒸發管之溫度，隨行降低。

填料盒 氨或發生滲漏，無論如何纖微，耗費雖極有限，然終覺不快。發生滲漏機會最多之處，厥為填料盒 (Stuffing Box)，故填料盒必須隨時注意。填料盒長度宜求其長，然設計者無論如何精密，若填料盒裝置稍不經意，亦是引起滲漏。

填料 填料裝置，須適度緊扣，庶氨不致滲漏。若令過緊，則軸承恐有發熱之危險。最合理想之設計，為壓縮機於運用時，填料可以自由調節，庶無寬緊失度之虞。

他如氨的凡爾，製造必須堅固，運用必須靈便。而同時整個冷凍系，須絕對避免空氣之侵入。冷凍系拆卸與修理之機會，當力求其減少，則氣氨損失與空氣侵入，同時亦可減少。其他如一放空氣凡爾 (Purging Valve)，壓力計，或溫度計之微，亦無不各有專責，各具用途，以完成冷凍系統系之工作。至應用之事業，若為冷藏廠，則須另加冷氣管，冷藏庫等。製冰廠，則須另替鹽水池，製冰桶等。

第四章 壓氣壓力與抽氣壓力

壓氣壓力 壓氣壓力(Delivery or Discharge Pressure),務求其低,前已言之。今若參考本書所附之氣壓曲線,則知氨的蒸氣壓力,若將溫度增加,則上升愈速。是故欲求壓氣壓力下降,則同時必須設法減低其冷凝器內之溫度。當冷凍機正在工作時,其在冷凝器所產生之熱,全視氣氨於每分鐘內所冷凝之液量,例有規定。此種熱的被驅,必須依此規定,不稍差異,否則器內溫度,將起或高或低之變化。至於冷凝器內所有之熱傳達而至器外時,其速度當視管子之性質,以及溫度傳達經過管子而互有差異。假定管子清潔,則普通溫度相差在華氏 10 度時,立即足以驅逐所有之潛熱於冷凝器之外。所以氣氨溫度,比較冷却所用之水約高華氏 10 度時,即能冷凝而使液化。今於氣壓曲線再作參考,大致即可決定其溫度,在此一點,足使氣氨由冷凝壓力冷却而液化。設或發見冷凝之水,比較須高於華氏 10 度以上時,即為機械工作失却常態之表示,則下列各點,必須加以檢查。

壓氣壓力逸出常軌之原因

(1) 水量不充或支配不勻。

此種問題,解決較易,可以另行增加供給之水,以作試驗,而

同時注意其成效。欲求冷凝器得到工作最大之效率，必須增加供給水量而隨時施行之，直至冷凝壓力，不克再行降低，然後停止。若水量不充，不待測驗其壓力，而早呈顯著之象徵。

(2) 冷凝器內混入空氣。

空氣以及各種不活潑之氣體，一經混入冷凍系內，足以影響壓氣壓力之上昇。萬一先行試驗冷卻之水而無相當成效，其次即須搜索管子內所混入之空氣。法以管子所裝置之放空氣凡爾，一開而即行關閉，同時並須注意其壓力有無變化。設能得圓滿之結果，凡爾必須隨時開之，隨時關閉，續繼舉行而注意其壓力，直至不克再行降低，然後停止。當開放空氣凡爾時，與其放逐多量氣體於一長時期，不如隨開隨閉，繼續為之，較為穩妥。今放空氣於水份之中，泡沫泛濺，於氨的自身，終覺浪費太甚，尤其一至白色烟霧，重重吹出，濃密的氨，不斷而來，為吾人視察所及之時。所以最佳之法，當為裝置自動放空氣之機關。普通各冷凍機製造廠，皆能供給，此則於氨的耗費，終可節省不少金錢。

不能冷凝之氣體如空氣，或由隙孔滲入，或於新裝管子時，空氣未曾驅盡，或將不純粹之液氨注入機中，有以致之。至於空氣如由冷凍機之隙縫滲入，則可常將壓縮機之抽氣壓力，保持在大氣以上，即在壓力計 0 度以上。至於其他氣體之混入，則當採用純粹液氨，避免較易。

(3) 管子外面滿裹積銹。

冷凝器管子之外面，所有積銹，皆須隨時予以清除，而薄塗以防銹劑。

(4) 油類或其他雜質，混入冷凝器管子之內。

設於上列三點，經過詳細檢查，仍無相當效果，則冷凝器必須卸下，檢查其內部之管子。以油類或雜質之侵入，或為其壓氣壓力逸出常軌之原因。油類及雜質之存在，多為分油器裝置之不完備，有以致之，故分油器即當予以注意。此外或因所用之潤滑油，不甚合理，故當採用專門應用於冷凍機之潤滑油。至油類物質之存在，多由於混濁之有機體所產生。在氨之中，常為著名之吡啶，故宜採用純粹液氨，以其純由氮氣二氣所合成，不容其他油類存在故也。

抽氣壓力 抽氣壓力 (Suction Pressure) 愈高，則所耗之原動力愈見減少，業於本書第二章內加以說明。換言之，意即氨的溫度，其在冷氣蒸發管內所蒸發者，當以愈高為愈佳。因此溫度所產生冷凍之功效，統被吸收，以供冷凍物質達到冷凍之目的。

至於冷凝器管內與管外之溫度，其相差之度數，亦有一定。即液氨於蒸發時，比較其四周之溫度，必須約低華氏 10 度左右。

至於冷凝壓力，亦與上述情形相同。故吾人所應注意之抽氣壓力，以及氣壓曲線，一加留意，或可覺得氨之蒸發溫度，而試驗其是否比較四周溫度，約低華氏 10 左右。

抽氣壓力逸出常規之原因

(1) 管外積銹以及管子內部不潔，遂致熱的宣洩，因內外隔絕，而傳導較難。

(2) 冷凍系內混入水份。

若水與氨混合，其結果將使蒸氣壓力減低。水份愈多，則蒸氣壓力愈低。當水份混入冷凍系內，即將集中於冷氣蒸發管內。當其蒸發時，一部份即行氣化。另一部份，則將遺留於水中而成氨水。在此情形之下，水份將永遠凝聚於冷氣管內。故其結果，將使膨脹凡爾之一端，因純粹液氨而產生相當之高壓力。其他一端，因水份存在而產生逸出常軌之低壓力。以此而運用壓縮機，若以經濟立場論，為管理冷凍機之最不得其法者。且一經水份之侵入，欲求維持冷凍之低溫度，深非易事。

普通水份之混入，不外下列數端：

(a) 由於採用不純粹之液氨，以致水份混入。故當絕對採用純粹之液氨，其成份含 NH_3 當為 99.98 % 以上。 H_2O 0.02 % 以下。

(b) 管子有漏縫，同時其壓力在真空以下，以致水份侵入。故管子壓力，切勿在大氣壓力以下，即壓力計 0 度以下，以致其所接觸之水份或鹽水，易於侵入。

(c) 冷凍機抽空氣工作之不完備，當增加新管子或修理舊管子時，普通先以空氣壓力作試驗。此種空氣，當試驗時，常含相當濕度，以致水份遺留於管子之內部。

(d)由於水份冷凝於活塞桿(Piston Rod)，因壓蓋之發鬆，而引入汽缸之內，故當注意壓蓋之緊扣。

冷凍系水份之排除 冷凍系若有水份，排除之法，當先將膨脹凡爾以及壓縮機之抽氣凡爾關閉，使與冷氣蒸發管隔離。如此則蒸發管內所混合的氨與水份，即將分離，然後可於該管最低部份所裝置之放水凡爾排除之。若無此種設備，可於冷氣蒸發管所預備最低部份，臨時裝上凡爾，以便排除水份，亦屬相同。在水份尚未完全排除以前，須照本書第五章氨的純粹試驗法所述，先取水樣試驗。如已確知其水份之存在，則所隔離部份，必須盡量排除，然後冷凍機方能恢復原狀，不致失却效率。

如能採用上述辦法，則所排除之水份，可達最高量，而所損失的氨，則為最低量。

第五章 冷凍氮的應用

氮的應用 吾人既知冷凍與氮所發生之關係，比較任何冷凍要素，如二氧化硫，二氧化碳，法利虹，氯化甲基等更為密切。應用既廣，需要既切，則氮的性質及其與壓縮機所發生之關係等，非予學者以充分認識不可。關於上述種種，業於第二第四兩章，加以說明。茲為增加學者興趣，及作業人員實用起見，對於氮之實際應用，如如何加入液氮於冷凍機？如何避免死氮之發生？如何偵察氮的滲漏？如何試驗氮的純粹等？特為另列一章，以便隨時供參考之需。

冷凍機液氮的加入 氮承受器之玻璃管，其液量非降低至半數以下，表示必須另加新液體時，切勿隨意將氮加入，以避危險。

加入液氮於冷凍機，其法可先將貯氮桶過磅，其次將其凡爾與冷凍機加氮凡爾相聯接，然後將桶之底端填高約二吋至三吋之間。

今將貯氮桶凡爾輕啓之，而試驗其聯接之處是否緊扣。如其試驗認為滿意，可將冷凍機之加氮凡爾徐徐開啓，而充分注意其抽氣壓力之壓力計，此計將現或高或低之指示，然務宜留意，而

不令其過高。貯氨桶內的氨，被吸而入冷凍機，初無一定之速率，常視冷凍系之溫度與壓力而異。至於貯氨桶或氨聯接管所結成之薄霜，與空氣之溫度及濕度頗有關係。若認此而為桶內液氨，已被吸完，誠屬錯誤。今欲確知桶內液氨，是否吸收殆盡，當於事後將桶過磅，可確知其結果，而無所錯誤。

冷凍機發生死氨之原因 冷凍學中，有所謂死氨（Dead Ammonia）之名詞，意即氨滯留積聚於冷氣蒸發管內，呆滯而不流動。其發生原因，不外乎管理冷氣管溫度之不得其當，由以致之。今欲冷凍某物質，假定其原有溫度為華氏 60 度，當某物質正在進行冷卻時，尤其該物質之水份亦在冷凝，而同時發放巨量之熱。此種熱量，將由物質之本身，傳達而入冷氣管，而同時蒸發新由膨脹凡爾源源流入之氨。但當某物質已被冷凍，其溫度與冷氣管內蒸發之氨相差無幾時，則其傳達而至氨的熱量，自然減少。故結果所需蒸發的氨較少。處此情形之下，若機械仍照常發動，而同時由膨脹凡爾以至冷氣蒸發管的氨量，仍未減少，其結果必致冷凝器與承受器之液氨，完全不見，停滯於冷氣管而成死氨。當氨發生滯積之情形，補救辦法，為將膨脹凡爾或承受器之出口凡爾關閉，至承受器回復相當液氨，然後停止。

液氨耗費之增加 冷凍系如或發見須加相當之液氨，用以維持冷凍功效時，則必為液氨受滲漏損失之表示，即當檢查其原因，而謀補救辦法。

氨的滲漏偵查 冷凍系之任何部份，其所存在的氨，隨時皆有滲漏之可能。茲爲便於偵查起見，略分爲下述三部份：

- (1) 滲漏發生於露空管子等。
- (2) 滲漏發生於冷凝器。
- (3) 滲漏發生於沒入鹽水中之管子。

(1) 試驗露空管子滲漏與否，其最簡單方法，爲用毛筆蘸肥皂水，遍塗管子連接等處，即可發現。又有一法，爲用硫磺燭 (Sulphur Taper)。法將該燭燃着，持近管子或接合處，漸漸移動，如有滲漏發生，無論如何纖微，其滲漏處，即冒白色烟霧。但燃燒硫磺燭，切不可接近壓縮機，否則危險堪虞。此外壓縮機之壓蓋，隨時容易發生滲漏，故停止運用時，尤當緊扣爲要。

(2) 若氨遇水，即成極可溶性，前已言之。今若滲漏發生於冷凝器中，誠非吾人嗅覺所能發覺。偵測冷凝器滲漏最佳之法，爲將該器流出之水，試驗於涅斯勒溶液中 (Nessler's Solution)，此溶液之成份及其配合方法，略述如次：

溶解 17 克氯化汞 (Mercuric Chloride) 于 300 cc. 蒸餾水中，再溶解 35 克碘化鉀 (Potassium Iodide) 于 150 cc. 水中，然後將第一種溶液，于極慢及不劇攪動中，加入于第二種溶液中，直至成爲淡紅色之沉澱而後止。

其次溶解 120 克氫氧化鉀于 300 cc. 水中，而將此溶液加入于有淡紅色沉澱之溶液中。

最後加入極少量之氯化汞溶液，直至成爲永久混濁溶液狀，俟其澄清，徐將清液濾出而放置於無氨的橡皮塞頭玻璃瓶中。

涅斯勒溶液，所用各藥品，皆極普通，溶液之配合極易。

涅斯勒溶液，對氨爲極易感應，以其如此，一遇氨水，即起正反應。設欲試驗冷凝器是否滲漏，先須規定標準水量，假定各爲一兩，向冷凝器水之進口及出口取給之，然後加入涅斯勒溶液各二滴。此種試驗，必須舉行於絕對無氨之室中。設或水中略有氨的成分，即將成爲棕黃色之沉澱物，而此種顏色之深淺，適足以顯示水中含蓄氨量的多寡。今再將兩種水樣相比較，設從冷凝器出口所採取之水，其顏色比較其入口所採取之水爲深時，即可確定冷凝器之滲漏，而無疑義。欲確知滲漏之所在，則必須將進出口之水，分段試驗之，而測得其滲漏之管子，然後再以硫磺燭作試驗，而確定其滲漏之點。

(3) 鹽水與水無異，將溶解大量的氨，所以沒入於鹽水內之冷氣管，如或發生滲漏，將更難於偵測。涅斯勒試劑，祇適用氨試驗於淡水之中，而不適用於鹽水之中。如欲試驗鹽水中是否有氨溶入，當取鹽水約二兩，加入少許苛性鹼而攪動之。今將貯鹽水之玻璃管，普通爲玻璃杯，上覆玻璃一片，玻璃片之下，放置石蕊試驗紙(Litmus Paper)一方，然後將盛鹽水之杯，放入熱水或近電爐處，徐徐加熱，則壓在玻璃片下之試紙，若確有氨存在，即將變爲藍色。此種試驗，一如上述，必須舉行於絕對無氨之室中，同時試

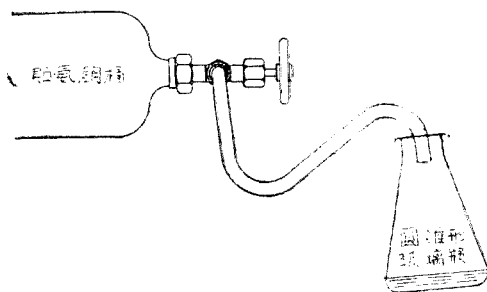
驗所用之紙，必須注意其勿與溶有苛性鹼之鹽水相接觸。

若發見冷氣管確有滲漏情形，則鹽水必須設法移去。偵查之法，可仍沿用上述之肥皂水或硫磺燭，而覓得其滲漏所在之點。

氮的純粹試驗法 下述之法，為試驗氮樣純粹與否之最簡單及最佳之方法。將無水液氮，由冷凍機或貯氮桶中，注入圓錐形之玻璃瓶中，而令其蒸發。但因低溫關係，液氮將蒸發殆盡。至於其他液體與固體之雜質，因其始終不能蒸發，將長留於玻璃瓶中。

試驗之法如下：

樣品之採取(第九圖)。



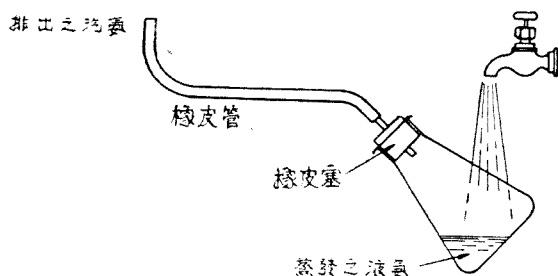
第 9 圖 樣品之採取

(1) 裝置短鐵管或橡皮管於盛有液氮之器具內，並注意所用之管子係絕對清潔者，今為小心起見，可將凡爾輕啓，使少量的氮，將管子內部所附着之雜質，完全吹去。當取樣品之時，最好戴上手套，較為安全。

(2) 當啓凡爾之際，管子與樣品瓶頸，務須接近，俾液氮易

於注入。俟注至半瓶以上時，即須將樣瓶移去，而蓋上有一中通橡皮管之橡皮瓶塞。

樣品之蒸發(第十圖)。



第 10 圖 樣 品 之 蒸 發

今可將液氮樣品蒸發之。欲求速見功效，不妨將玻璃瓶沖以冷水，或將瓶底放置於盛有微溫之水桶中。當液氮完全蒸發後，可將玻璃瓶外面完全揩乾，而檢驗其渣滓，設為純粹無水之液氮，則絕無任何渣滓存在。設有渣滓，當加以檢驗。若水與油，則一望而即知之。此外吡啶以及其他雜質，可於其所發揮之氣息中嗅得之。

今須特別注意者，即為試驗氮樣，欲求確實無誤，非採取上述辦法不可。以用橡皮塞及橡皮管，得與空氣隔絕故也。若於開口器皿中，令樣品蒸發，其結果將殘留多量水份，以液氮當蒸發時，吸收多量之熱，亦即產生多量冷度，而使空氣中之水份冷凝。

由冷凍機將液氮轉注於貯氮桶 有時如須將冷凍機內的液氮，轉注而入貯氮桶中，則必須非常小心，勿令貯氮桶注入過量

液氮，致使因氮膨脹，而有炸裂之虞。最好於未注以前，及既注之後，將桶過磅，而注意其所注入之重量，是否超過其所規定者。萬一注入過多，則必須於大氣中放去，以策安全。轉注液氮於貯氮桶中，其法可將承受器底之凡爾與空桶相連接，而使一部份液氮，由聯接管點滴而入空桶中，然後將桶分離，而直豎之。再將凡爾啓開，視其結霜，而即與承受器重復接聯，則液氮將立即流入空桶中，然後再將凡爾關閉，勿令其注入過多，致有危險。

貯氮桶的處置 氮本屬氣體，惟於高壓低溫之下，始行液化，因此含有爆炸性，故對於貯氮桶的處置，非予密切注意不可。

(1) 貯氮鋼桶，切勿放置於陽光直射之處，當移置於陰涼處。該桶自身所具抗壓力，雖離爆炸點尚遠，然辦理工廠者，於腦筋中，當常存安全第一之觀念。

(2) 勿將桶蓋移去，勿近腐蝕性的液體或氣體，如將着雨點或濺鹽水等處，亦當離去。其他雖極乾食鹽或氯化鈣等，亦當遠離，深恐或有墜下故也。

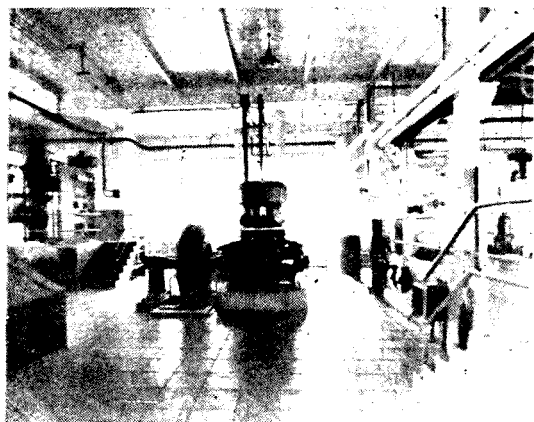
(3) 當移動時，切勿將麻繩鏈索等物，緊扣於凡爾近處或凡爾帽，否則將使鋼桶易受損傷，而產生極度之危險。

(4) 用後空桶，凡爾必須關緊，桶蓋仍須扣上。

第六章 製冰廠

製冰廠機械效率之重要 冷凍機械，大自壓縮機，小至凡爾，凡足以構成冷凍系整系之功效者，前已分節述之。至實際應用，例如本章之製冰事業，則其機械效率，當選擇其最高者，方足以合製造之實用而符經濟之原則。現代具高效率之製冰廠，對於機械設備，必須備具種種優良條件。茲就作者所知，擇其最重要者，試分述之。吾人當知製冰之水足以影響製成品之優劣，故事前對於製冰之水，其設備當求能得高效率之處理。不但如此，其與製冰發生聯帶關係之攪動空氣設備，同時亦足以影響製成品之優劣，故攪動空氣之設備，亦當擇其最適宜之方法與設計，以便供給適度空氣於製冰桶中。其次，鹽水池之設計與構製，務須充分適合商業化，俾製成之冰塊，既適質遷，獲利自可操諸左券。他如冷凍系整系有適當之蒸發管，以吸收鹽水池，壓縮器，以及冷凝器等之熱，亦頗重要。製冰除上述主要設備外，他如冰塊之起出與貯藏，亦宜有相當設備，以旁助之。

以前冷凍機械，有用蒸汽機或內燃機以發動之者。今則多數改用電力。故現代化之製冰廠(第十一圖)(十二圖)。必須包括化學，機械，與電機三種設備，相互為用，缺一不可。若一旦一



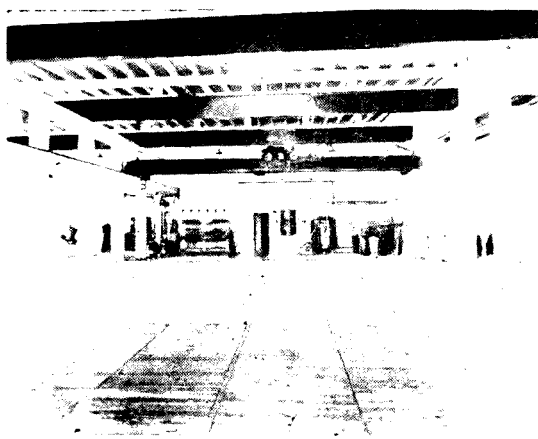
第11圖 製冰廠——機械室

種發生障礙，即足以影響他種之效率。運用非易，管理又艱，其實際應用，固不如吾人表面料想之易也。

壓縮機之選擇 占據製冰廠

設備之最重要部份，當推壓縮機，尤因其需要大量動力，以資轉動，故非予嚴密選擇不可。任何製冰廠，凡於設立之前，對於當地種種情形，皆須予以考慮。至壓縮機，尤應於下列各種因素中，選擇其最適宜者。

- 1 運用是否可靠。
- 2 動作是否經濟。
- 3 設計及構造是否簡單。
- 4 全部是否易於調整以適需



第12圖 製冰廠——製冰室及起冰機

求。

- 5 製冰廠範圍之大小。
- 6 製冰廠所需之動力。
- 7 所需之地位。

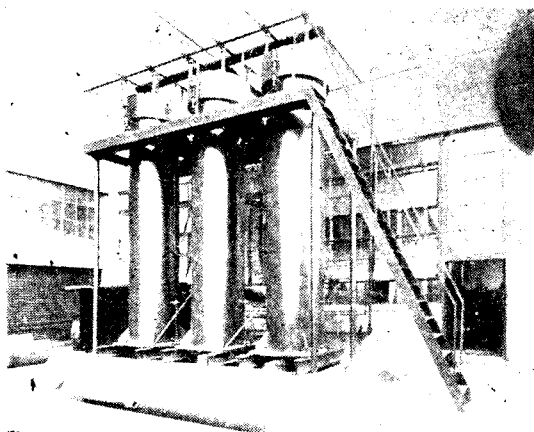
任何製冰廠，宜於事前詳細考慮，以便決定適應各種條件之壓縮機，實甚顯明。製冰所需之壓縮機，運用固須可靠，惟動作經濟與否，則與蒸發管及冷凝器之設計，頗有關係。壓縮機之設計與構造，當選擇其較簡者。同時對於機之各部，最好隨時易於接近，則平時之維持與檢查，可得不少便利。欲求全部易於調整，以適應環境或有變動時之需求，則不外將裝置大型壓縮機一具者，分而裝置小型者數具。小型製冰廠之壓縮機，多以扁皮帶或人字皮帶 (V Belt) 馬達發動之。大型壓縮機，則多將其地軸 (Shaft) 直接與常速馬達 (Synchronous Electric Motor) 相連。

壓縮機之製冰量 壓縮機應予嚴密選擇，自無疑義。然任何壓縮機，其所具之冷凍量，如果用以製冰，常為二與一之比。意即凡能供給冷凍兩噸者，以之製冰，祇能結成冰塊一噸。以學理論，一噸量壓縮機，理宜於二十四小時以內，將水一噸，冷卻而為華氏 0 度之冰。然於事實方面，壓縮機之製冰量，祇為冷凍量之半數。良以種種不可避免之損失，其原因如鹽水池之露空，製成冰塊之浸融，以及種種冷氣之消散，有以致之。

冷凝器之選擇 製冰欲求高效率，除壓縮機外，對於冷凝器之大小與種類，亦應予以嚴密選擇。至究以何種冷凝器，適於應用，胥視當地所發生種種之因素而決定之。下述數則，其較著者。

- 1 冷凝所需水之溫度。
- 2 冷凝所需之水量。
- 3 冷凝所需水之種類與來源。
- 4 製冰廠與冷凝器所在之地點。
- 5 所需之地位。
- 6 水之代價。

冷凝器普通可分為三種，即淋水式，套管式與多管式。因其構造各異，故其傳熱面積(Transmitting Surface)與水之流通，亦因之而不同，使用性質，因此亦略有區別。應用於製冰廠之多管式冷凝器，大抵可分為直立單程水管式 (Vertical Single Water Pass Type) 與橫臥多程水管式 (Horizontal Multi Water Pass Type) 二種。淋水式以盤管為之，排列成行。套管式顧名思義，管內套管。各種冷凝器，各視當地需求，而定去取。大凡規模較大製冰廠，多用多管式。其中直立式(第十三圖)，佔地有限，冷却之水，向上流出，既能獲得較高傳熱面積，且能保持管子相當潔淨。且任何水份，可供冷却之需，故於實際運用時，常收充分功效。其構造合度者，且可供分油器之用，以任何油質，可由此器流出。種種優點，兼備並蓄，故此種直立式冷凝器，多為普



第 13 圖 直 立 式 冷 凝 器

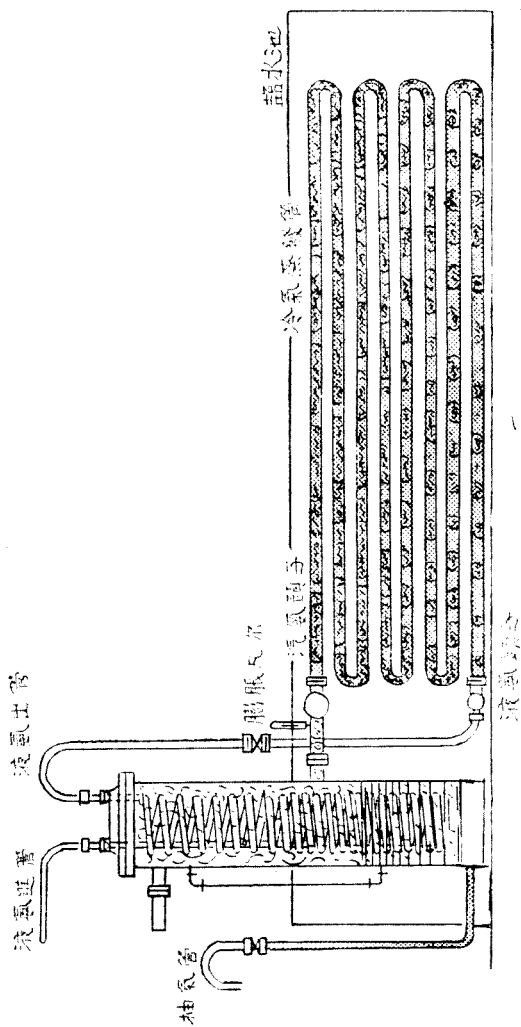
通製冰廠所選置。至橫臥式之選置，宜於其地能得清潔低溫之水，以供冷却之需。若經過冷凝器冷却之水，其溫度上昇較高者，亦適用之。至

其不受腐蝕之水與天氣之影響，與直立式同。

無論何種冷凝器，其最應注意之點，厥為保持傳熱面積之清潔，庶無雜質附着，則運用時，最高效率，即可獲得。

製冰設備 上述壓縮機與冷凝器，為任何冷凍工廠必不可缺之基本設備。至製冰所需，其直接主要設備，為鹽水池(Brine Tank)，冷氣蒸發管(Evaporator)，鹽水攪動機(Brine Agitator)，冰桶(Ice Can)與空氣攪動機(Air Agitator)。間接設備為起冰機(Crane and Hoist)，融冰桶(Thawing Tank)，加水機(Can Filler)，核心吸水機(Core Sucker)，鋸冰機(Scoring Machine)等，所以助冰之起出與貯藏。

鹽水池 鹽水池通常以厚度為四分之一英吋之鋼板製成之。上覆木塊，以便冰桶之蓋緊與起出。鹽水池底與四周，皆須以



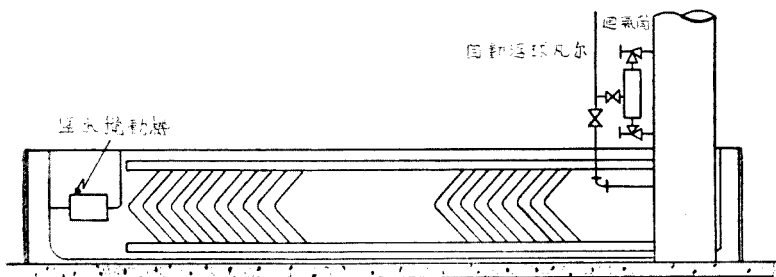
第十四圖 冷氣蒸發管

絕熱物料緊裹之，俾冷氣不致消耗於無形中。製冰廠之鹽水池，應視當地之建築圖樣與冰塊製成後所用起出之設備等種種情形而定其設計。普通鹽水池，常為長方形。闊度與長度，常為一與二或三之比。深度則常隨冰桶之尺寸，長短適度。

鹽水池中所有之熱，常以各式冷氣蒸發管吸收之。此種蒸發管，即用以直接蒸發液氮者。鹽水池中最普通之蒸發管，多為盤形式(第十四圖)，排列於冰桶兩旁。大約每噸冰量所需冷氣蒸發管之面積，為 100 至 125 英方呎之間。此種冷氣蒸發管，液氮係先經裝置迴氣筒 (Accumulator) 內之預冷管 (Pre-cooling Coil)，再經膨脹凡爾而入管底之液氮頭子 (Liquid Header)。大部液氮，即在管內蒸發，再由抽氣頭子 (Suction Header) 而入迴氣筒中。至迴氣筒，同時可作節制器 (Trap) 用，以便過量液氮及任何油質之流回。

另有一種蒸發管，為單程式 (Single Pass Type)，所有單程管與液氮總頭子 (Main Liquid Header) 相連接。氣氮與液氮總頭子與直立迴氣筒相連接。氮承受器內之液氮，先經迴氣筒內之預冷管，而至調節凡爾及浮球凡爾。此種設計，可使液氮之注入，收自動調節之實效。

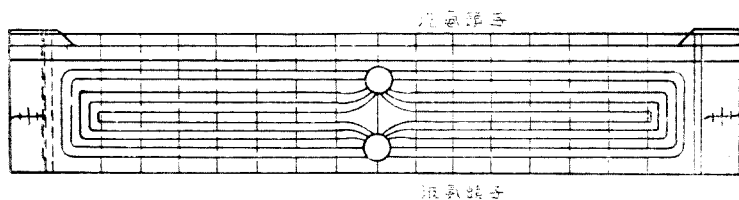
鯁骨式 (Herringbone Type) 冷氣蒸發管 (第十五圖)，或稱幹管式 (Trunk Type)，為最新式蒸發設備之一。所有蒸發管，由多數短程管子所組成，並裝置於另一隔層內，而使鹽水經



第 15 圖 鱗骨式冷氣蒸發管

流其間。其管子頭子與裝置鹽水池內之迴氣筒相連接。液氨之注入，以一調節凡爾及浮球凡爾自動調節之。其流經隔層之鹽水，因高速度及短程管子關係，發生流水汎濫作用，故其傳熱率極強。至鹽水流經池之隔層內溫度降低，及其流經池之另一端之鹽水攪動機而溫度增高，以其逐段流經冰桶與冰桶之間所發生吸熱之自然現象也。

與時代而進展及具優良成績之冷氣蒸發管，當推 U 字式 (U Type) (第十六圖)。此種冷氣管，排列於每組冰桶之間，下端與液氨頭子相連，上端與氣氨頭子相連，而承以直徑較巨之總頭子，橫跨鹽水池之中部。因蒸發管發生汎濫作用，故液氨以及開



第 16 圖 U 字式冷氣蒸發管

始蒸發之氣氦，將以中央部份為起點，四向溢流，遍及各管，而終於頭子高部完成其吸熱功效。至管內之液氦，有浮球管理器以節制之。U字式蒸發管，其所具之迴氣筒，常裝置於鹽水池之外。其鹽水流動，則以立式鹽水攪動機推動之。

鹽水池中之溶液，有採用氯化鈣，亦有採用氯化鈉與氯化鎂者。實則與其採用氯化鈉等，不如採用氯化鈣，以後者能產生較低溫度，以之作製冰之媒介，頗為經濟合宜。

鹽水攪動機 鹽水池中之鹽水，若令停止流動，則其鄰近冷氣蒸發管部份與較遠部份，必致發生冷度不均之缺點，影響冰之凍結，故鹽水池非予繼續攪動不可。攪動鹽水之設備，有用離心幫浦 (Centrifugal Pump)，亦有採用推進機 (Propeller) 狀者。至用推進機狀，又可分為直式與橫式二種。要之用以保持冰桶四周之鹽水，繼續發生吸熱功效。

冰桶 冰桶材料，係以鍍鋅鋼板製成之，下端略尖，以便結成冰塊，易於傾出。製冰之水，係預注於冰桶中，沉入鹽水池內，經過相當時間而結成，然後應用自動起重機起出之。至面積之大小，各視其重量而異，普通小型冰塊，其重量常在 50 磅至 100 磅之間。此外則多為 300 磅或 400 磅之重冰塊。

冰桶中之吹風管，一種為沉入管 (Drop in Tube)，隨時可以移動。又有一種，永久固定於冰桶之旁，風由桶底壓出，而以後者設計，較為優良。

空氣攪動機 製冰之水，須予適度處理，儘量求礦物質之消除。然祇求水份中礦物質之消除，而不講求攪動空氣之設備，則結成冰塊，仍不足以言透明。四十年來，透明冰之製造，別無他法，幾全以攪動空氣之設備完成之。然究以何種方法為較優，則與其謂特諸所採用製冰之水，全視其所含礦物質之多寡，則毋寧謂特諸各空氣攪動機。製造家於此，各具偏見。至透明冰之製造，必須備具攪動空氣之設備，其理由可於柏克氏 (Bruks) 說明中節錄之⁽⁴⁾。柏克氏大意謂冰塊係逐層凍結，其第一步鄰近冰桶之水，於凍結時，遺留相當之礦物質，以待二步凍結，俟其第二步凍結而成冰塊時，更留較濃之礦物質，以待三步凍結，依此程序，冰塊層層凍結，同時礦物質步步加濃，故其結果，水份與礦物質，完全凍結而成一不透明或作乳白色之冰。若令製冰之水，澈底激動，而使迅速流通，則任何礦物質，當冰層正在凍結時，不克同時與之結合，其最後所遺濃度之礦物質，可藉核心吸水機吸去之，而更注以新鮮之水。

凡透明冰之製成，對於水份中原有礦物質之濃度，鹽水池之溫度，以及空氣攪動之速度，皆有相互關係。假定鹽水池溫度較低，水份礦物質較濃，則空氣之攪動，必須高速度，方足以阻滯礦物質之凍凝。

攪動空氣之設備有二，即低壓法 (Low Pressure System)

(4) 登載美國伊里諾大學學報第219期，1930年出版，其題為製冰廠用水之處理。

與高壓法(High Pressure System)。茲將二法分節述之、

低壓法 低壓設備，普通祇備吹風機(Air Blower)一具，將吸入機內之空氣，直接送入冰桶，將水攪動。其壓力每平方英尺約為三磅左右，適足以攪動冰桶中所注入之水。若令此法難得優良成績，尤其冰之下端，常呈乳白色，則其改進之法，為將沉入冰桶中之吹風管，長度加長，空氣壓力加高。以普通吹風管與冰桶底面，其距離約為十英尺至十二英尺之間。實則此種距離，尚嫌過長。欲求效率較高，則攪動空氣之力量，必須引入冰桶之最適當處。

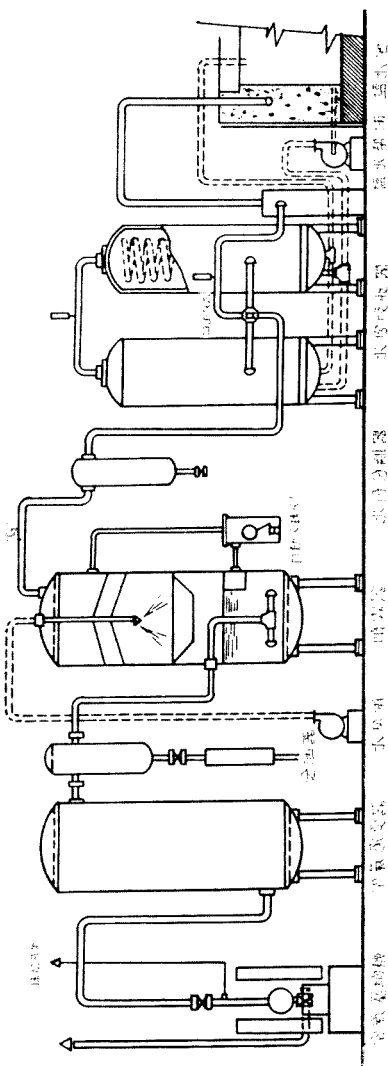
設令降低鹽水池之溫度，以求冰產之增加，或以採用沉入冰桶之直管法，難得優良之出品，則另一方法，必須兼而用之。惟採用另一方法時，第一，事前須確知水份之已予適度處理，第二，管之長度與空氣壓力，皆已適合條件。今在溫度適宜之鹽水池中，而仍不能得優良之出品者，則所謂另一方法之初步攪動法(Preliminary Agitation)，實在採用之必要。

低壓法之初步攪動 吾人根據事實，當知冰之凍結，於水初行注入數小時內，倍見迅速，故其時對空氣之攪動，亦當加速，增加空氣速度，意即增加空氣量，藉以充分支配於各吹風管之類。普通採用初步攪動約二至四小時以後，即可以通常之低壓法續行之。

高壓法 凡製冰之水，其礦物質較濃，以及鹽水池溫度較

低，因以不能得優良出品於低壓法者，即可得之於高壓法(第十七圖)。高壓空氣，經過收濕作用，極度乾燥，經由桶底壓出，暢達冰桶各部，雖至冰塊全體凍結時，吹風孔道，仍無阻塞之虞。

高壓空氣，設備較繁。空氣係由空氣壓縮機壓入，每平方吋約為 15 磅至 20 磅之間。被壓空氣，先入承受器，次經分油器，將油份分離，再經噴霧器 (Air Washer)，將空氣一度冷却與清濾，噴霧器因自動浮球凡爾之裝置，隨時可以保持水平之位置，不致受空氣壓力之影響。經過初步冷却與清濾之空氣，再經水份分離器



第十七圖 空氣壓縮機之高壓設備

(Moisture Separator), 而入中通低溫鹽水管之水份吸收器 (Dehumidifier or Dehydrator)。處理高壓空氣之各步程序因以完成。水份吸收器以鋼製之, 普通為二具, 互相調用, 上下相連, 並以四通凡爾 (4 Way Valve) 橫貫之。壓入吸收器內之空氣, 其所含之水份, 常遇低溫而凍凝, 故隨時須注意其所裝置之溫度計, 將四通凡爾於相當時間改變其方向。大約每六至八小時, 為調用吸收器之適當時間。其經過吸收器最後壓入冰桶中之空氣, 溫度既低, 水份又吸收殆盡, 於透明冰之製造, 大為相宜。茲將在各種壓力下所需空氣之最高溫度及其相互鹽水池之溫度, 特列下表以規之(第三表)。

第 三 表

空氣壓力	鹽水池之鹽水溫度				
	10	12	14	16	18
	最高空氣溫度				
22.5	19	21	23	25	27
25.0	20	22	25	26	29
27.5	21	24	26	28	30
30.0	23	25	27	30	32
35.0	25	28	30	32	34
40.0	28	30	32	35	37

起冰機 冰桶中之冰塊, 俟其全部凍成後, 然後將桶蓋移去, 而用自動起重機起出之。此種起冰機, 同時可舉四冰桶以至二十四冰桶。起冰機直接由電馬達司之, 既可自由進退, 又可任

意上下，對冰塊之起出，無限便利。

融冰桶 融冰桶用以浸融冰塊，冰之體積，因愈冷而愈漲，致與冰桶凍結，不易向外傾倒。凡自起冰機起出之冰塊，須先浸入融冰桶中，俟其四周逐漸融解與冰桶分離時，然後可以自由傾出之。

出冰溫度，不可太低，否則起出冰塊，一入融冰桶中，即有龜裂之虞，非惟影響外表，抑且增加損失，是不可不注意及之。出冰之最適宜溫度，根據經驗所得，當為華氏 10 度至 15 度之間。

加水機 加水機用以加入冰桶中之水。裝有自動浮球凡爾，故加入之水，常有一定容量，無過多或不及之弊。

他如核心吸水機，用以抽吸冰塊核心中未行凍結之污水。此種污水，因空氣攪動機之攪動，其所遺留未行凍結之懸浮物，混濁物以及各種礦質等，俱藉此機吸去之。

此外鋸冰機與碎冰機 (Ice Crusher)，亦各具用途，以助冰塊之擊碎與分離。

冰凍時間之研究 製冰廠在任何規定之產量內，其製冰桶之多寡，足以影響全廠之經濟。以事實言，若於每噸產量用較多製冰桶，則即產生較高之抽氣或蒸氣壓力，其結果將使壓縮機所需之動力，較為經濟。在另一方面，因設備按比例而增加，投資因此較巨。總之冰塊以愈薄而愈易凍結，為一不變之事實。又鹽水池之溫度，亦足以影響冰塊之凍結，意即溫度愈低，則凍結愈速。

下製第四表，列示各種冰塊，在不同溫度之鹽水池中所需冰凍之時間。

第 四 表

冰 桶 尺 寸	冰 凍 所 需 時 間	
	鹽水池16度	鹽水池 8 度
4吋×16吋×32吋	12 小時	10 小時
6吋×12吋×32吋	20 小時	16 小時
8吋×16吋×36吋	40 小時	36 小時
8吋×18吋×32吋	40 小時	36 小時
10吋×10吋×36吋	48 小時	40 小時
10吋×20吋×36吋	54 小時	48 小時
11吋×22吋×36吋	58 小時	50 小時
11吋×22吋×44吋	60 小時	50 小時

茲值得吾人注意之點，爲鹽水池溫度華氏 8 度與16度之差，其間冰凍時間，亦因以而略異，然結冰於較高溫度，因以產生較高之抽氣溫度及壓力，若以此而運用冷凍機，比較經濟，可無疑義。

至初期加入冰桶製冰之水，若溫度愈高，則所需之冷凍量爲愈大。茲將溫度與冷凍相互之關係，特列下表(第五表)，以作比較。

第五表

初期加入水之溫度 華氏	每噸冰塊所需之冷凍量 噸
40	1.39
50	1.46
60	1.53
70	1.60
80	1.67
90	1.74

冰塊之用途 冰塊透明與否，祇屬外表，對於質的方面，欲求衛生，則尚須經過其他手續。普通祇供保持冷度所需之冰塊，以既非充飲料，製冰原料，多取給於普通之水，不經其他手續。欲求衛生，則製冰之水，當經過沙濾與煮沸等手續。若充飲料，製冰之水，當以蒸餾為最安全。若能經過此種手續，則結成冰塊，庶無任何細菌之存在。

棒冰 時屆夏令，氣候炎熱，欲求解渴消暑，其最便利之清涼飲料，首推棒冰 (Ice Sucker)。如果棒冰之原料及製造，其條件確實合乎清潔與衛生，則價廉物美之大眾化理想飲料，含棒冰莫屬。製造棒冰之設備，與製造大型冰塊者，實具體而微。即亦包括壓縮機，冷凝器，承受器，蒸發管，鹽水池，棒冰桶等。其所採取之冷凍劑，大多為液氨。故能管理大型製冰設備者，以之管理棒冰機，自能措置裕如。反之，若能運用棒冰機者，一旦擴而大之，

以之運用大型製冰設備，亦不致手足無措。至如何充份運用機件，如何增進最高效率等，所有製造棒冰作業人員，若對本書有關各章，予以相當研究，即可游刃有餘矣。

我國通都大邑，凡有電力設備之處，例如南京，天津，漢口，徐州等地，一屆夏令，即聞街頭小販之叫賣棒冰聲。棒冰事業，設備既不太費，管理尚屬便利，除其營業具時令性以外，實一利己利人，本輕利重之小型新興事業也。

第七章 冷藏廠

冷藏事業之應用 吾人日常所需之食品，祇能保存至相當時間，若貯藏過久，卽有霉爛或生黴之虞。惟吾人經驗所得，同一食品，無論其爲肉類魚類或蔬菜類，其貯藏時間，冬季恆較夏季爲久長。換言之，意卽欲求保存食品於較長時間，勢非貯藏於溫度較低之處不可，斯冷藏事業或人工貯藏 (Artificial Preservation) 之所由來也。人工冷藏之目的，在求助長經濟之發展與增進人類之舒適。時至今日，世界文明，日見進步，冷藏庫 (Cold Storage) 之應用，亦因之而愈廣。此種貯藏食品之冷藏庫，除固定於某一地點之外，多種食品，若於一處運往他處，多於交通工具之舟車中，裝置冷藏設備，以資運輸。凡此種種，需要所繫，亦可以覘冷藏事業應用之廣矣。

鹽水冷凍法與直接膨脹冷凍法 液氮因蒸發而吸收熱度，故可利用而爲鹽水冷凍，或直接膨脹冷凍，以符冷藏之實用。鹽水冷凍法 (Brine System)，爲將冷氣蒸發管沉入於鹽水池內，冷卻鹽水，再由幫浦輸送而入冷藏庫所裝之管子內，循環流通。直接膨脹冷凍法 (Direct Expansion System)，爲將冷藏庫之蒸發管，令氮直接蒸發。凡欲求極低冷度者，多採用之。

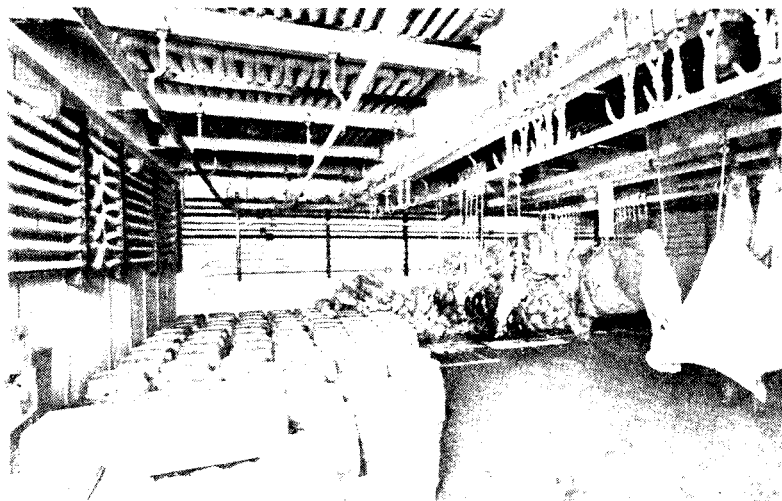
上述兩法，各有優點。然應採用何種方法，須視當地情形而定。若令應用為極低溫度之冰凍間 (Freezing Room)，則必須採用直接膨脹冷凍法。然其缺點，則為若令壓縮機停止，則冷凍工作，亦同時停止，故壓縮機非繼續開動不可。若壓縮機擬間斷開動，則鹽水冷凍法，較為相宜。以巨量鹽水，可先期冷卻之，然後壓縮機雖停止開動，而冷卻之鹽水，仍可繼續流動於冷藏庫。此種冷凍法，極宜應用於和緩及須保持平均溫度之冷藏庫。酪類之冷藏庫，宜採用鹽水冷凍法。然直接膨脹冷凍法亦能予相當滿意。至水菓，罐頭食物，以及類似之物品，皆可採用鹽水冷凍法，較為適宜。

冷藏與空氣之關係 冷藏庫內空氣之潮溼與乾燥與否，對於冷藏物品所發生之關係，應予以注意。至如何驅散潮濕空氣，為極關重要之工作。此種空氣，對於易腐物品，非但於未存之前，務宜設法使其乾燥，且於既存之後，亦須隨時保持其乾燥性。以事實言，物品自身，於貯藏時，常含相當水份，若令水份存在，不加驅散，則物品隨時有霉爛或生黴之虞，失却冷藏意義，是不可不注意及之。

雖然，冷藏庫空氣之濕度 (Humidity)，在普通情形之下，固宜保持其乾燥性，過度潮溼，固足以使物品霉爛。若過度乾燥，物品將有乾癟縮之虞，不可一概而論。例如冷藏皮貨，空氣固宜求其乾燥，其最適當之濕度，為 56% 至 63% 之間。反之，若冷藏

鮮花，則空氣濕度，須在 90% 之間。同時冷藏庫空氣之循環與否，亦係重要問題。至如何以使空氣循環，則不外下述各法：

1 自然循環法，其理由因熱空氣上升，冷空氣下降，冷藏庫因冷氣管之裝置，常促成空氣之自然循環(第十八圖)。



第 18 圖 冷 藏 庫

2 機械循環法，即藉機械空氣攪動機(Air Agitator)之力量，促成空氣之循環。後者之法，常應用於空氣須迅速循環之冷藏庫(第十九圖)。

又有一法，謂庫拍法(Cooper Process)。其法將冷藏庫之地板與假裝有孔之天花板及底層之間，連以冷空氣管，而將暖空氣管，裝置於假天花板與真天花板之間，以促空氣之循環。空氣之溼度，藉放置管上之氯化鈣吸去之。所有水份，常循細孔而下，流

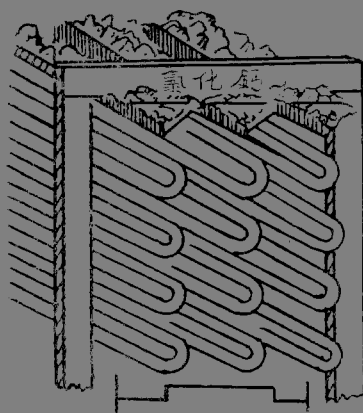


第19圖 裝設空氣調節機之冷藏庫

經管面。用以保持管子之潔淨(第二十圖)。

空氣循環與空氣流通 冷藏庫除應注意空氣循環 (Circulation)

與濕度外,對於空氣之流通 (Ventilation),亦不可忽視。空氣循環,僅指冷藏庫內空氣自身之移動。空氣流通,則指庫外新鮮空氣之引入,用以滌除庫內之混濁空氣。此種空氣,固宜新鮮,然欲求低溫度而同時無細菌及濕度之存在,於夏季尤屬無法致之,故人工流通



第20圖 冷藏庫庫拍法之對設

之法尙焉。

1. 充實法 充實或稱壓力法 (Plenum or Pressure Method), 空氣經冷却, 乾燥與清濾等程序, 再藉鼓風機之力, 被壓而入冷藏庫中。

2. 真空法 真空法或稱排汽法 (Vacuum or Exhaust Method), 冷藏庫因空氣之排盡而成真空, 以致任何罅縫或隙孔之間, 所有空氣, 皆可乘虛而入, 其結果必多細菌與濕度之侵入。故後者之法, 不如前者之切於實用。

又有所謂庫拍溫暖天氣之空氣流通法 (Cooper's System of Warm Weather Ventilation), 其法先將熱空氣經過噴霧器, 作初步之冷却與清濾, 再經溫度低於冷藏庫之冷却桶, 令其吸收濕度, 再經內裝氧化鈣之乾燥箱 (Drying Box), 然後方將此種鮮潔乾燥及低溫之空氣, 用以充作冷藏庫內流通之需。

冷藏庫內空氣之流通, 有謂一日一換, 亦有謂須隔日一換者。實則每週掉換一二次, 可謂已足。冬季庫外空氣嚴寒, 除或不潔者外, 他種危險較少, 似可與庫內掉換之。惟於掉換以前, 須將活動濕度計 (Sling Sychrometer) 測驗之。

各種物品之冷藏情形 各種物品, 因成份之不同, 性質之互異, 對於冷藏所需之溫度與期限, 以及冷藏庫空氣之溫度與循環程度, 亦各有差別。茲將各種主要物品, 分門別類, 編成一覽 (第六表), 以便經營冷藏事業作參考者外, 再將各種主要物品所

第 六 表

各種貨物冷藏溫度一覽表

貨物名稱	溫度 華氏	空氣濕度 (百分率計算)	空氣流通程度	冷藏期限	
				日	月
水菓					
蘋果	30—32	78—79	迅速		3—12
香蕉	34		迅速		
葡萄	32—36	80—83	迅速	30—90	
檸檬	38—40	83—84	和緩	30—90	
橘子	32—40	79—81	迅速	15—60	
梨	32—36	80—83	迅速		1—3
西瓜	33—35	80—82	和緩	15—30	
水菓(裝聽)	35—40				
蔬菜					
荳蔻	33—34	76—77	迅速	5—10	
心蘿	32	79	迅速		1—4
紅蘿	32—34	79—81	迅速	30—60	
洋蔥	32—33	79—80	迅速		1—4
豌豆	32—35	75	迅速		1—5
胡荽	32—34	79—81	迅速	5—10	
蕃薯	33—35	80—82	迅速	15—30	
蕃茄	38—40	79—80	迅速		1—6
鮮花	34—35	72—73	迅速	10—30	
	32—33	90	和緩	10—15	
乳酪蛋類					
鮮乳	20—25	85—87	和緩	15—30	
牛奶	5—10	74—79	和緩		1—6
乾酪	38—40	80—84	和緩	15—60	
有壳蛋類	29—31	78—78	迅速		10—12
凍蛋	5—8	48—54	和緩		12—18
魚類					
鮮魚	29—25	85—87	和緩	10—15	
魚乾	36				
沙定魚(裝聽)	35—40				
肉類					
牛肉(肥)	30—31	84	和緩	10—15	
牛肉(精)	32—33	85	和緩	10—15	
小牛肉(新鮮)	28—30	82—84	和緩	10—15	
豬肉(新鮮)	25—28	81—82	和緩	10—15	
羊肉(新鮮)	28—30	82—84	和緩	10—15	
臘腸(新鮮)	25—27	81—82	和緩	10—15	
火腿(新鮮)	25—27	81—82	和緩	10—15	
火腿(新鮮)	25—28	81—82	和緩	10—15	
肝臟(新鮮)	25—28	81—84	和緩	10—15	
鴨肉	20—25	70—75	和緩	10—15	
鴨肉	20—25	70—75	和緩	10—15	
肉類(裝聽)	35—40				
豬肉(裝聽)	32—34	79—81	和緩		1—6
雜類					
巧克力	55—57	62—65	和緩		1—10
糖皮	55—57	62—65	和緩		1—10
冰淇淋	20—25	56—63	迅速		1—10
冰	0—5	68—79	和緩	10—15	
烟葉	32—39	75—77	和緩		1—10
壳類	32—34	60—62	和緩		1—10
酵類	40—45	76—77	和緩	10—15	

具之冷藏特性，分節補述之。

水菓 檸檬具極敏之感冷性，若遇溫度太低，即將遭受嚴重損失。其最適當溫度，常為華氏 38 度。

冷藏桔子，其溫度為華氏 34 度至 35 度之間。凡具檸檬酸之菓品如桔子與檸檬等，因其含有強烈芬芳，不宜與蛋類同室貯藏。

蘋菓不宜太熟，宜於其具最高商業價值時冷藏之。欲求蘋菓能經長期冷藏，最好先行逐步冷卻法。例如於二三星期內，將其溫度由華氏 70 度 60 度，逐漸降低至 29 度至 30 度之間。

成熟香蕉，冷藏於華氏 45 度之冷藏室，即將有冷凝與皮色變黑之虞。

多汁菓類，如楊梅桃子等，祇宜於市面充斥時，暫時貯藏，不宜太久。

冷藏水菓，若令空氣濕度太高，將因皺縮而漸至傾向於潰爛。若濕度太低，即將發霉而朽腐，惟以後者更為危險。故濕度必須善為調節，並宜有良好之循環空氣，凡溫度在華氏 40 度以下而菓品頻頻損壞者，當為濕度太高之故。

欲求避免因蒸發而減輕重量，以及生菌發霉與蟲類繁殖之虞，乾果亦應貯藏於冷藏室中。其溫度為華氏 36 度以至 45 度之間，然室內溫度降低至華氏 25 度時，於乾菓亦無損害。

蔬菜 冷藏蔬菜，溫度約為華氏 35 度以至 40 度之間。洋葱

於冷藏時，頂端可勿裁去。並可與蕃薯堆置於架上。南瓜類比較蘿蔔甜菜等為乾燥，故宜貯藏較便利處，隨時予以檢視。欲求蕃薯，蘿蔔，甜菜等經冬不壞，可貯之於箱內或桶中，以應來春之需。

酪類 歐美各國，視酪類冷藏，次於蛋類。對於冷藏奶油溫度，各有不同意見，有以華氏 0 度以至 10 度為習慣，亦有以華氏 12 度至 15 度為已足者。濕度不宜太高，亦不宜太低，致生黴菌。又一辦法，可將奶油先行凍結於華氏 5 度至 10 度之間，然後移貯於華氏 15 度之室中。冷藏奶油之溫度，總以愈低為愈佳。

乾酪 (Cheese) 嘗於初夏五月間貯入，令其自然成熟，至十月間取出，其溫度當常保持華氏 32 度以至 33 度之間。

蛋類 蛋類貯藏，在冷藏事業中，最佔重要。當冷藏前，可用照光法 (Candling)，擇其絕對新鮮者，逕行貯入，切勿經水，否則既置蛋殼於死命，且因此而少光彩。其冷藏處之濕度，當與溫度相符，意即溫度在華氏 30 度以至 40 度時，其比較濕度當為 80% 至 60% 之間。蛋類之冷藏溫度，美國規定為 30 度以至 40 度之間，英國則偏於 40 度以至 45 度之間。冷藏蛋類之溫度，若低至華氏 28 度時，仍無凍結之虞。

凍蛋係將蛋殼敲去，密裝於含量在 50 磅以上之罐頭內。有將蛋黃蛋白分別各裝，亦有二種合裝一處者，然後令其凍結於低溫中。

魚類 若令魚類於出水時即行貯藏，冷藏手續既易，且能保持相當美觀。魚類於未行冷凍前，宜以新鮮冷水，洗去其黏液與血漬，然後依次排列於淺盤中，放置於華氏 0 度至16 度以下之冰凍室中約二十四小時，再移貯於華氏 18 度之冷藏室內。魚類溫度，當以華氏 16 度至18 度最為相宜。若超過華氏 20 度，內部臟肺，即將轉變黃色。室內空氣須乾，如有發霉現象，當噴以清水 9 份與佛莫林 (Formalin) 1 份之溶液。多種魚類，可予冰凍。較大如鱈魚等，可以肉鈎掛之。蠔類與蛤類，祇宜貯藏於華氏 35 度以至40 度之冷藏室。鮑魚則以肉太鮮嫩，不宜冰凍。

肉類 肉類冷藏其溫度最好低至華氏 0 度以下，假如壓縮機之抽氣壓力下降而至 4 磅，其相符之溫度為華氏 0 下 20 度時，雖如此低溫，於肉類仍屬相宜。惟冰凍肉類時，應行逐步冷卻法，以免細胞易於破裂。並宜注意應有優良之循環空氣。

豬肉易受高溫影響，故宜隨時維持其相當之冷藏溫度。

家禽於冷藏前，最好先令其冷卻至華氏 40 度，然後移貯於冰凍室中。體積小者，可先以紙包之，再裝於扁盒內，冷藏於冰凍室之旁。

皮貨毛貨 冷藏皮毛貨，比較冷藏任何貨物為優美。此種事業，遠於 1895 年即已開始。皮貨遇乾熱天時而傾向蒸發，冷藏皮貨，其目的在阻滯油類之揮發與延長其天然之原質。皮貨於冷藏前，須行小心檢查，輕加敲拍，拂去塵埃，若有損壞或缺點，事

前應加注意。其溫度應當維持華氏 25 度以至 35 度之間。冷氣管應裝於室外。宜有迅速循環之空氣，並不宜與蒸發濕氣之物品同室貯藏。

寄生於皮毛貨內之蛀蟲，蠶食皮類之脂肪質與毛類之纖維物，以資生存。若令溫度低至華氏 32 度時，即現蟄伏狀態。有時溫度雖低至華氏 18 度時，仍不足以制其死命。惟令溫度時高時低，終可消失蟲類之抵抗力。

冷藏皮貨，空氣須求流通，若令冷藏室內有鮮潔之空氣，定能予顧客以良好印象。

烟葉 若令烟葉長露於空氣中，芬芳馥郁之氣，即將消失殆盡。冷藏烟葉，既得保持香味，又得阻止蟲蛀，誠一舉而兩得。其冷藏溫度，常為華氏 38 度以至 40 度之間。

冷藏事業之處理 冷藏事業，除機械部份與製冰相同，須求高效率以外，其他對於事業本身，應求如何經營，則完全為一人工與技術問題。茲將較著數點，表而出之。

1. 冷藏庫之清潔與秩序。
2. 冷藏事業之經驗，技術與經濟。

任何工廠 對於環境是否衛生，內部是否清潔，為首宜注意之要點。冷藏工廠，因各種物品之貯藏，尤應不可忽視。所有庫內腥臭氣息，應力求其排除，並按時自動作石灰水之粉刷，藉以消滅菌類之繁殖與保存蛋類之不致損壞，及酪類之產生惡臭。冷藏

庫應絕對保持其清潔性，為發展事業之唯一利器。

冷藏物品，種類繁多，故其貯藏處，應有優良秩序。例如何者宜於同室貯藏，何者宜於闔室另貯，何者可以堆存一處，何者應隔相當距離，井井有條，不相紊亂，是在人之善自處理。

至如何以冰凍魚類與肉類？如何以冷藏水菓與蔬菜？俾使溫度適當，時間合宜，要在豐富之經驗與深造之技術以處理之，庶無太過或不及之弊。

至冷氣因動力而產生，節省冷氣亦即所以節省動力，不可任其消耗於無形中，而漠然視之。人類體溫與燈光熱力，俱足於無形中消耗冷氣，其數有如下列：

人體所耗	每小時 400 英熱單位
普通煤氣燈	每小時 300 英熱單位
有紗罩之煤氣燈 (Welsbach Light)	每小時 40 英熱單位
電燈	每小時 10 英熱單位
弧光燈 (Arc Light)	每小時 3 英熱單位

如無事故，冷藏庫亦應減少出入，是亦節省冷氣之一道也。若冷藏廠而有優良工人，經驗豐富，技術深造，凡百問題，均可迎刃而解，則冷藏事業，未有不發達者。

活動冷藏庫 活動冷藏庫 (Moveable Refrigeration House)，係裝置現成之冷藏設備，為應戰時特殊需要而設計者。當第二次世界大戰，太平洋各島嶼爭奪正酣時，其時適值夏令，炎

炎盛暑，火傘高張，而各島位置，尤多適當赤道之衝，一片赤地，滿目荒涼，除軍事必爭外，殆無其他價值可言。美軍為適應登陸作戰及佔領後堅守起見，致有是項特殊配備，——活動冷藏庫。大約庫分海軍與陸軍兩種，其構造均用上等材料。庫分六室，每室均用六英吋厚最新發明之百賴是替 (Plastic)，作為熱絕緣料，其熱絕緣功效，自較軟木為優良，而牢固尤過之。其頂部則為特製之金屬避熱體，以適應赤道之特殊氣候。每室各有一門，以供單獨出入，並各裝三匹馬力之汽油引擎或 220 伏之交流馬達，以發動冷藏設備。每室各裝有自動調節器，以調節儲藏各種不同食物所需之不同溫度，最低可至華氏 0 度，即冰點以下 32 度。該庫裝置應用時共長 95 英尺，闊 15 英尺，高 7.5 英尺。折卸搬運時，共裝八十二件，重 72,000 磅。

第八章 空氣調節

空氣調節之說明 人類體溫，通常爲華氏 98.6 度，(攝氏 37 度)，然以天時之變化無定，四季之寒燠各異，夏則苦熱，冬則畏寒。惟人體夏日因有汗份之分泌，蒸發於空間，體溫因之而降低，故不覺過份炎熱。冬日因禦寒品之增加，俾得保持相當體溫，不致消耗過甚，故不覺過份寒冷。反之，若夏不自動出汗，即覺酷熱難當。冬不增加衣服，即覺不勝苦寒矣。是天時四季影響於人類日常生活之所及，以及人類對自然界所具之抵抗力也。今欲夏不苦熱，寒風習習，涼爽若秋；冬不畏寒，暖氣融融，一室生春；各求於人類日常生活之舒適者，則空氣調節(Air Conditioning) 或人造天氣(Manufactured Weather)之法尙焉。

空氣調節之名詞初非新奇。實則吾人日常生活中，冬則火盆火爐電爐等，夏則風扇電扇利用井水等，無不粗具空氣調節之意義。惟以設備簡單，效用低劣，故以嚴格言之，不足以當此稱。科學化之空氣調節，對於下述四項基本條件，必須備具無遺：

1. 溫度。
2. 相對濕度。
3. 清潔。

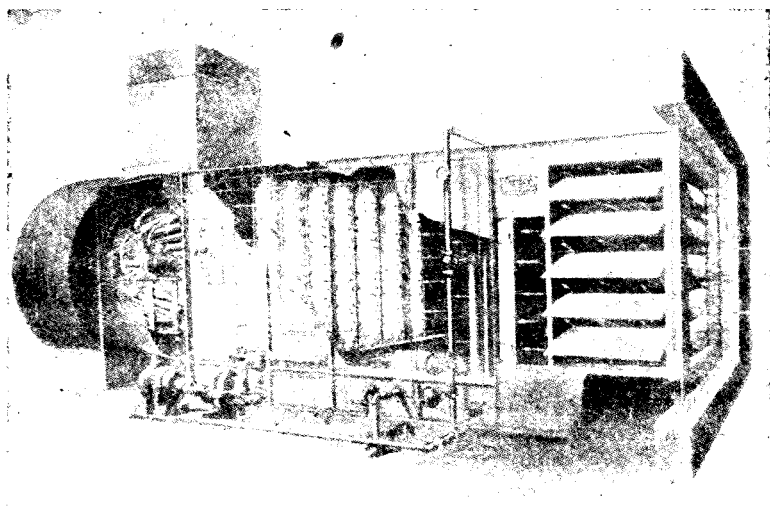
4. 流通。

凡此四者，必須同時兼收並蓄，統受節制，方足以當空氣調節之真實意義，非祇求空氣溫度之變更已也。

空氣調節之重要 時至今日，人類生活，日求舒適，空氣調節之應用，亦因之而愈廣。居家旅行，若一室之內，空氣流通，溫度適宜，無過燥過濕及不潔之弊，即覺身心愉快，精神飽滿，疾病自無由而致，是空氣調節所及於人類之利益，非徒供日常生活之舒適已也。製造工廠，若有空氣調節之設備，溫度濕度合宜，則工作效率，即可提高。出品成績，即見優良。茲再推而廣之，若將空氣調節，應用於商業場所，則其所得結果，更具顯著之成效。嘗見備有精良空氣調節裝置之百貨商店，飲食肆，電影院，旅館以及遊藝場等，一旦身臨其境，即覺冬暖夏涼，無限舒適，使人樂而忘返。無怪顧客如林，門庭如市，營業鼎盛，日利千金，是直發展商業之利器，致富之秘術。望勿以其初期設備，費用較巨，而吝於裝置。

空氣調節之種類 夏日風扇電扇，冬日火盆火爐，雖初具空氣調節之意義，然終以設備太簡，功效太低，故至今多摒棄之。現代具備科學條件之空氣調節裝置，設計縝密，構造精良，若與上述種種相比較，自不可同日而語。本書所述，既為冷凍學，故本章之空氣調節，僅限於冷空氣調節，至暖空氣調節，不涉本書範圍者，故不置論。

今日設備較簡之空氣調節，其所產生之冷氣，大約可分為以水作媒介與以冰作媒介二種。凡以井水或自來水等，作夏季冷氣之媒介者，大抵冬季可以改作暖氣之需。一物兩用，歐美各國，家庭所需，多採用之。至以冰作冷氣之媒介，其理由不外冰於溶化時，吸收多量之熱。今藉幫浦之力，再使水份與之接觸，擴充溶解面積，故所需之冷氣，即因之而產生。普通需要冷氣之範圍較小與時間較短者，多採用之。至用壓縮機之空氣調節(第二十一圖)⁽⁵⁾，係屬本書範圍以內所當研究者，爰為說明種種設備於後。



第 21 圖 空氣調節器

空氣調節之設備 構成空氣調節之設備，主體除壓縮機以外，其次要機件，為冷水管 (Cooling Water Evaporator)，通

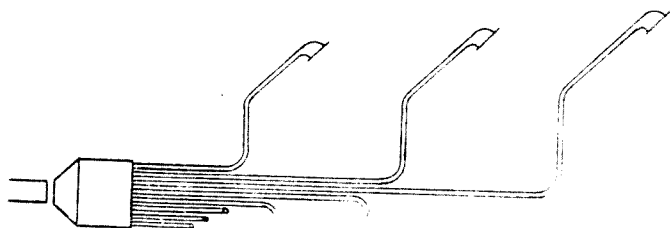
(5)上面空氣調節器係屬 Carrier 式

風扇 (Ventilation Fan), 通風管 (Air Duct) 及噴霧器 (Air Washer)。茲為分段述之。

冷水管 冷水管通常放置水櫃之中, 水藉幫浦之力, 循環流通, 其主要目的, 在求水溫之降低。

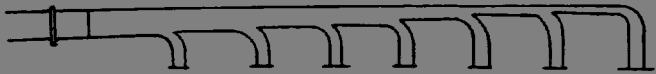
通風扇 通風扇為扇動冷氣之流動, 種類頗多, 通常為凹形多葉扇 (Forward Curve Multi-blades Fan), 凸形多葉扇 (Backward Curve Multi-blades Fan) 與離心直葉扇 (Centrifugal Straight-blades Fan) 多種, 而以前述二種, 應用較廣。通風扇之工作效率, 當擇其超過 50% 以上者。風力速度, 不宜太高。發動之時, 欲求絕無聲浪, 勢不可能, 惟當擇其聲浪之傳播, 以愈低者為上選。並宜裝置於特種軟木之上, 其與通風管相接處, 尤宜選用帆布管 (Canvass Connection), 以使聲浪減少。

通風管 通風管之材料, 可分水料與五金料二種。大抵溝通地下之通風管, 多用水泥及磚料砌成。牆壁及天花板之通風管, 多用塗鋅之白鐵片製成。其排列法, 有用單管式 (第二十二圖),



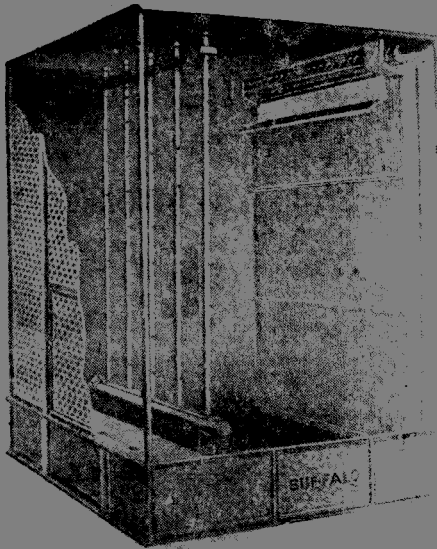
第 22 圖 單管式通風管

有用幹管式(第二十三圖),亦有二式並用者。其轉彎以及枝管連



第 23 圖 幹管式通風管

結之處,均有一定角度。其間有附以引風翼(Vane),以使空氣流通,不致發生障礙。同時對風之節制,則用節氣閘(Volume Damper)或分氣瓣(Splitter),以調節之。至通風管每分鐘風之速度,有用速度法(Velocity Method),亦有用壓力法(Pressure Method)者。



第 24 圖 噴霧器

噴霧器 噴霧器(第二十四圖)⁽⁹⁾構造複雜,在空氣調節器中,占一重要地位。器係箱式,下承水池。池之中有溢水管(Overflow Pipe)及自動浮球凡爾(Automatic Float Valve),以保持水平之

(9)上面噴霧器係屬 Buffalo 出品。

位置。箱之中列有噴水管多條，噴水嘴 (Spray Nozzle) 排列於其上。箱之前有百葉片 (Baffle Plates)，以使空氣散佈。箱之後有排除片 (Eliminator)，以使空氣與水份或灰塵分離。箱之外有透視門 (Inspection Door)。箱之內有防濕燈 (Marine Light)，以便視察內部。此噴霧器構造之大概也。

噴霧器之主要作用，為求空氣之去熱與去濕。箱內空氣，因水份之蒸發，發生吸熱作用，溫度因之降低。同時空氣中所含水份，一與冷霧接觸，即凝結而為水，濕度因之減少。故其最後通入通風管之空氣，溫度適中，濕度相宜，空氣調節之功效，因而顯著。

空氣調節工程之計算及其應注意各點 冷氣工程，比較暖氣工程為困難。良以冷氣之媒介物，其溫度常在華氏 40 度至 50 度之間，欲求室內溫度，大量降低，於事實為不可能。故今之設計冷氣工程者，祇求室內與室外溫度之差。例如室內與室外溫度，相差為華氏 10 度至 15 度，若能得此成績，於冷氣工程，已是滿意。通常冷氣工程，對於種種建築物料之傳熱係數 (Coefficient of Transmission)，日間日光之熱，以及其他熱類，如人體熱與電光熱，皆須同時顧及。故其計算，較為繁複。至主要建築物料之傳熱係數，有如下表所列(第七表)：

第七表

建築種類	厚度	傳熱係數
磚牆外牆	12 吋	.38
空心磚外牆	12	.30
混凝土牆外牆	10	.57
混凝土磚牆外牆	12	.49
石牆外牆	12	.58
木架板牆外牆	6	.25
磚牆內牆	4	.50
空心磚內牆	4	.45
一面抹灰板條內牆	5	.62
混泥土地牆	6	.57
混泥土地板上舖木板	6	.37
混泥土地板下吊天花板	6	.26
木地 板	1	.46
混 凝 土 地	6	.90
混泥土地上舖木板	6	.48
板條抹灰天花板	5	.62
木 門	2	.382
單 層 玻 窗	1	1.1

上表所示，牆壁一項，若加泥灰粉刷，則傳熱係數，尚可減低。同時建築物料，若厚度增加，則傳熱係數，亦可因之而遞減。至屋內窗幔之有無，與冷氣之保持，直接發生重大關係。凡此種種，從事冷氣工程專家，計算所及，宜隨時予以深切注意。其他如空氣是否流通，溫度是否適宜，無過燥過濕及不潔之弊，為空氣調節必須具備之四項基本條件，尤屬絕對不應予以忽視。

本書上述三章，對於製冰，冷藏，及空氣調節，雖非十分詳

盡,然已與讀者以基本知識。至其他冷凍方面之事業,例如如何應用於牛奶棚之消毒工作 (Pasteurization), 冰淇淋廠之低溫凍結器 (Ice Cream Freezer), 以及汽水廠之飽和 (Saturation) 裝瓶等, 因本書限於篇幅, 不克分述之。

第九章 電力冷藏庫

電力冷藏庫名稱之解釋 電力冷藏 (Electric Refrigeration) 或家庭冷藏 (Domestic Refrigeration), 即吾人習慣所稱之電氣冰箱是。不知者以爲冷凍功效, 直接由電產生, 實則電的本身, 並不若冰或液氮等有產生冷凍之功效, 不過藉此以發動馬達, 驅使壓縮機以完成冷凍系之工作而已。

電力冷藏庫之說明 電力冷藏庫係一構造縝密, 設備精良自動管理之小型電力冷凍工場。其所採取之冷凍劑, 有用液氮, 亦有用氯化甲基, 氯化乙基等。其應用原理與使用常識, 凡涉略本書以前數章者, 當能相當了解, 故本章無重述之必要。每當赤日當空, 溽暑蒸人之盛夏, 此種冷藏庫尤覺需要, 誠爲現代家庭中一大恩物, 至其式樣玲瓏, 外表美觀, 尤餘事耳。

電力冷藏庫之設計, 係採用壓縮法而非吸收法。其壓縮器具, 用以壓縮及膨脹其冷凍劑。分別之普通不外下列二種:

- (1) 乾燥法 (Dry System)。
- (2) 濕流法 (Flooded System)。

乾燥法, 又分應用膨脹凡爾與應用毛細管二種。凡由乾燥法注入蒸發管之冷凍劑, 爲一半液狀或噴霧狀, 而由一爲壓力所驅

使之膨脹凡爾司其事。

濕流法比較的須用多量之液體冷凍劑以流注於蒸發管。至其實際工作，則完全由一自動浮球凡爾調節之。

電力冷藏庫之熱，其由庫內傳導於庫外以使內部冷却時，一若大規模之冷藏庫，不外應用直接膨脹法與鹽水循環法二種。其詳細情形，有如前述，無煩一再言之矣。

應用於電力冷藏庫之壓縮機，可分下列三種：

- (1) 往返式 (Reciprocating Type)。
- (2) 擺動式 (Oscillating Type)。
- (3) 輪轉式 (Rotary Type)。

應用於電力冷藏庫之冷凝器，亦可分為三種：

- (1) 以水冷却之。
- (2) 以自然流通之空氣冷却之。
- (3) 藉風力所推動之空氣冷却之。

管理電力冷藏庫之自動機鍵，不外下列二種：

- (1) 壓力式 (Pressure Type)。
- (2) 熱力式 (Thermal Type)。

電力冷藏庫之管理機鍵 (Control Mechanism)，用以自動保持冷藏庫之適當溫度。吾人祇須事前將其所裝置之標記，移動至所需要之度數上，此後庫內冷度，即能在此指定範圍以內，隨時自動調整，一勞永逸，無須再煩人工管理。至其原理，則以管理

機鍵，係一伸縮自在之容器，感熱感冷，極度迅速。當庫內冷度上昇至某一規定溫度時，機鍵因熱而擴張，遂將通電開關開啓，接通電流，以使庫內溫度下降，迨降至相當冷度時，機鍵因冷而收縮，遂將開關關閉，停止輸出。如此循環不息，完全自動管理，電力冷藏庫使用之便利，對於人類的供獻，可謂無以復加矣。

電力冷藏庫之種類 電力冷藏庫之式樣，各家不同，有將壓縮機冷凝器等，裝置於器之頂部(第二十五圖)，亦有將壓縮機冷凝器等，暗藏於器之下部。要之因取材之不同，設計之各別，而構造亦因之而互異。

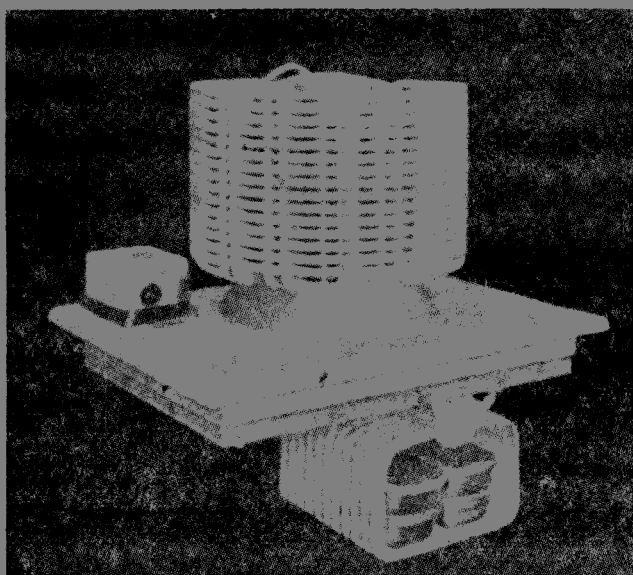


圖 25 頂式塔旋回式冷凝器

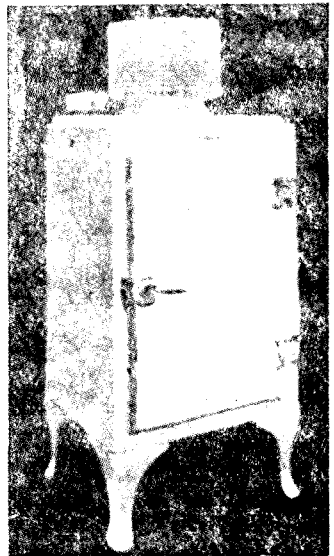
普通我國銷路較繁之舶來品電力冷藏庫，爲北極 (Frigid-ar)，奇異 (General Electric)，唯是頂好 (Wastinghouse)，南極 (Norge) 等數種。其次爲開文 (Kelvinator)，可愛 (Cold-air) 等。近年以來，我國亦有自製之者，惟其材料，仍多取給於舶來品，爲憾事耳！

一九四九年之最新式電力冷藏庫，例如以北極出品言，其改良最顯著者，除有最新發明之冷壁 (Cold Wall) 裝置以外，尚有自動拉屜器，自動溫度調節器，金屬箱身壓氣機上之皮針彈簧等，自較之以前一般出品，更見進步矣。

電力冷藏庫之優點 現代新家庭中，大多購置電力冷藏庫以資應用。至其無可否認之優點，有如下述：

一、使用便利 使用冰塊之冷藏冰箱，對於冰之添換時覺麻煩。電力冷藏庫，無需人工管理，祇須一與電流接通，此後即可循環不息，自動調節吾人所需要之冷度。

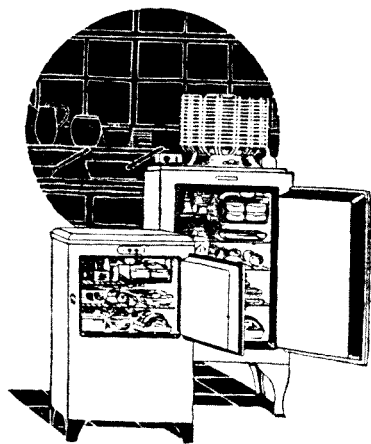
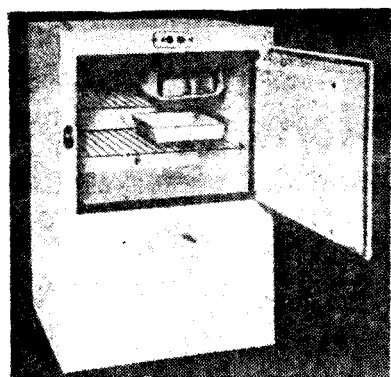
二、清潔衛生 使用冰塊之冷藏冰箱，冰塊溶化，溫度即上昇，濕度亦因之而遞高，反使箱中黴菌容



第26圖 大型電力冷藏庫

易繁殖，致令食物易腐，失却冷藏意義。使用電力冷藏庫，可無此弊。

三、用電儉省 用電儉省，亦為電力冷藏庫之一大優點。普通家庭應用容積七立方呎之電力冷藏庫(第二十六圖)，雖在盛夏，火傘高漲，庫門開關，無慮多次，所耗電量，每日至多不過二千瓦特小時。至小型容積為三立方呎者(第二十七圖)，每日所耗電量，不過數百瓦特小時而已。



第 27 圖 小型電力冷藏庫

四、式樣美觀 電力冷藏庫，因設計新穎，構造精良，小巧玲瓏，清潔光滑，陳列餐室，放置廚房，尤其長夏炎炎，令人於心理上，發生無限好感，無怪新家庭中，咸願購置一具，既可替代裝飾，又可實際應用，非徒供家庭中表面上之點綴已也。

電力冷藏庫之選擇 電力冷藏庫係一小型之冷凍工場，故其選擇一與大型無異，當以嚴格為主。吾人當選購一電力冷藏庫時，第一當考慮其是否經久耐用，同時對於用電是否儉省，使用是否便利，亦當顧及。若能符合上述條件，則雖初次所出代價較巨，日後自有取償價值。否則以其初次購入代價較廉，此後即須隨時支付較大之維持費與修理費，誠所謂「得不償失」矣。

市上各廠所製造之電力冷藏庫，無慮多種。印刷品之宣傳，惟優點之自述，廣告術之鼓吹，盡招徠之能事。要之何去何從，如何購置，惟憑吾人之智理，予以嚴格選擇耳。

電力冷藏庫之修理 電力冷藏庫，一如其他機械，不能長期應用而不損壞。有時發生障礙，當檢查其障礙之所由來，是否出諸壓縮機，冷凝器或冷凍劑之過份消耗等。凡已涉略本書而有冷凍常識者，例能按圖索驥，檢查得之，予以修理。如覺疑慮重重，漫無把握，則不如委諸經驗豐富之冷凍機匠之為得也。

第十章 水之處理

給水問題之重要 吾人如欲興辦任何工業，對於所需原料，應謀如何予以澈底解決，無不成爲最重要之先決問題。例如植棉廣袤之區，宜於創辦紡織廠，產麥豐富之鄉，宜於開設麵粉廠。務使對於所需原料，量的方面，取之不盡，用之不竭；質的方面，價廉物美，出品優良。若能如此，於事業本身，庶有發展之厚望。否則對於原料問題，漫不經心，不加解決，即令一旦貿然成立一廠，勢必事事受制於人，仰人鼻息，則於事業本身，欲求其不失敗，勢有所不可能。

今欲興辦冷凍工業，尤其製冰事業，對於給水問題，其重要性雖不及紡織廠之棉與夫麵粉廠之麥，然亦不可須臾或缺。至冷凍所需之液氮與氯化鈣，不過個別充作冷凍之要素或媒介而已。此二物質，需要數量，各視事業範圍之大小，例有一定限度。且此二物，一經注入，若能管理得當，無所消耗，即可循環不息，繼續應用。至給水問題，包括冷卻所需之水與製冰所需之水，爲整個冷凍工業命脈所攸關。不但供給宜求其充，溫度宜求其低。且對於水質是否適宜於各種用途，事前皆當予以縝密分析，俾不致因給水問題，小則影響冷凍系整系之工作，大則整個冷凍事業之本

身，因此而陷於窘境。

水之處理必要 供給冷却及製冰所需之水，欲求合乎理想，勢不可得，故水之處理 (Water Treatment)，於事實方面，誠屬不可或缺。至水如何處理，則不外事前作衛生與礦質的分析。由此二種分析，即知當地之水，是否合乎衛生，及其所含礦物成份之多寡。茲將衛生分析 (Sanitary Analysis)，及礦質分析 (Mineral Analysis)，分述於后：

衛生分析 衛生分析，包括細菌檢驗 (Bacteriological Examination)，用以決定水中是否含有細菌 (Bacteria)，由此而可決定是否適宜於人類。分析之法，應汲當地新鮮之水，規定一定之容量，溫度，及時間。例如取一公撮之水，溫度在華氏90度，經十二小時後，檢視其所培養細菌之數目，並檢視其是否有害於人身，如霍亂，傷寒，痢疾等菌。普通衛生分析，多由當地衛生機關按期執行之。

礦質分析 礦質分析，所以顯示普通具溶解性的礦物質發見於水份中者。凡具相當經驗於製冰事業之冷凍工程師，或化驗師，均能決定某種水之是否宜於製冰，及處理之是否必要，並能預知此水在未經處理前及已經處理後所製之冰之透明程度。下列第八表，為水之分析報告表之標準式樣。

第八表

水之處理報告表物理上特性化學上特性每百萬之
份數每加侖之
克令數每百萬之
份數每加侖之
克令數

懸浮物：

硬性：

溶解固體總量：

鹼性：

混濁物：

酸性：

味：

色：

化學成分固體結晶固體非結晶每百萬之
份數每加侖之
克令數每百萬之
份數每加侖之
克令數

碳酸鈣

硫酸鈉

硫酸鈣

氯化鈉

氯化鈣

碳酸鈉

碳酸鎂

溶解氣體

硫酸鎂

未化合二氧化碳

氯化鎂

硫化氫

三氧化二鐵

三氧化二鋁

二氧化矽

(注意)：(欲變每百萬之份數為每加侖之克令數須乘以 .06 或欲變每加侖之克令數為每百萬之份數須乘以 17,12,)

經過礦質分析之水，其報告表格，有如上述。至其分析結果，常以數字每百萬份之份數或每加侖之克令(Grain)數表出之。

茲將上列表格，略為說明如次：

懸浮物 (Suspended Matter) 浮懸於水中之污物，沙石，及粘土等。

溶解固體總量 (Total Solids) 溶解礦質之總量。

混濁物 (Turbidity) 水中混濁物之存在。

色 (Color) 色之種類，水中如或有色。

味 (Odor) 味之說明，水中如或有味。

硬性 (Hardness) 水中所有鈣或鎂的化合物，茲為便利起見，常以碳酸鈣表明之。

鹼性 (Alkalinity) 用甲基橙 (Methyl Orange) 或苯酚 (Phenolphthalien) 作指示劑，水中所有鹼性，碳酸化合物均包括之，茲為便利起見，常以碳酸鈣表明之。

酸性 (Acidity) 水之酸質，除礦水及因接近酸性而具此種特性之廢水外，絕少發見。

化學成分 (Chemical Composition) 本表特別所標示之固體，即為溶解性的礦物質，發見於原來水中者。至水中之各種礦質，如碳酸鈣，硫酸鈣，氯化鈣等之存在，其影響所及，常使製成之冰，其外表微有不同。今若加入石灰水作處理之方，其結果對於所含礦質，有實際去除者，有仍舊不起

變化者，亦有變化而為他種礦質者(第九表)。

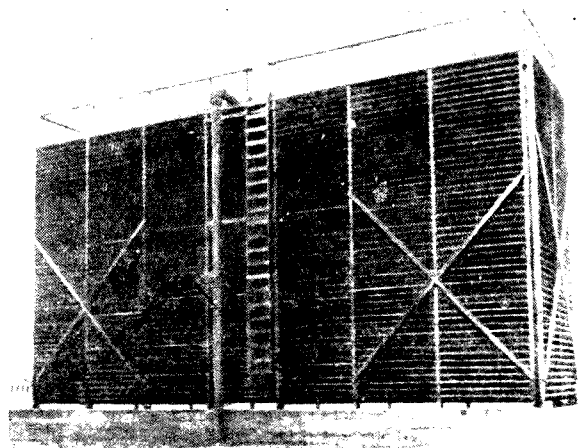
第九表

水中之礦物質	對於冰塊所發生之影響	用石灰水處理後之效果
炭 酸 鈣	成為染有污穢砂礫之沉澱物通常多凝聚於冰塊之下端與中心在低溫時變成碎晶體	實際可以除去
酸 鎂	成為染有污穢砂礫之沉澱物與乳白色之泡沫在低溫時亦將變成碎晶體	實際可以除去
三 氧 化 二 鐵	易成黃或棕色之沉澱品與染有鈣與鎂之沉澱物	可 以 除 去
三 氧 化 二 鋁， 二 氧 化 矽	有污穢之沉澱及渣滓	實際可以除去
懸 浮 物	有污穢之沉澱及渣滓	可 以 除 去
硫 酸 鈣 氫 化 鈣	其作用與硫酸鈉及氯化鈉相同無沉澱物	無 所 變 化
硫 酸 鎂	成為青灰色凝結物凝聚於水之中心延滯冰之凍結常呈白色之小點與污穢之花紋其作用與硫酸鈉及氯化鈉相同無沉澱物	成 為 硫 酸 鈣
氫 化 鎂		成 為 氫 化 鈣
硫 酸 鈉 氫 化 鈉	成為白色泡沫凝聚於水之中心延滯冰之凍結但無沉澱物	無 所 變 化
炭 酸 鈉 (實 際 上 為 酸 性 炭 酸 鈉)	若僅含少量溫度在華氏16度以下即成碎晶體並成白色泡沫凝於水中心延滯冰之凍結但無沉澱物	由 酸 性 炭 酸 鈉 變 而 為 炭 酸 鈉 處 理 之 作 用 甚 微

自流井水 上述數節，對於冷凍工業給水所具之重要性，已詳言之。茲於水之來源，應求如何取給，容於本節申述之。大凡通都大邑，冷凍所需之水，類皆取給於當地之自來水廠。惟給水所費，與動力所費，孰為經濟，有待於冷凍專家之選擇。至來源取給於現成之自來水，或自行設法取給於附近之江湖河沼等，其間兩者所費，又屬各不相同，當然以自行設法所得者，較為經濟。普通

規模宏大，設備精良之冷凍工廠，嘗有自備之自流井以供水之取給。此種設備，雖初期所費較巨，然結果所得竟或取償之而有餘。且其唯一優點，為夏日炎熱時，自流井水，溫度特低。此種低溫給水，無論用以製冰或作冷卻之需，於無形中，直接節省巨量動力，間接節省大宗開支，日積月累，誠屬不可勝計。同時自流井水，若能供給充足，質地優良，則於給水問題，可云解決無遺矣。

冷水塔之利用 有時冷凍所需之水，或以不願支出巨額之自來水費，或以無力備具自流井水，或以水源遼遠等原因，致於量的方面，感覺缺乏，發生問題，其補救辦法，對於冷卻所需之水，惟有改置冷水塔 (Cooling Tower) (第二十八圖)，以節用水。其法將經過冷凝器中高熱之水，藉幫浦之力，由裝置塔頂之



第 28 圖 冷 水 塔

噴水嘴 (Spray Nozzle)，噴射而出，四散濺滴，其由塔頂流入池中時，藉空氣或風力之流動，及逐層冷卻，熱度因之而消散。此後再由水池吸入冷凝器內，如此循環作用，繼續不已。

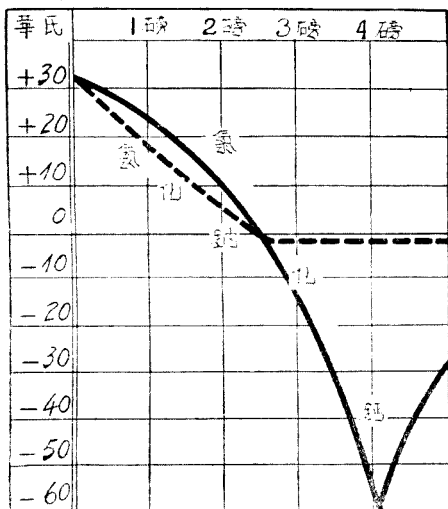
第十一章 氯化鈣

氯化鈣爲冷凍之媒介 鹽水 (Brine)，初雖爲普通食鹽溶解於水中之溶液，然於冷凍學方面，如製冰廠，冷藏廠等，實具重大功用。然爲冷凍目的起見，吾人所習用者，常爲氯化鈣 (Calcium Chloride)，而非氯化鈉 (Sodium Chloride)，供給冷凍所需之氯化鈣，其溶液須充分濃厚，俾與氨或其他冷凍劑所蒸發之冷氣管，其接觸部份，不致因過寒而凝結。換言之，鹽水濃，則其冷度可較冷凍所需之最低溫度爲更低。例如冷凍所需之最低冷度爲華氏 0 下 20 度(攝氏 0 下 29 度)，則鹽水濃度，必須能承受華氏 0 下 30 度(攝氏 0 下 34.5 度)，方無凍結之虞。

氯化鈣與氯化鈉 普通食鹽所溶解之鹽水，係屬腐蝕性，其所產生滲漏修理，以及冷凍功效之低劣，切不可以其價格比較低廉，祇圖目前，而貽後患。凡採用氯化鈣溶液作鹽水，既可保持極低之冷度，又可因其所需之液量較少，故動力亦因之而減省。本書所附(第二十九圖)曲線兩種，一則代表氯化鈣，一則代表氯化鈉，所以顯示兩種鹽水，於等量溶液下，產生不同之冷凍功效。本圖係由美國氯化鈣學會 (U. S. Calcium Chloride Society)，積多年之經驗所確定，於冷凍學方面，實具相當價值。

氯化鈣與氯化鎂

普通市上出售價格低廉之氯化鈣，嘗含相當之氯化鎂 (Magnesium Chloride)，因氯化鎂，存在於鹽水中，若氨發生滲漏，其結果將為氫氧化鎂 (Magnesium Hydroxide) 之沉澱物，附着於管子周圍，而使內外溫度阻隔，不易發



第29圖 氯化鈣與氯化鈉冷度曲線

散。今若使氨滲漏於純粹氯化鈣所溶解之鹽水內，則無顯著惡劣影響。且氯化鎂具顯著之腐蝕性，以其易於水解 (Hydrolysis) 而成鹽酸 (Hydrochloric acid) 故也。

市上常有特製之鹽水出售，專門應用於冷凍機，據謂其所具之優點，為普通氯化鈣所無。未經試用，不便武斷。有謂欲求鹽水避免腐蝕作用 (Corrosive Action)，必當使之鹼化。比較較佳之法，為隨時加入少許石灰或苛性鹼 (Caustic Soda)。今無論其加入為石灰或苛性鹼，當先取等量之鹽水，使其溶化，然後傾入鹽水中。至所需重量，大約每一千加侖鹽水中，當加入石灰十磅，或苛性鹼十三磅。

普通應用於冷凍之機件，如冰桶等，大都為鐵質，外鍍以鋅，故鹽水必須含有鹼性。欲求減低腐蝕性至最低限度，則鹼性必須增加至最高限度。同時以所需鹼性，雖較酸性為迫切，而美國學者，對於應用於冷凍機之鹽水，有介紹加入 5% 氯化鋅 (Zinc Chloride) 者，關於此點，實堪予以注意。

氯化鈣鹽水之冷度 任何溶液，若濃度愈密，則比重愈高，而冰點亦愈低。下列一表(第十表)，列示採取氯化鈣所製之鹽水，在各種濃度下之不同比重及冰點。

第十表
純氯化鈣溶液之性質

純氯化鈣 重量 以百分計	波美計 華氏60度	比 重 華氏60度	每介侖之 重量一磅	每介侖重量——磅		冰 點 華 氏
				氯化鈣	水	
0	0	1.000	8.35	0.000	8.35	32.0
5	6.1	1.044	8.717	.436	8.281	29.0
6	7.0	1.050	8.76	.526	8.234	28.0
7	8.2	1.060	8.851	.62	8.231	27.0
8	9.3	1.069	8.926	.714	8.212	25.5
9	10.4	1.078	9.001	.81	8.191	24.0
10	11.6	1.087	9.076	.908	8.168	23.0
11	12.6	1.095	9.143	1.006	8.137	21.5
12	13.8	1.105	9.227	1.107	8.12	19.0
13	14.8	1.114	9.302	1.209	8.093	17.0
14	15.9	1.123	9.377	1.313	8.064	14.5
15	16.9	1.132	9.452	1.418	8.034	12.5
16	18.0	1.142	9.536	1.526	8.01	9.5
17	19.1	1.151	9.619	1.635	7.84	6.5
18	20.2	1.162	9.703	1.747	7.956	3.0
19	21.3	1.172	9.786	1.859	7.927	0.0
20	22.1	1.180	9.853	1.97	7.883	— 3.0
21	23.0	1.189	9.928	2.085	7.843	— 5.5
22	24.4	1.202	10.037	2.208	7.829	— 10.5
23	25.5	1.212	10.12	2.328	7.792	— 15.5
24	26.4	1.223	10.212	2.451	7.761	— 20.5
25	27.4	1.233	10.295	2.574	7.721	— 25.0
26	28.3	1.243	10.379	2.699	7.68	— 30.0
27	29.3	1.254	10.471	2.827	7.644	— 36.0
28	30.4	1.265	10.563	2.758	7.605	— 43.5

第十二章 熱絕緣料

熱絕緣料之重要 今之經營冷凍事業者，無不渴望於經濟原則之下，求成本之減低，產量之增加，庶於事業本身，有所展望。故對於如何運用壓縮機，如何冷却冷凝機，無不成為作業人員之主要工作。雖然，若祇於製造或產生冷凍方面，極度顧慮，周詳備至，而於保存冷凍方面，等閒視之，漫不經意，則雖收之於桑榆，而仍不免失之於東隅。換言之，製造冷凍方面之所得，難償保存方面之所失。是故保存冷凍之熱絕緣料 (Heat Insulation)，其重要性，實不亞於產生冷凍之機械。

熱絕緣料之選擇 熱之絕對絕緣料不可得也。但有若干物質，可用作絕緣之需。死空氣隙 (Dead Air Space)，有時亦曾採用，雖至今日，於某種限度以內，仍有應用於冷凍建築物者。然欲構造避免空氣之流動而成完全死空氣隙之建築物，誠非易事。故今日多傾向於實物建築，以收絕緣功效。以言優良熱絕緣料，非具下列條件不可：

1. 熱絕緣功用大。
2. 比重小。
3. 不易吸收水份。

4. 安全而衛生。

合乎上述條件，普通以毛氈類，木屑類與軟木類，最為合用。茲為分述如次：

毛氈類 普通為獸類如牛羊等之毛，經洗滌與編織手續而成氈狀。以其熱絕緣功用大，且不吸收水份，故頗合絕熱之用。

木屑類 乾燥木料，亦係優良之熱絕緣料。至木料鋸屑，以其富含充分之空氣隙，故熱絕緣功用亦大。至其缺點，則為易於受潮。若一經濕氣侵入，即將霉爛而成廢物。故當絕對保持其乾燥，俾不致失却絕緣之功效。穀類糠粕，比較鋸屑為優良，以其不易吸收水份，故至今多採用之。

軟木類 軟木為最合乎理想之熱絕緣料。其絕緣功用既大，且不吸收水份，同時雖非防火材料，然極有耐火性。無論安全或衛生方面，皆具相當特點。故極為冷凍作業人員所重視，公認為唯一優良之絕熱物料。

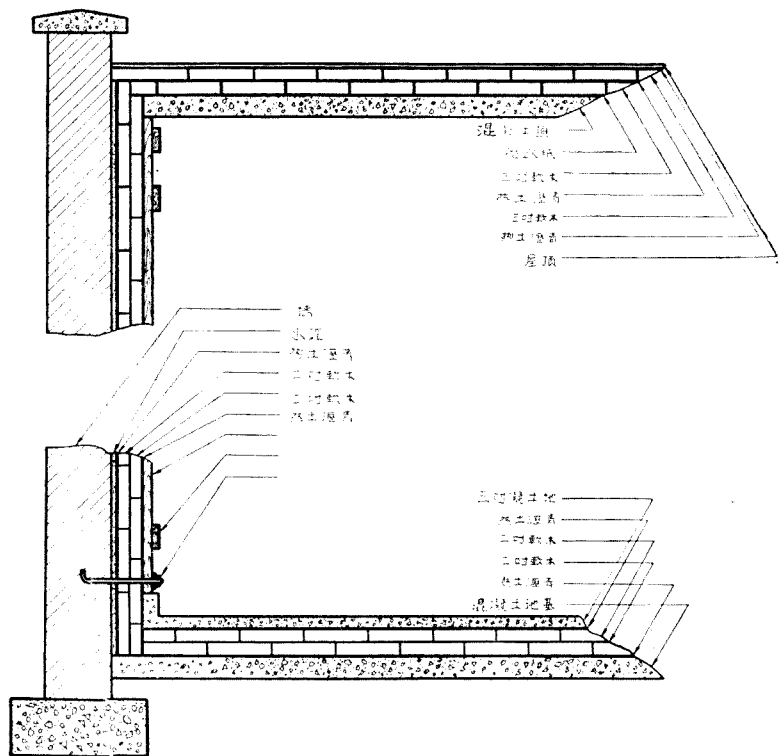
百賴是替 吾人皆知軟木為最優良之熱絕緣料，惟自百賴是替⁽⁷⁾(Plastic) 發明以來，對於熱絕緣功效，據云遠勝軟木，故在美國大有起而代之之勢。當大戰期間，美軍為應西南太平洋各島嶼登陸作戰之需，其特殊配備，有所謂活動冷藏庫者，其所採用之熱絕緣料，即為六英吋厚之百賴是替云。

百賴是替熱絕緣料，我國至今尙無採用之者，其功效究屬如

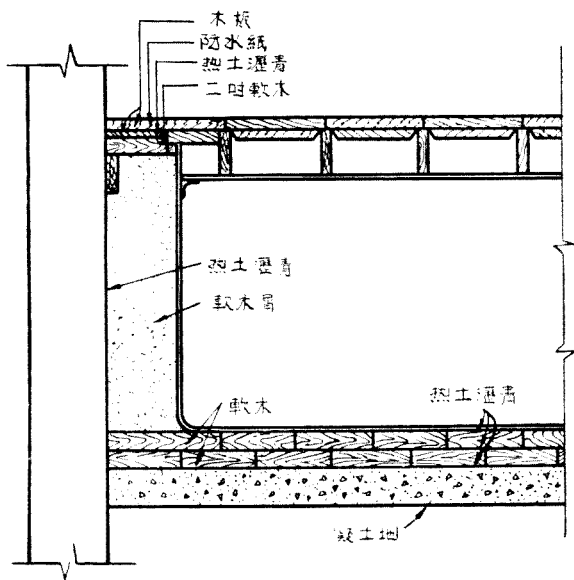
(7)百賴是替係譯音氣譯意，未審定科學名詞為可塑體塑料或塑膏。

何，價格是否合宜，在未有充份報導及實地經驗以前，似難遽下斷語也。

熱絕緣料之厚薄與溫度之關係 吾人已知熱絕緣料，對於建築冷藏庫(第三十圖)或鹽水池，(第三十一圖)實構成重要部份。欲求節省機械動力，尤非絕對注意熱絕緣料不可。至何者宜用較薄絕緣料，何者宜用較厚絕緣料，其適當尺寸，胥視各種主



第 30 圖 冷藏庫熱之絕緣



第 31 圖 鹽水池熱之絕緣

要因素而異。下述各點，較為顯著。

1. 所需維持之冷度。
2. 氣候與大氣之情形。
3. 牆壁地板及屋頂之厚薄。
4. 牆壁之建築。
5. 產生冷氣成本之相互關係。
6. 牆壁之露空。

凡建築冷藏庫，若庫內與庫外相差之溫度愈大，則絕緣所需之物料，愈宜擇其優良，尺寸愈宜加厚，方可保存冷度，得與外界

空氣隔絕流通。下列第十一表，於各種不同溫度之冷藏庫，所需軟木片加厚之尺寸。

第 十 一 表

溫度 (華氏)	圍牆(吋)	天花板(吋)	地板(吋)	舖屋頂下(吋)	舖屋頂上(吋)
0度以下	8	8	8	9	9
0度至10度	7	7	7	8	9
10度至20度	6	6	6	7	8
20度至35度	5	5	5	6	7
35度至50度	4	4	4	5	6
50度至60度	3	3	3	4	5
60度以上	2	2	2	2	3

下列第十二表，為鹽水池池底與池邊所需軟木片之尺寸。

第 十 二 表

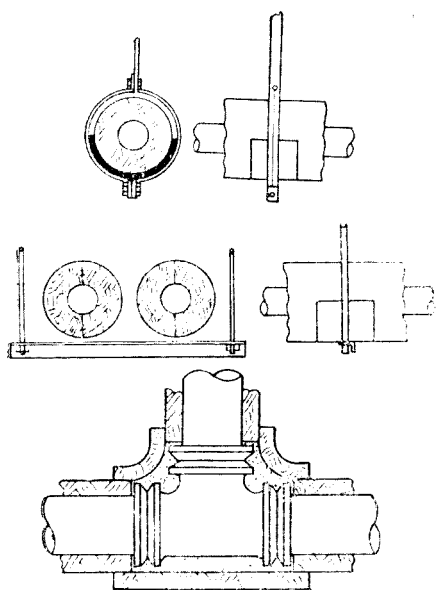
池 底			池 邊
舖地板下	舖地板上	舖冷間地板上	
6 吋	6 吋	4 吋	12吋(註) 6 吋

(註)軟木屑。

管子之熱絕緣料 凡具低溫之管子，如阿摩尼亞管，鹽水管，空氣管與水管，皆當裹以軟木或毛氈類，使勿露空，藉以保存冷氣，勿令消耗。普通包紮管子所需之熱絕緣料，其厚薄大抵依照管子之直徑，外裹以同樣厚薄之熱絕緣料(第三十二圖)。

凡需要熱絕緣料之管子，皆當妥為包裹，嚴密固封，與外界

空氣，完全隔絕。此外宜再裹以油毛毡或帆布等物，塗以油漆，務使妥貼平服，整齊清潔，既得保存冷氣，減少動力，亦即所以節省開支，非祇求外表美觀已也。



第 32 圖 管子熱之絕緣

第十三章 結 論

冷凍工業之地點問題 本節所稱地點問題，專指冷凍方面之各種工業而言，無論其為製冰廠抑為冷藏庫，均在討論範圍之內。冷凍工業，比較的具有特殊性，而少普遍性，非任何地點，可以隨意設立。我國除通都大邑，尤其如上海市以外，對於各種冷凍工業，其能利用之者，直至今日，竟如鳳毛麟角。良以科學不發達，交通不便利，而人民生活簡單，有以致之。歐美各國，科學昌明，交通便利，民生富庶，故於冷凍工業，一如他種工業，亦能充分發展。例如美國加州一帶，盛產桔類，當地之冷藏庫，專供冷藏桔類需要，而遍布設立。長期儲藏，經年勿潰，隨時裝運，以供市需，為對外輸出一大貿易。我國長江沿岸，盛產家禽與蛋類，江浙沿海，盛產魚類與介類，故南京，上海，寧波，定海各埠，皆有相當之冷藏庫，儲藏各物，是冷凍工業，實際應用於我國之一例也。雖然，其他省區，不無果品或其他物品之特產地，若能推而廣之，則不但冷凍工業，自身可以發展，而於他種事業，相互為用，相得益彰，國計民生，關係非淺，望國人勿以其性質特殊而等閑視之。

原動力之考慮 發動冷凍機之原動力，無論其為蒸汽機，內燃機，或馬達，各視其當地所需要而異。至發動壓縮機之原動力，

常因給水及天氣等問題，於裝置時，須予嚴重考慮。例如立式單面壓 6 吋 × 6 吋雙氣缸之壓縮機⁽⁸⁾ 在普通情形之下，於開足時，所需之實際馬力為二十八匹。惟因冷凝器冷却之水，及天氣等種種關係，溫度常上昇為華氏 80 度以上時，則所需之馬力，必須遞增至四十匹，方無過重負荷之虞。在同樣情形之下，9 吋 × 9 吋之壓縮機⁽⁸⁾，原需實際馬力為 78.3 者，今須增加為 100 匹。此外如因電壓降低，亦足引起過重負荷。故於壓縮機之原動力，於裝置時，應予嚴重考慮。

氨的急救法 液氨具有惡臭及強烈之刺激性，尤能刺激人眼。若令空氣中僅含少量之氨，於人體尚屬無妨。若含量超過 30% 以上時，則人體立呈異狀。故於冷凍工業所應用之液氨，雖以其初步發生滲漏，易為吾人嗅覺所發覺，不致釀成嚴重災變。然為小心起見，不得不事前預為防範，以策安全。

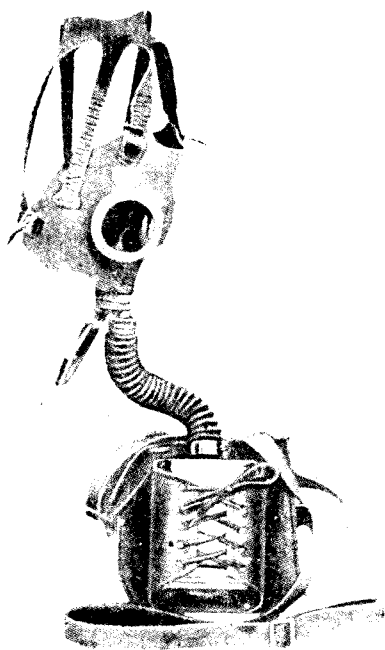
防患於未然，自較治患於既發，更勝一籌。空氣中若含多量之氨，吾人即當戴上防氨面具(第三十三圖)，以免發生意外。此種面具，當購置時，專門應用於防氨，務須指定，庶無錯誤。

下列說明，在醫師尚未到達之前，為治中氨毒的初步急救法。

初步徵象及治療：

(1) 氣氨一經吸入，無異服下劇烈性的刺激劑。

(8) 上述壓縮機係指以 York 出品為例



第 33 圖 防氨面具

症候：(a)劇烈咳嗽。

(b)目中流淚。

(c)喉管氣管與肺臟之黏膜充血症。

症候重者，發生喉炎，或變成氣管鬱熱症，及具喉管炎之肺炎症。

治法：先將中氨毒者，移置於新鮮空氣處，飲以和緩飲料，即大麥水，桔子汁，糖水或甘油 (Glycerine)，

然後將治傷藥一茶匙，倒入一品脫(Pint)沸水內，令病人吸收其蒸汽，同時施行急救者，務須戴上防氨面具。

(2) 液氨具有刺激毒性，一經吞服，唇及口灼傷而疼痛，極度口渴，不易發言及吞嚥，入後洩瀉，身體發寒，並出冷汗，脈搏跳動，迅速而軟弱。

治法：(a)切勿投以致吐等劑。

(b)飲以桔子汁及檸檬汁，或半茶匙檸檬酸 (Citric Acid)或酒石酸 (Tartaric Acid) 於半品脫清水內，而使之中和。

俟照上述治療中和後，隨意飲以牛乳，或四分之一品脫橄欖油於一品脫清水或蛋白內。

(3)液氨所致之灼傷。

預備稀酸一種，如沖淡之醋酸 (Acetic Acid)，檸檬酸，或酒石酸，速將灼傷處用清水將氨質洗淨。然後用稀酸將灼傷處，用棉毛布類，輕輕揩乾，醃以苦味酸 (Picric Acid)。若殃及雙目，可照上法輕輕療治。然後再用蓖麻油 (Castor Oil)，而非苦味酸，用滴眼器滴入雙目中。

作業人員須知 欲求於經濟原則下運用冷凍機，則對於冷凍學之基本原理，以及冷凍劑所具之特性，應有相當認識。下列數則，擇其瑩瑩大者，提綱挈領，特表而出之，以便冷凍作業人員

之參考。

1. 關於冷凍機部份：

- A. 任何冷凍系，當進充分液氨，但不得過量。氨承受器，如無玻璃管之設備，當另為裝置。
- B. 應常用純粹無水之液氨，其成份為 99.98% 以上。
- C. 若液氨之耗費量增加，則必須用上述各法，偵查其滲漏之所在。
- D. 冷凍機應絕對保持其清潔，尤其冷氣管及冷凝器之外面，並應用低溫及充量冷却之水。
- E. 冷凍機當工作時，抽氣壓力務求其高，壓氣壓力務求其低，並隨時注意其是否合乎前述種種條件。
- F. 若抽氣壓力或壓氣壓力逸出常軌，檢查其是否如前述原因，逐步予以檢驗。
- G. 勿令壓縮機發熱，除抽氣管外，亦勿令壓縮機結霜，並應用氨壓縮機潤滑油。
- H. 如遇重大困難，最好求教於經驗豐富之冷凍學工程師，解決一切，較為穩妥。

2. 關於製冰部份：

- A. 製冰室之門，以及冰桶蓋子，開啓當力求減少，藉以保存冷氣。
- B. 凍冰於較高溫度，實較較低溫度為經濟。

C. 出冰溫度，不宜太低，否則冰塊即有龜裂之虞。

3. 關於冷藏部份：

A. 如無事故，冷藏庫應減少出入，以吾人體溫，電光熱力，以及冷藏庫外之空氣，俱足以消耗冷氣。

B. 冷藏庫內，應力求整潔，冷藏貨物，應有良好秩序。

C. 凡具強烈氣息之物品，應另為貯藏。

4. 關於空氣調節部份：

A. 空氣調節，應力求四項基本條件之實現。

B. 空氣調節室內，務宜裝置窗幔，以避日光射入，藉以保持冷氣。

5. 關於電力冷藏庫部份：

A. 當購置電力冷藏庫時，應選擇其具有各種優良條件，與使用人相符合者。

• B. 電力冷藏庫之內部與外表，當絕對保持其清潔性。

C. 電力冷藏庫如果損壞，如無把握，當以求教於專門修理電力冷藏庫機匠為是。

6. 關於其他部份：

A. 應用之水，應按期作衛生與礦質分析。

B. 給水如感缺乏，應即裝置冷水塔，以利貯藏。

C. 冷凍鹽水，宜用氯化鈣，切不可用氯化鈉。

D. 熱絕緣料，應擇其優良者，裝置尺寸，宜於加厚，不宜減

薄。

E. 凡具低溫之管子，皆當妥為包裹。

凡百工廠，無不求工作效率之提高，出品成績之優良。冷凍工廠，亦不外此例。況冷凍工業與公共衛生發生密切之關係，所以應隨時以清潔為前提。而液氮具有危險性，故尤當牢記安全第一之格言。經營冷凍工業者，若能常存此種觀念於心，則於事業本身，已思過半矣。

英漢名詞對照表

A

Absorption Method 吸收法
Accumulator 蓄氣筒
Acetic Acid 醋酸
Acidity 酸性
Air Agitator 空氣攪動機
Air Blower 吹風機
Air Compressor 空氣壓縮機
Air Conditioning 空氣調節器
Air Duct 通風管
Air Washer 噴霧器
Alkalinity 鹼性
Aluminum Oxide 三氧化二鋁
Ammonium Chloride 氯化銨
Ammonia 氨
Arc Light 弧光燈
Artificial Preservation 人工貯藏
Atmospheric Type 淋水式
Automatic Float Valve 自動浮球凡爾

B

Backward Curve Multi-blades Fan 凸形多葉扇

Bacteria 細菌
Bacteriological Examination 細菌檢驗
Baffle Plates 百葉片
Baume 波美計
Bearing 軸承
Brine Tank 鹽水池
Brine 鹽水
Brine Agitator 鹽水攪動機
Brine System 鹽水冷凍法
British Thermal Unit 英熱單位

C

Calorie 卡路里
Calcium Carbonate 碳酸鈣
Calcium Chloride 氯化鈣
Calcium Sulphate 硫酸鈣
Cardling 照光法
Can Filler 加水機
Carbon Dioxide 二氧化碳
Canvass Connection 帆布管
Carbonates 碳酸化合物
Caustic Soda 苛性鹼
Centrifugal Straight-blades Fan 離心直葉扇
Cheese 乾酪

Chemical Composition 化學成分
 Centrifugal Pump 離心幫浦
 Clearance 汽隙
 Castor Oil 蓖麻油
 Citric Acid 檸檬酸
 Circulation 循環
 Cooling Tower 冷水塔
 Cooling Water Evaporator 冷水管
 Compressed Air 壓縮空氣
 Compression 壓縮
 Compressor 壓縮機
 Color 色
 Coldair 可愛
 Cold Storage 冷藏庫
 Cold Wall 冷壁
 Condenser 冷凝器
 Condensation 冷凝
 Control Mechanism 管理機件
 Cooper Process 庫拍法
 Cooper's System of Warm Weather Ventilation 庫拍溫暖天氣之空氣流通法
 Coefficient of Transmission 傳熱係數
 Core Sucker 核心吸水機
 Corrosive Action 腐蝕作用
 Crane and Hoist 起冰機
 Critical Pressure 臨界壓力
 Critical Temperature 臨界溫度
 Cylinder 氣缸

D

Dead Ammonia 死氨
 Dead Air Space 死空氣隙
 Dehumidifier 水份吸收器
 Dehydrator 水份吸收器
 Delivery Pressure 壓氣壓力
 Discharge Pressure 壓氣壓力
 Discharge Valve 壓氣凡爾
 Dissolved Gases 溶解氣體
 Direct Expansion System 直接膨脹冷凍法
 Domestic Refrigeration 家庭冷藏
 Double Pipe Type 套管式
 Drop in Tube 沉入管
 Drying Box 乾燥箱
 Dry System 乾燥法

E

Electric Refrigeration 電力冷藏
 Eliminator 排除片
 Endothermic Action 收熱作用
 Ethyl Chloride 氯化乙基
 Evaporation 蒸發
 Evaporator 冷氣蒸發管
 Evaporating Coil 冷氣蒸發管
 Expansion 膨脹
 Expansion Valve 膨脹凡爾
 Exhaust Method 排汽法

F

Flooded System 濕流法
 Forward Curve Multi-blades Fan 凹形多葉扇
 Formalin 佛莫林, 甲醛

Four Way Valve 四通凡爾
 Freon 法利虹
 Freezing Room 冰凍間
 Free Carbon Dioxide 未化合二氧
 化碳
 Frigidar 北極

G

Grain 克令
 General Electric 奇異
 Gland 壓蓋, 格蘭
 Glycerine 甘油
 Gram 克

H

Hardness 硬性
 Heat Insulation 絕熱
 Herringbone Type 鯊骨式
 High Pressure System 高壓法
 Horizontal Multi Water Pass
 Type 橫臥多程水管式
 Humidity 濕度
 Hydrochloric Acid 鹽酸
 Hydrogen 氫
 Hydrogen Sulphide 硫化氫
 Hydrolysis 水解

I

Ice Can 冰桶
 Ice Crusher 碎冰機
 Ice Cream Freezer 冰淇淋凍結器
 Ice Sucker 棒冰
 Inspection Door 透視門

Incrusting Solids 結晶固體
 Iron Oxide 三氧化二鐵

K

Kelvinator 開文

L

Latent Heat 潛熱
 Latent Heat of Liquefaction 液
 化潛熱
 Liquid Header 液氮頭子
 Litmus Paper 石蕊試紙
 Low Pressure System 低壓法

M

Magnesium Chloride 氯化鎂
 Magnesium Carbonate 碳酸鎂
 Magnesium Hydroxide 氫氧化鎂
 Magnesium Sulphate 硫酸鎂
 Main Liquid Header 液氮總頭子
 Manufactured Weather 人造天氣
 Marine Light 防濕燈
 Methyl Orange 甲基橙
 Methyl Chloride 氯化甲基
 Mercuric Chloride 氯化銻
 Mineral Analysis 礦質分析
 Molecular Weight 分子量
 Moisture Separator 水份分離器
 Moveable Refrigeration House
 活動冷藏庫

N

Nessler's Solution 涅斯勒溶液

Nitric Acid 硝酸

Nitrogen 氮

Non-incrusting Solids 非結晶固體

Norge 南極

O

Odor 味

Oil Separator 分油器

Oscillating Type 擺動式

Overflow Pipe 溢水管

P

Packing 填料

Pasteurization 消毒工作

Phenolphthalein 苯酚

Pint 品脫

Picric Acid 苦味酸

Piston 活塞, 配司登

Piston Rod 活寒桿

Plastic 百賴是替

Plenum Method 充實法

Potassium Hydrate 氫氧化鉀

Potassium Iodide 碘化鉀

Pressure Method 壓力法

Pressure Type 壓力式

Pre-cooling Coil 預冷管

Pre-liminary Agitation 初步攪動
法

Propeller 推進機

Pump 幫浦, 唧筒

Purging Valve 放空氣凡爾

Pyridine 吡啶

R

Receiver 承受器

Recirculating Type 往返式

Refrigeration 冷凍

Refrigerant 冷凍劑

Refrigerating Capacity 冷凍產量

Rotary Type 輪轉式

S

Sanitary Analysis 衛生分析

Saturation 飽和

Saturated Ammonia 飽和氨

Scoring Machine 鋸冰機

Sensible Heat 可感熱

Shaft 地軸

Shell and Tube Type 多管式

Silica 二氧化矽

Single Pass Type 單程式

Sling Sychrometer 活動濕度計

Sodium Chloride 氯化鈉

Sodium Carbonate 碳酸鈉

Sodium Sulphate 硫酸鈉

Spray Nozzle 噴水嘴

Splitter 分氣瓣

Stroke 衝程

Suction Header 抽氣頭子

Suspended Matter 懸浮物

Sulphur Taper 硫磺燭

Suction Pressure 抽氣壓力

Submerged Type 沉水式

Suction Valve 抽氣凡爾

Sulfur Dioxide 二氧化硫

Stuffing Box 填料盒
Synchronous Electric Moter 常速
馬達

T

Tartaric Acid 酒石酸
Thermal Type 熱力式
Thawing Tank 融冰桶
Total Solids 溶解固體總量
Transmitting Surface 傳熱面積
Trap 節制器
Trunk Type 幹管式
Turbidity 混濁物

U

U.S. Bureau of Standards 美國標
準局
U.S. Calcium Chloride Society
美國氯化鈣學會
U Type U字式

V

Vacuum Method 真空法
Vane 引風翼
Vapour Pressure 蒸汽壓力
V Belt 人字皮帶
Ventilation 流通
Ventilation Fan 通風扇
Velocity Method 速度法
Vertical Single Water Pass Type
直立單程水管式
Volume Damper 節氣閘

W

Wastinghouse 唯是頂好
Water treatment 水之處理
Welsbach Light 有紗罩煤氣燈

Z

Zinc Chloride 氯化鋅

