

# 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，爰不揣譎陋，將二十年之經驗與研究，著成此書，非謂自我宣傳，聊將一得之愚，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>	



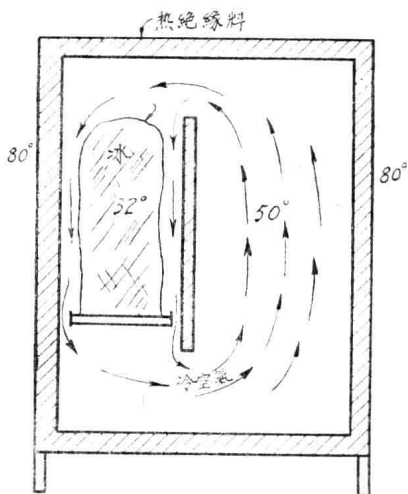
# 實用冷凍學

## 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，然其用以化爲液體之熱量，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，更爲迅速。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) 爲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却之空氣，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)<sup>(1)</sup> 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。

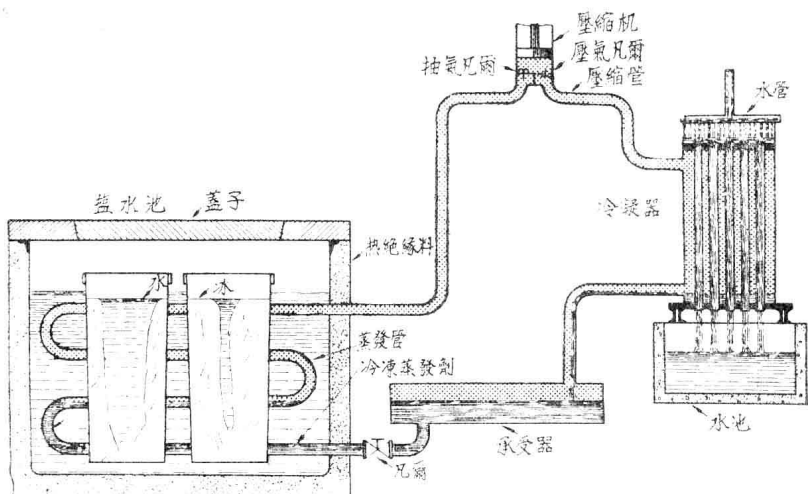
**機械冷凍** 時至今日, 機械冷凍之應用, 日見增加。舉凡冷藏廠, 製冰廠, 冰淇淋製造廠, 牛乳棚以及具有現代設備之建築物, 其所裝置之空氣調節器等, 無不與冷凍事業發生連帶關係。欲求事業本身之發展, 冷凍需要, 實有不可或缺之勢。充作機械冷凍之各種氣體, 當推氨之應用最為普遍。至其他冷凍劑, 無論其為二氧化硫, 二氧化碳, 法利虹, 氯化甲基等, 因各種化合物, 關於化學與物理方面, 自身微有不同, 以致機械之製造, 亦因之而略異。要之物質雖異, 原理則一。因氨為最普遍之冷凍劑, 故本書所述, 祇及氨的冷凍機械。舉一反三, 學者對於應用其他物質之冷凍機械, 亦可知其梗概矣。

**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), 譯音爲阿摩尼亞, 爲一原子氮 (Nitrogen), 和三原子氫 (Hydrogen) 之化合物。分子式爲  $\text{NH}_3$ , 分子量爲 17.024, 比重在華氏 32 度時爲 0.6341, 惟因溫度之高低而略有變更。臨界溫度 (Critical Temperature) 爲華氏 271.9 度, 臨界壓力 (Critical Pressure) 則爲 112.3 氣壓。在常溫時爲氣體, 惟在高壓低溫下卽行液化, 吾人統稱之謂液氨或作無水液氨。爲無色透明, 而有強烈刺激性的液體。在常壓時, 於華氏零下 28 度, 卽行沸騰。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爲高。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, 卽能重復液化。功效既高, 費用自低, 故極爲工業家所重視。公認爲應用於冷凍工業, 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<sup>(2)</sup>，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



第 3 圖 高、壓與低壓

