

徐氏基金會科學函授學校

冷凍空調與電器修護科訓練教材(一)

(譯自美國國家技術學校函授教材)

王 洪 鎧 編譯

(一至五課合訂本)

- A 1 冷凍空調與電器修護介紹
- A 2 冷凍學基礎
- A 3 熱與壓力原理
- A 4 壓 縮 機
- A 5 膨 脹 閥

徐氏基金會出版

PDG

徐氏基金會科學函授學校

冷凍空調與電器修護科訓練教材(一)

(譯自美國國家技術學校函授教材)

王 洪 鎧 編譯

(一至五課合訂本)

A 1 冷凍空調與電器修護介紹

A 2 冷凍學基礎

A 3 熱與壓力原理

A 4 壓 縮 機

A 5 膨 脹 閥

徐氏基金會出版

編譯者序言

由於人類的思考力與創造力永遠存在，使得文明不斷進步，工商經濟日趨繁榮；各色各式的機具乃告持續發明推展，其目的無非在造福人類，使生活過的更幸福舒適而已。惟繁榮進步之另一面，則對工程技術人員，業務推銷人員，以及教育訓練人員之需求殷切；這些人員，均需學識豐富，身懷一技之長者方能勝任；而且必須隨時代之進步不斷吸取並充實自己的學識方克有成。

求學識並不是一定要到學校去隨班聽課，事實上我們有許多業餘的時間和求學的方式可供選擇利用。徐氏基金會有鑑於此，乃創設科學函授學校，俾使任何有心向學，欲獲一技之長者能得到研習的機會。

本冷凍空調與電器修護科課程乃將歐美最優良之訓練教材去蕪存菁編譯而成。其內容為顧及一般學識程度，文句淺顯易懂，偏重實際應用，避免複雜之公式與理論；循序引導學員達於成功之境，所費極少而所獲極多，確是打開前途的最好方法，我們竭誠歡迎各位來參加函授學習的行列。

編譯者 王洪鑑敬識

民國六十八年三月

冷凍空調與電氣修護科訓練教材

課程總目錄

課目編號	課 程 名 稱	課目編號	課 程 名 稱
(一)A 1	冷凍空調與電器修護介紹	(四)A 41	窗型調氣機之檢修—第二部份
A 2	冷凍學基礎	A 42	減濕器與空調器之維護
A 3	熱與壓力原理	A 43	暖氣介紹
A 4	壓縮機	A 44	暖氣系統設計
A 5	膨脹閥	A 45	瓦斯燃燒火爐
(二)A 6	浮球閥、毛細管、凝結器、蒸發器	(五)A 46	燃油及瓦斯、油燃燒器
A 7	電的基本原理	A 47	蒸汽及熱水暖氣系統
A 8	磁與電磁學	A 48	個別加熱器的安裝與維護
A 9	交流電、變壓器、電阻與電容器	A 49	重責務型個別加熱器
A 10	含電容與電感的電路	A 50	中央系統空氣調節—系統及控制電路
(三)A 11	冷凍馬達控制	(六)A 51	中央系統空氣調節—冷卻設備及控制
A 12	電動機	A 52	箱型冷氣機
A 13	工具的使用和維護	A 53	空氣之分配
A 14	家庭電路配線的檢修	A 54	空調用風管
A 15	配線技術、變壓器作用	A 55	風扇與鼓風機
(四)A 16	交流原理、電器零件、開關電路	(七)A 56	商業用冷凍與冷藏
A 17	冷媒與潤滑油	A 57	壓縮機的分類及額定
A 18	冷媒與乾燥器	A 58	商業用冷凍系統凝結器
A 19	家用電冰箱箱體	A 59	商業用冷凍系統蒸發器
A 20	密封式電冰箱機組	A 60	商業用冷凍機之控制—第一部份
(五)A 21	冷凍用管件及工具	(八)A 61	商業用冷凍機之控制—第二部份
A 22	電阻電路、繼電器與馬達控制電路	A 62	食品冷凍櫃之檢修
A 23	電冰箱之維護—故障排除	A 63	食品之凍結
A 24	電冰箱之維護—電路系統檢驗	A 64	製冰機械、飲水機
A 25	電冰箱之維護—冷凍系統檢修	A 65	飲料之冷卻
(六)A 26	自動製冰機	(九)A 66	冷凍車輛
A 27	無霜電冰箱及冷凍櫃	A 67	商業用冷凍系統之安裝—第一部份
A 28	電路選擇及定時器	A 68	商業用冷凍系統之安裝—第二部份
A 29	吸收式冷凍系統—瓦斯冰箱	A 69	空氣調節、熱泵、寒水空調系統
A 30	瓦斯冰箱的安裝與檢修	A 70	商業用冷凍系統之檢修
(七)A 31	基本冰箱檢修法	(十)A 71	電器檢修用儀器
A 32	電冰箱之電路系統	A 72	密封機組分析器之操作
A 33	家用冷凍櫃的檢修	A 73	開創你自己的事業
A 34	空氣調節基礎	A 74	電晶體之基礎
A 35	空氣流動的測量	A 75	電晶體之組成
(八)A 36	空氣污染、空氣洗滌室及過濾網	(十一)A 76	電晶體基本電路
A 37	空氣之清淨、微管洗滌室、電子空氣清潔器	A 77	電晶體控制電路—第一部份
A 38	居所舒適區域之空調	A 78	電晶體控制電路—第二部份
A 39	窗型調氣機之安裝	A 79	電晶體控制電路之測試與故障排除
A 40	窗型調氣機之檢修—第一部份	A 80	冷凍空調常用字典

課目編號	課 程 名 稱	課目編號	課 程 名 稱
比A 81	冷凍循環	A108	空調控制，電路及儀器—第二部分
A 82	冷凍壓縮機	A109	汽車冷氣—第一部分
A 83	冷凍系統組份	A110	汽車冷氣—第二部分
A 84	冷凍配管	國 A111	TRANE離心機之操作保養
A 85	冷凍附件及控制	A112	TRANE離心式與往復式系統之控制
內A 86	冷卻負荷估算	A113	空調系統分析
A 87	空氣線圈	A114	自動控制配置
A 88	箱裝型空調設備之選用	A115	水管路設計分析
A 89	箱裝型空調設備之安裝與起動	A116	泵之能源節約方法
A 90	箱裝型空調設備之故障分析	國 A117	選用控制閥
內A 91	中央系統空調設備之選用	A118	氣動控制概要
A 92	中央系統空調設備之安裝與起動	A119	風扇分析及噪音控制
A 93	中央系統空調設備之故障分析	A120	冷凍空調配電設計
A 94	吸收式冷凍機組	國	TRANE日光熱表
甲 9	冷凍空調技術資料	國 A121	TRANE CENTRAVAC
國A 95	小型冷凍庫冷藏庫之實用設計		離心機安裝、操作、維護說明書
A 96	寒水冷却管排之實用設計	A122	CARRIER 19D系列
A 97	學習國際公制(SI)單位		離心機安裝、操作、維護說明書
A 98	冷凍計算——第一部分	A123	YORK TURBOPAK
國A 99	冷凍計算——第二部分		離心機安裝、操作、維護說明書
A100	特殊冷凍系統之組成與應用—第一部分	國 A124	變風量(VAV)空調系統—第一部分
A101	特殊冷凍系統之組成與應用—第二部分	A125	變風量(VAV)空調系統—第二部分
A102	特殊冷凍系統之組成與應用—第三部分	A126	變風量(VAV)空調系統—第三部分
國A103	二次冷媒或間接冷凍—第一部分	A127	變風量(VAV)空調系統—第四部分
A104	二次冷媒或間接冷凍—第二部分	國 A128	熱回收空調機組
A105	食品冷凍—第一部分	A129	空調消音學
A106	食品冷凍—第二部分	A130	建築空調負荷分析
國A107	空調控制，電路及儀器—第一部分		

目 錄

前 言

工業的成長.....1-1

空氣調節之應用場所

空調在運輸上之應用.....1-3

空調在建築上之應用.....1-4

空調在工業上之應用.....1-5

空調在醫藥研究上之應用.....1-7

空氣調節在其他方面的應用

飛機上的空氣調節.....1-8

汽車旅館的空氣調節.....1-9

人行道上的空氣調節.....1-9

家畜飼養上的空氣調節.....1-10

現代冷凍

冷凍在食品工業中的應用.....1-11

冷凍在醫藥上的應用.....1-12

冷凍在製造工業上的應用.....1-13

電氣用具

電氣的分類.....1-19

你將學到什麼

行家話.....1-24

業餘職業.....1-24

家用電冰箱.....1-25

空氣調節及商業冷凍.....1-25

電氣用具.....1-25

開創事業.....1-25

前 瞻1-26

我們的目的1-27

複習第1課1-28

前言

當你立定志向要成為一位空調冷凍及電器的修護人員時，你必先學會應用上的學識及技術。我們也希望盡量的幫助你在這方面的進步，當你接受完了我們對你的訓練後，相信不但對你個人有益處，也將會造福於社會。

由於商業繁榮與人民經濟能力的日益增長，各式各樣能使日常生活更便利的玩意一天天多起來，如電視、冰箱、電鍋、洗衣機、音響、冷氣機等已經是非常普遍。但是帶來的另一個問題就是維護技術人員需要的迫切。在你讀完了這本書後，你可以體會出來一位技術人員的地位是何等重要！

工業的成長

爲了要了解一些有關全部工業巨大活躍的情形，讓我們舉出最近一些統計上的數字作為補助說明。

估計最近四年來，單在美國一地，就安裝了四百萬台家用調氣機，其中二百萬台是去年安裝的。專家們相信在今後三年內，將有另外的六百萬台需要安裝。此數字或能幫助你想像在空調工業上的擴展是如何的巨大。

依據同樣的調查，全美境內現有家用電冰箱 47 百萬台，而冰箱修理店只有 2,530 家，此顯示平均每 18,577 台電冰箱才有一家修理店。

家用食品凍結箱（電冰櫃）每年會銷售一百萬台，此項數字預期在未來數年中還有突出的進展。

家用調氣機、電冰箱及電冰櫃的使用不斷增加，再加上在超級市場、工廠、辦公室、學校、醫院、公共場所等商用空調系統與冷凍系統巨大的噸位。你可以想見對有資格的技術人員及修理店的需要是多麼迫切。

在美國，電氣用具的數量更是驚人，總數已超過 220 百萬！此包括了電爐、咖啡壺、電烤箱、熨斗、真空吸塵器、洗衣機、刮鬍刀等，更加强了對從事這門行業人的需要！

空氣調節之應用場所

起初，空氣調節一詞意指在紡織廠中維持一所欲濕度的能力。後來，其應用不但指在工業上控制大氣狀況，亦指在維護人類舒適與健康的調氣設備上。

今日，空氣調節係被認為是使一封閉的空間內，控制該空間內空氣的溫

1-2 冷凍空調與電器維護科訓練教材(一)



圖 1 數量日益龐大的電冰箱、調氣機、及電器等正需要大批的技術人員去維護檢修。

度、濕度、潔淨度及分配度的設備及過程。它的目的可能為駐留人員的舒適；也可能為了工廠中製造、處理過程、及物料貯存的需要；或是二者俱要顧及者。

空氣調節出現甚早，但一直在成長中，且成長迅速。其巨大的擴展已使得一般人心目中認為沒有空氣調節，就好像趕不上時代似的。事實上空氣調節的確有它的需要及優點，此不但為了人員及動植物的舒適健康，抑且為了提高產品的品質與倉貯物料。是故空調設備雖然要花錢，但它却反而成了一項值得投資的經濟行為。

空調在運輸上之應用

人們早就體驗出乘坐有空調設備的巴士、火車、飛機時的舒適。因之導致了在私家車上也安裝空調設備的慾望，最後，汽車調氣機（冷暖氣機）果然研製成功，如圖 2。今日汽車上若無是項設備，倒反被認為不是現代化的汽車了，尤其是營業計程車為然，不然生意或將大受影響矣！

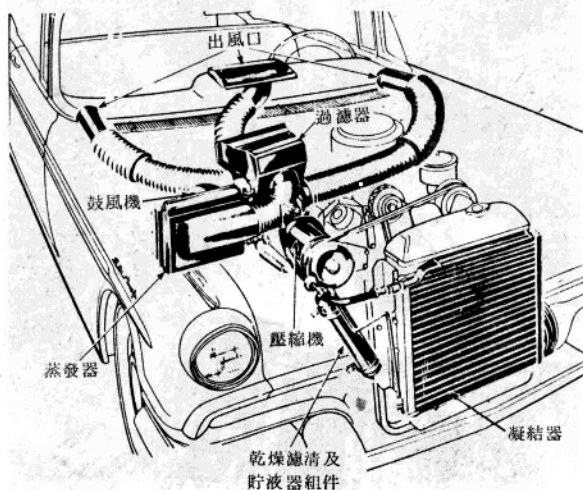


圖 2 典型的汽車冷氣裝置。

1-4 冷凍空調與電器修護科訓練教材(一)



空調在工業上之應用

讓我們舉一個例子看看空氣調節在工廠廠房中的應用，圖 3 你所看到的，是美國巴鐵摩爾馬丁飛機公司廠房風管的一角。這家工廠的空調總噸位達到 2,706 噸，而且有好幾種型式不同的空調設備。

在辦公室中 在馬丁飛機公司辦公室中，空調系統能當外氣溫度在 95°F (35°C) 左右時，維持室內的溫度穩定於 75°F (23.9°C)，相對濕度 50% 到 55%。

在廠房建築中，有一部份採用可攜式的空調設備，此因為這一部份空間是臨時性的，任何時間內會改變用途。而可攜式設備拆裝比較容易。它與家用的窗型冷暖氣機同一型式。

你將在未來的課程中學到有關此類設備的安裝與維護。

辦公室空調設備概述 馬丁飛機公司的辦公室空調系統是一種最新式的型式，在溫度及濕度方面都能調節得很理想。尤其是空調設備的運用彈性很大，每一間辦公室不論其隔間如何，均可以獨立調整，不用時也可以停止。無論是冬夏，任一辦公室均可以調到駐留人員認為 75°F 到 80°F (23.9°C 到 26.7°C) 間之最適宜溫度。

設備中有一條主風管，吹送 50°F (10°C) 的一次空氣，以等間隔的距離分送入二次風管中，然後經過各條小的支風管到達天花板出風口，各出風口安裝於可互換的天花板塊上，與燈具作有規則幾何圖形的分佈，使得調節空氣在任何隔間狀況下都能平均分配到每一空間。在每一條二次風管的入口處有一個小加熱器，以各室恆溫器的調定值來控制加熱器，使吹入室內的空氣能維持室內所欲之溫度。

當在冬季時，主風管就吹送 65°F 到 70°F (18.3°C 到 21.1°C) 的一次空氣；全部系統即使在最惡劣天氣下也能調整。為了補助主空調系統之不足，在每一扇窗戶下面，有一個小散熱器，能夠加熱圍繞窗戶的冷空氣。有了這樣的系統，能夠全年性維持控制下的溫度及濕度，其溫度的波動不會大過 $\frac{1}{2}$ °F。

精密空氣調節 馬丁飛機公司的電腦室這一部份空間，需要作精密的溫濕度控制，因為電腦本身是複雜而敏感的電子組件合成，能夠產生熱，且電子組件要在精確的溫濕度狀態下，才能發揮效率及延長使用壽命。

電腦室內的相對濕度必須不低於 40%，但又不可高於 60%。如果超

過了這一限度，機器的敏感度就會受影響，很可能產生計算錯誤的結果。因之，室內設有一警報器，相對濕度一旦超過了上述範圍，警報器即發出信號以提醒操作人員的注意。

此電腦用的警報系統操作一警鈴以及許多紅色指示燈所組成的一大塊面板，能指示出那一部份產生故障，俾便操作人員迅速予以檢修。

不適當氣流警報器係由一系列風管中安裝於適當位置的鋁片來操作。當警報器一響，即隨之有相應的指示燈亮起來；這警報器能指示室內溫度太高或太低，相對濕度太高或太低，或系統中任一部份的氣流不適當等情況。同時紅色的警號燈一直在亮，除非技術人員把缺點予以改正，並把開關再置後才會熄滅。



圖 4 在研究試驗室中，空氣調節是很重要的。

馬丁公司的電腦是全年性日夜不停的在使用，因之空調設備必須可靠，且有備用系統。調節空氣由電腦各機件的下方吹入，其狀況為 65°F (18.3°C)，相對濕度 60%。當入機後吸收機內所產生的熱，再由機件上方吹出，其時溫度已上升至 85°F (29.4°C)，但上方又有一系統，可以立即把它再冷卻到 75°F (23.9°C) 及 50% 的相對濕度狀況。

空氣調節的重要 空氣調節能提供室內空氣達成任何所欲的狀況並予維持，而不論外界的氣候狀況如何。然而，同一室內的駐留人員體質各不相同，每

個人認為的最適宜的狀況也各不相同。因之無法決定室內何種狀況為最佳之狀況，只能根據大多數人的意見來確定室內狀況，馬丁公司的空氣調節設備就是如此操作。

在生產製造的廠房內，空氣調節主要在維持產品之精良而設，所幸為此目的所造成的室內狀況，泰半都接近於人類舒適的所需狀況。在某些場所內，如果沒有空調，或將完全不能實行生產過程。你可以想見空氣調節在工業生產上的重要性。

空調在醫藥研究上之應用

在醫院及醫藥實驗室，以及其他的實驗室內，空氣調節也是非常需要。在圖 4 中，你可以見到一實驗室內吊掛在天花板下的一台空氣調節機。

空氣調節曾在醫藥的研究史上，扮演過一個很重要的角色，譬如讓我們舉一個生產沙克小兒麻痺疫苗的例子，若果當時沒有空氣調節，沙克疫苗恐至今尚不能問世。但在空調協助下及早大量生產的該項疫苗，不知道每年挽救了多少人的健康，這也是不爭的事實。

在生產該項疫苗過程中，空氣調節的任務必須：(1)絕對避免污染，否則即將使試驗及生產失效，及(2)在溶液中維持體溫俾使組織及病毒得以人工繁殖。

在沙克博士研究的早期，他已想到要沙克疫苗能夠大量生產，但必須使用數以千計的試管及玻片以培養及準備組織及病毒，並分析其結果。

空氣調節的需要 在沙克博士匹茲堡的研究室裏，試管都被密封牢固以避免普通空氣中所含細菌、酵酶、及霉菌的污染。否則，工作將被大量的減緩。

一特殊的系統於是被設計並予安裝，使室內空氣加壓以防止外界空氣的滲入。同時，濕度被保持在一低水準以防止玻片，試管，及其他設備被操作者的呼吸所污染。同時增設空調設施是促使儘快研究成功的主要因素。

在印第安納波里，一座五層建築的整棟在 90 天以內改換成麻痺疫苗生產工廠。其防止污染的措施設備甚至超過了在醫院手術室中的空調設備。在該處，要準備自猴腎中取出的組織並使其放入營養液中。

正確溫度的需要 在孵育室中組織細胞實際在封閉的大桶中繁殖，其中灌過性麻痺病毒在有機組織細胞中養殖及再生，使用特殊的空調以維持溫度為 98.6°F(37°C)。許多時間內也需要冷卻，因為那些大桶要被很多馬達帶著搖動，

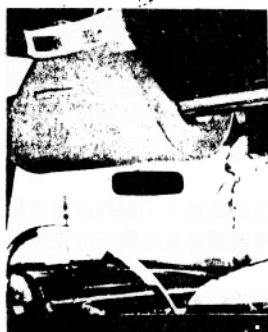


圖 5 在汽車旅館內車輛被加以空氣調節。止產品被污染的重要武器之一。

基本上，疫苗的生產過程包括將麻痺病毒繁殖在組織細胞內，然後“殺死”病毒，但此病毒却能在人體內誘發產生麻痺抗體。因之，我們了解空氣調節在生產著名的沙克疫苗上，扮演著如何重要的一個角色。

空氣調節在其他方面的應用

飛機上的空氣調節

飛機在上空飛翔時，常遭遇到溫度及氣候急劇的變化。因之，飛機上有空氣調節乃是極需要的。

巨大而現代化的運輸機就包括了能夠控制機內溫度、座艙壓力、座艙空氣濕度等的系統；並能直接冷卻它們大量的無線電設備、雷達設備、及其他

馬達本身會發熱之故。

一旦濾過病毒被繁殖起來，即被送入一室中，室內有一列冷風擴散口提供寒冽的 40°F (4.4°C) 溫度。它們即作效能試驗，並通過一精密過濾器使普通的細菌、酵素、酶菌及其他病毒不能透過而被濾出。通過後之病毒即不活動以作為疫苗用途。

在這些處理過程後如精密混合，試驗，包裝等作業，空氣調節仍是防

電子設備。再者，這些系統也能作為除冰及清潔窗玻璃與擋風玻璃上的雨水。

汽車旅館的空氣調節

一些非常特殊的空氣調節系統已在近年來發展成功。如美國拉斯維加斯（Las Vegas）、內華達（Nevada）等地方，七八月間的平均溫度高達 105°F （ 40.6°C ）。一家汽車旅館想出只要汽車一開進來，就以冷氣管接到顧客汽車上，使汽車引擎停熄後車內仍維持清新涼爽，同時精美的食品餐點也一併送上。

如圖 5，冷氣是經一很長的橡皮軟管送來，軟管的末端有可控制的送風口，再由一扁形管子經車窗送入車內。只要調整送風口的開度，就能獲得顧客所意欲的溫度。這個系統不但夏天可送冷氣，冬天也可以送暖氣。

人行道上的空氣調節

在聖安東尼（San Antonio）的一家最近型的商店，把屋頂延伸到門前的人行道上，邊上再以玻璃幕幃及藝術磚圍住人行道，並以自動門使行人便於進出，人行道上即實施空氣調節，使得顧客走過該人行道，便有進店購物的慾望。預期這些有趣的空調應用例子，以後將更見普遍，圖 6 即顯示空調人行道上的一景。



圖 6 空調人行道，用以吸引顧客之方式之一。

家畜飼養上的空氣調節

人類並非惟一能享受空氣調節的生物。最近據實驗證明許多動物，尤其是豬隻，如果把牠們放在有空氣調節的豬舍內，使有最舒適的天候狀況，那麼成長得更快而健壯，更佳的是牠們所吃的飼料也比較少。

依據兩所知名大學的研究報告，豬隻生活在受控制的 $65^{\circ}\text{F}(18.3^{\circ}\text{C})$ 溫度下，繁殖及生長均快，但若到 $90^{\circ}\text{F}(32.2^{\circ}\text{C})$ 溫度下，即告憔悴而萎縮，不思活動，若溫度再往上升，牠們的胃口大減，身體失重，步態蹣跚，小豬則大量致踐踏死亡。許多豬農在豬舍中裝置了空氣調節，以改進上述缺點。

空氣調節是一種人造的氣候，其應用之廣泛不勝枚舉，舉凡小餐廳的一角，或高樓大廈，或廠庫建築，或畜欄禽舍，或花房菌室，或深海潛艇，或太空船艙等處無不有其踪影，但也只有受過訓練的人員才能去安裝與維護它。

新的空調器具不斷出現，在現時代空氣調節已成了一項主要工業，你在不久即可踏入這一行業來發展自己的前途。

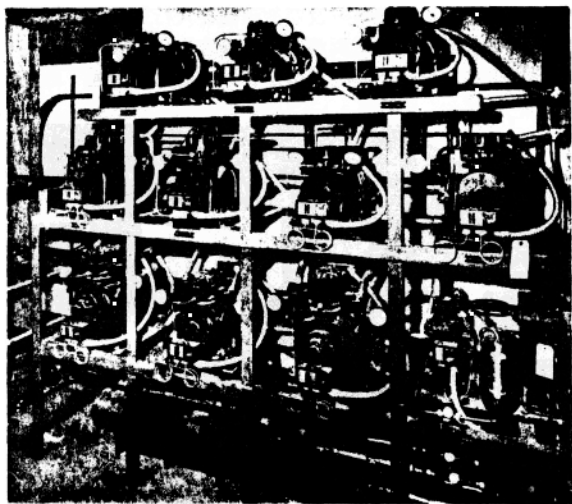


圖 1 大量的冷凍設備需要專家來規劃、安裝及維護。

現代冷凍

冷凍是空調的親弟兄，二者都在近代的文明中佔有重要的地位。保存易腐食品是冷凍最大的用途之一，也關係著人類的健康。

用不着說，冷凍系統的失效或操作的失誤將導致食品的損失。為此原因，冷凍技術人員常被認為是社會裏重要的一份子。

冷凍在食品工業中的應用

全世界任一個開發中的國家，電冰箱是家庭常備的電器之一，它的主要用途就是貯存食品。數以萬計的電冰箱都需要技術人員去檢修，世界上沒有一件商業行為像冷凍對食品商業的關係那麼密切。

圖7示一家超級市場食品冷凍櫃用的冷凍機系列。這組冷凍機能供應36呎的牛奶貯存櫃；120呎的肉品陳列櫃；44呎的產品貯存櫃；56呎的凍結食品櫃；56呎的冰淇淋櫃，及一肉品冷卻櫃和一產品冷藏櫃的冷凍能力。

當你想到大量的食品貯藏櫃（從超級市場用的巨大型到雜貨店用的嬌小型）遍佈於各處商場，再加上家用的電冰箱，可以說到處都能看到冷凍，那也就是說，到處都需要冷凍工作人員。而且新的食品冷凍櫃還在不斷增加哩！

許多食品貯存櫃採用巨大的人入式冷藏櫃以吊掛整隻屠體，而分割包裝好的小包肉品則置放在陳列櫃中，購買者可以隨意挑選。實際上所有新的超級市場都是這種出售方式。



圖8 超級市場內食品部門的冷凍陳列櫃。