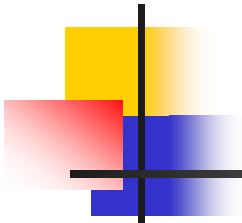


冷凍冷藏節能規劃及應用

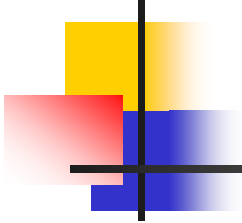
李 汝 殷



冷凍冷藏節能規劃及應用

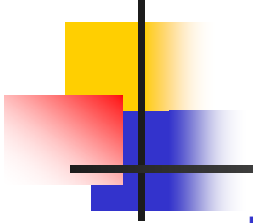
(1) 節能規劃設計

(2) 節能操作與管理模式



節能規劃設計

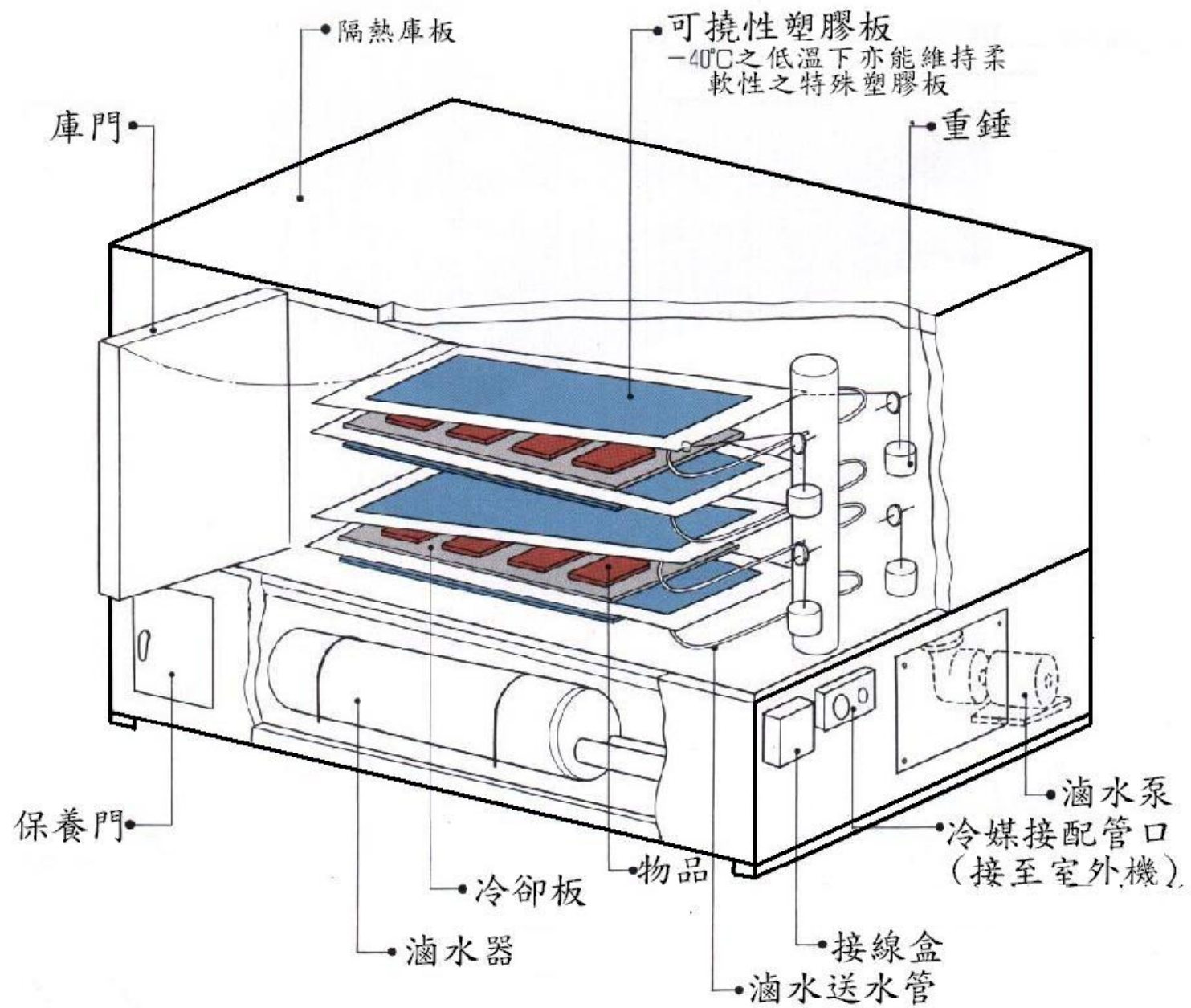
- 冷凍系統構成要件
- 冷凍系統分析
- 低溫冷凍系統之特性
- 冷凍用冷媒壓縮機之種類
- 液體冷媒過餉循環系統



冷凍系統構成要件

- 冷媒壓縮機(往復式,螺旋式)
- 冷凝器(氣冷式,水冷式,蒸發氣冷式)
- 蒸發器(直膨式,滿液式;液體冷媒過餉循環式)
- 冷媒流量控制器
- 其他: 貯液器; 液氣分離器; 油分離器; 油冷卻器; 節能器; 冷媒循環泵; 除霜系統; 回油系統; 排氣系統; 冷凍系統控制元件及配管
- 冷卻方式(空氣循環式;液體循環式)

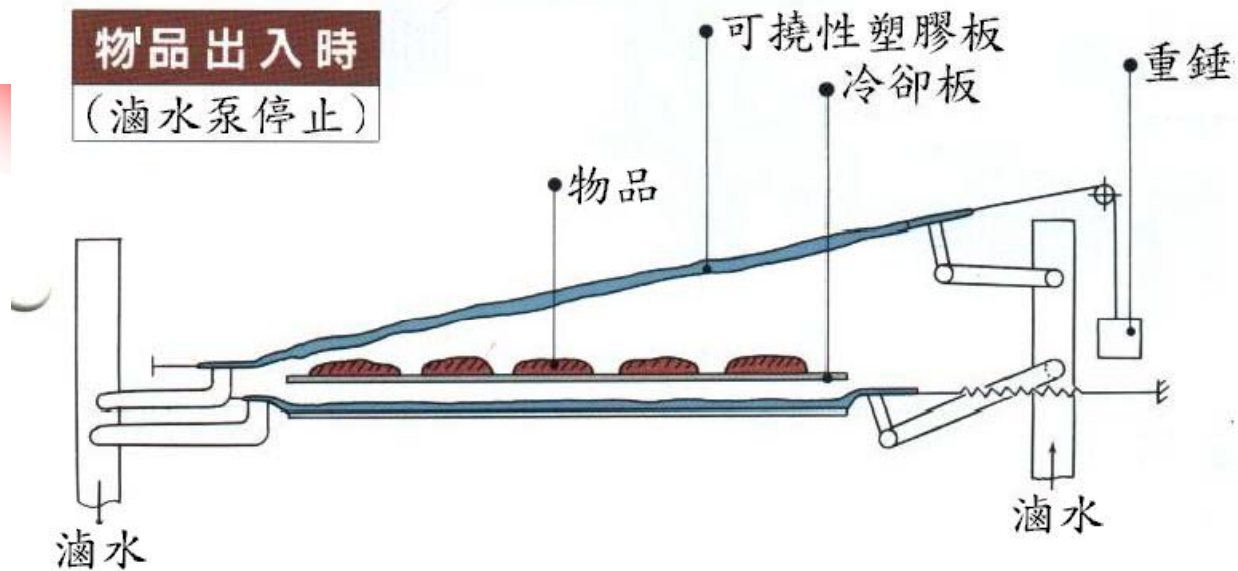
バッチ式フレキシブルフリーザー内部構造図



動作

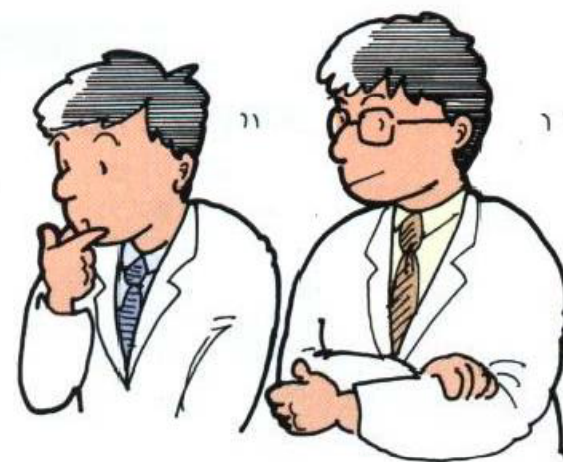
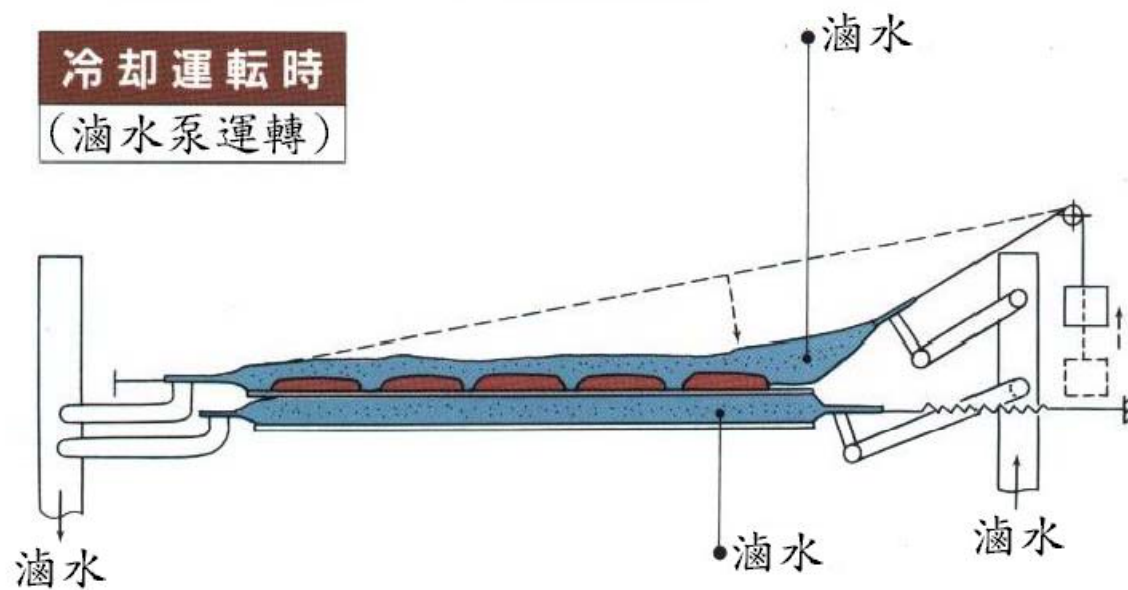
物品出入時

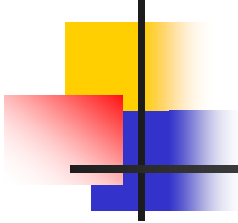
(滷水泵停止)



冷却運轉時

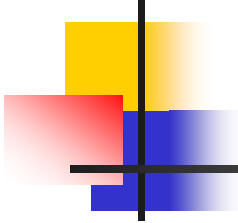
(滷水泵運轉)





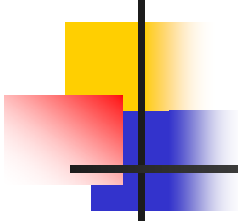
冷凍系統分析

- 1 低溫冷凍系統之特性
- 2 冷媒壓縮機之種類、特性探討比較及選用
- 3 低溫用冷媒液循環系統之構成及特性探討
- 4 低溫冷凍系統之冷媒分佈與系統平衡
- 5 冷媒循環泵之選擇及安裝
- 6 冷媒充填量及其調整
- 7 冷凍油在低溫冷媒系統中之影響及處理方式之探討
- 8 冷媒流量控制器之選用及其特性



冷凍系統分析

- 9 冷凍系統控制器之選擇及其應用
- 10 蒸發器之特性及構造
- 11 蒸發器之除霜方式及特性探討
- 12 冷凍系統之冷媒充填與後續處理作業
- 13 低溫冷凍系統之冷媒配管應注意事項
- 14 二次冷媒系統
- 15 冷媒串接系統
- 16 低溫冷凍系統
- 17 試機調整及運轉



低溫冷凍系統之特性

- 主要用途：

- 食品冷凍：食品儲存、食品加工

- 工業冷凍：

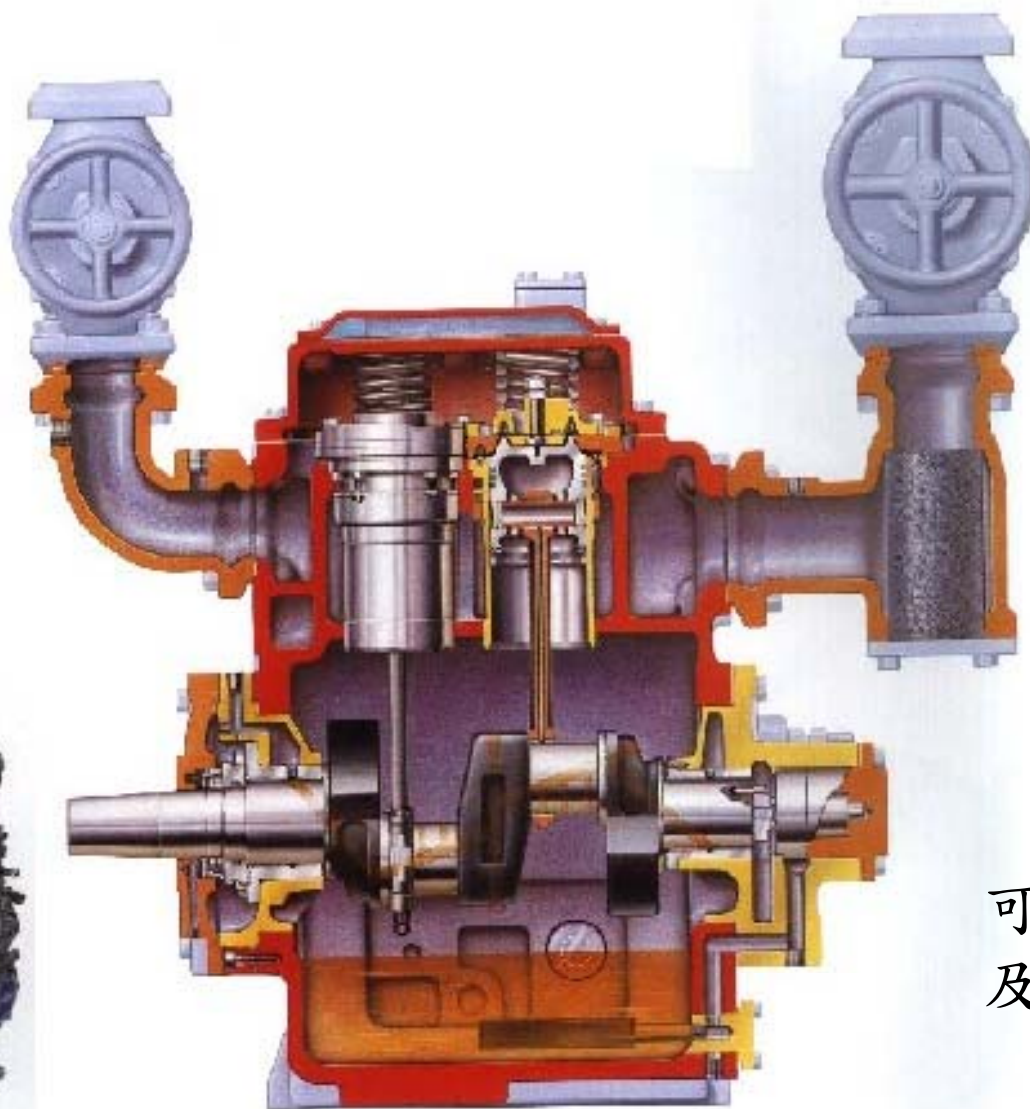
- 冷凍庫之特性

- 專業冷凍庫：長期保存、短期保存、分銷運作

- 營業冷凍庫：營業冷凍庫之分類

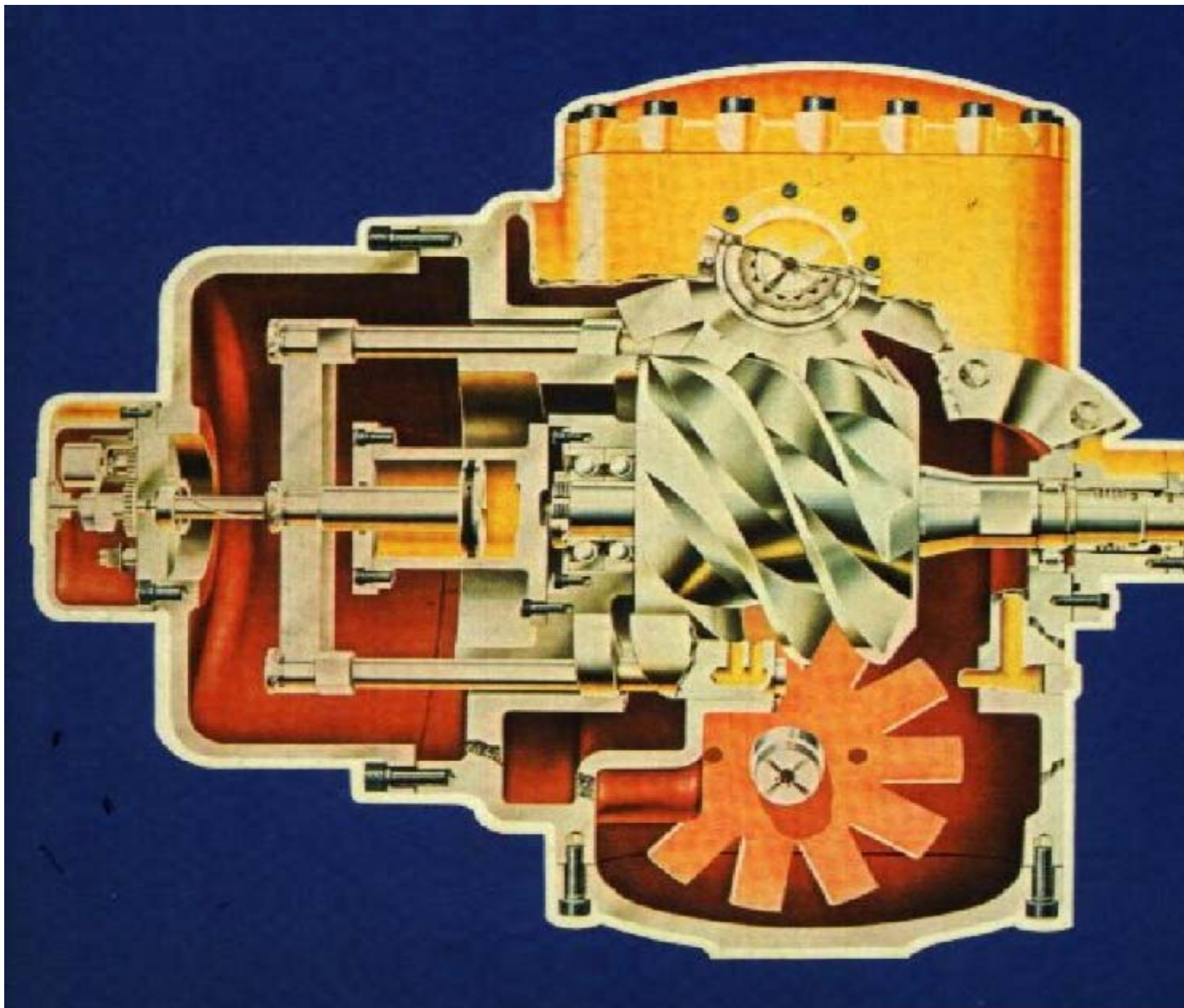
冷凍用冷媒壓縮機之種類

往復式壓縮機



可用於任何冷媒
及庫溫之用途

單螺旋式壓縮機



螺旋式壓縮機之特性

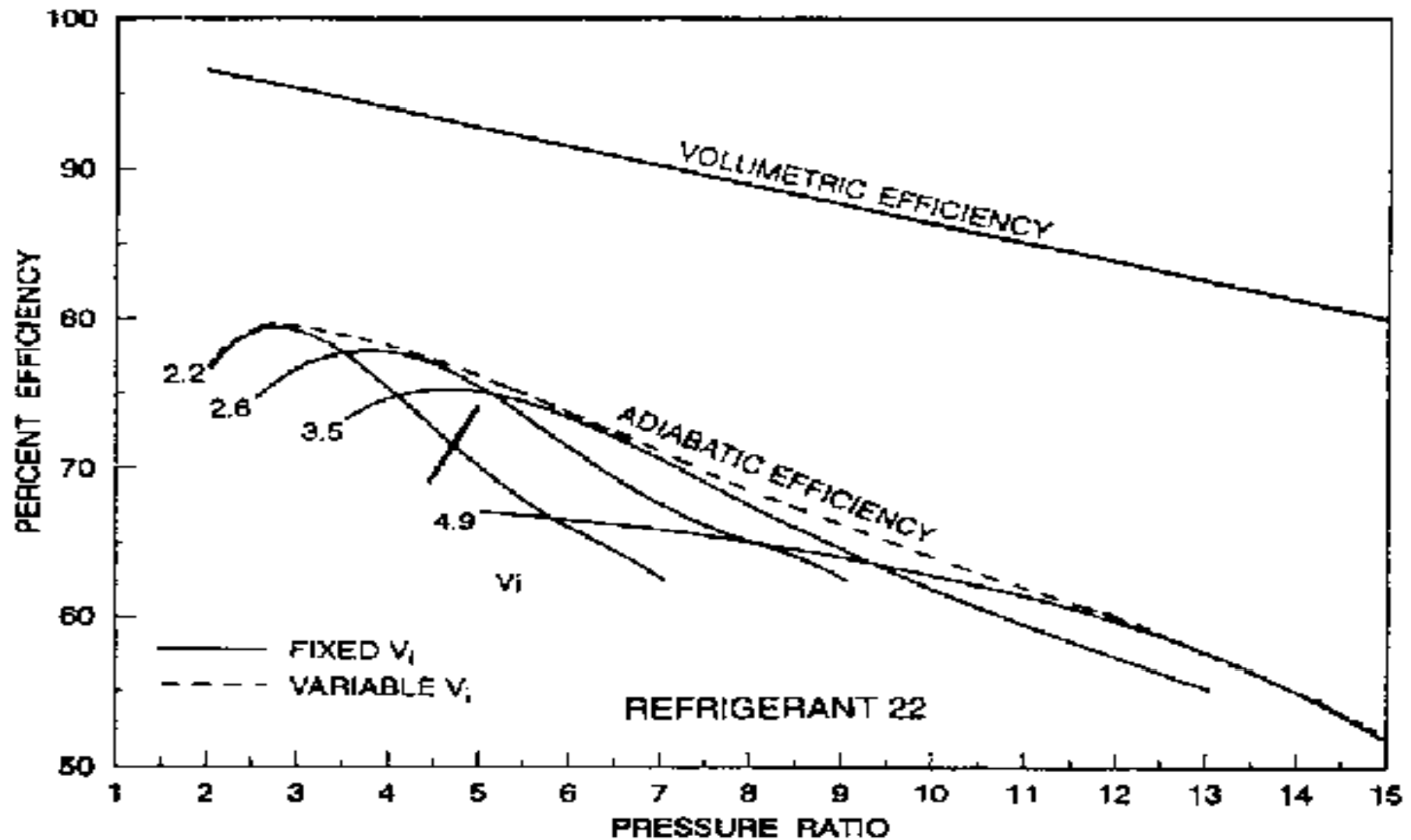


Fig. 20 Typical Compressor Performance on R-22

節能器之應用 範圍

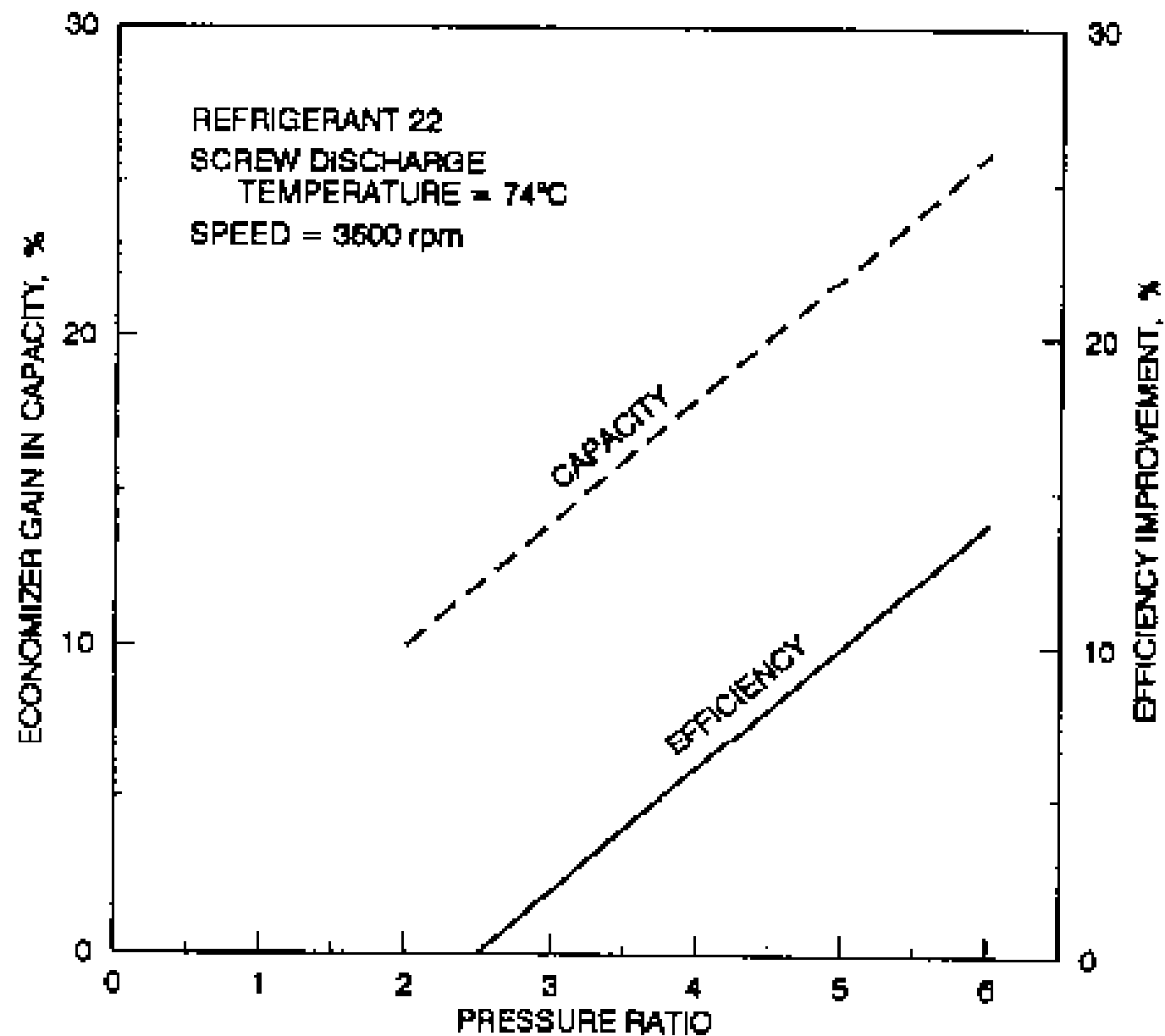
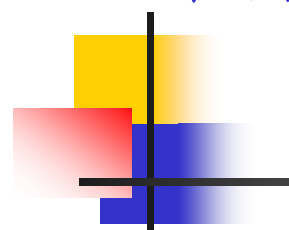
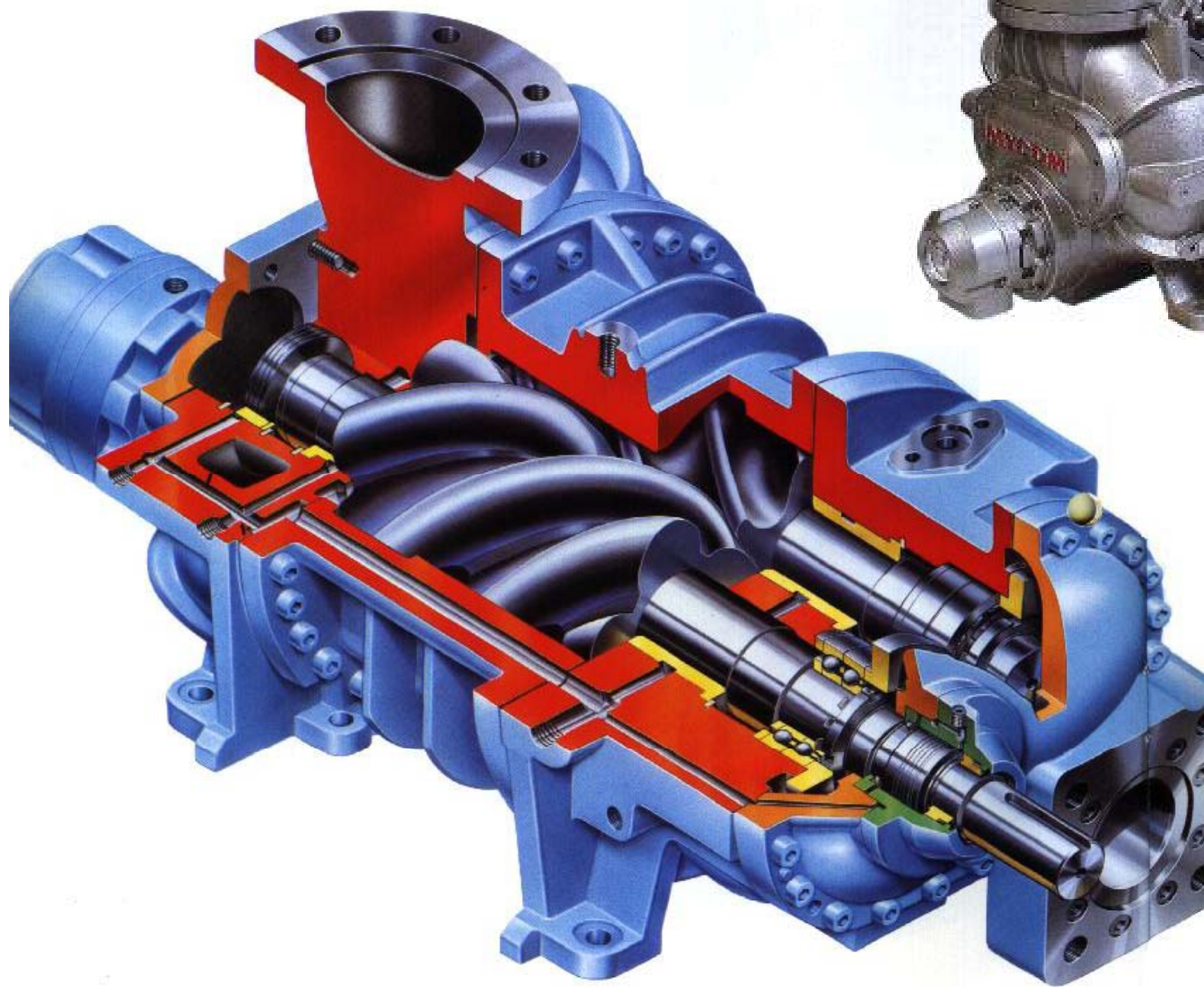


Fig. 13 Typical Improvement in Efficiency and Capacity with Economizer



雙螺旋式壓縮機

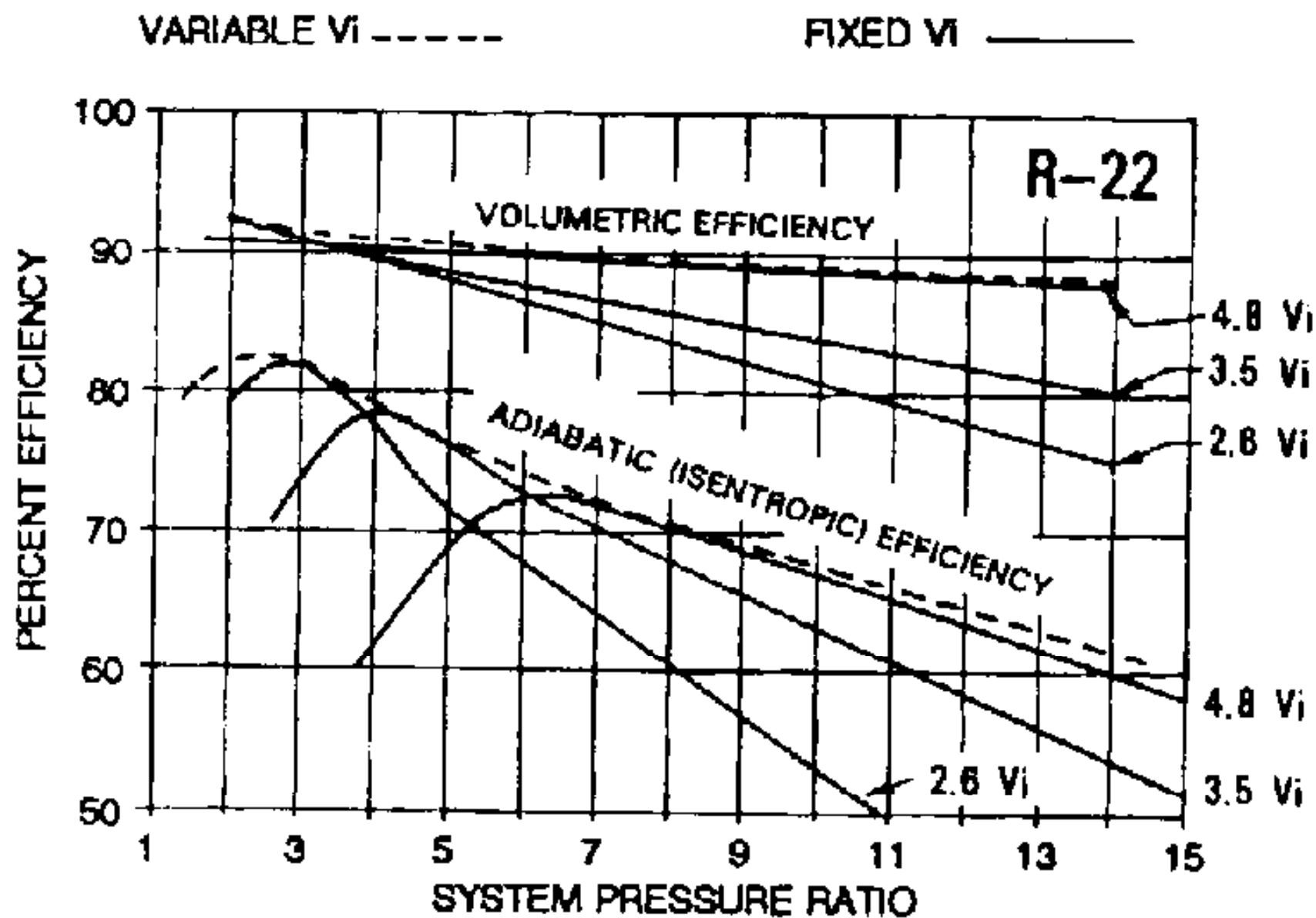
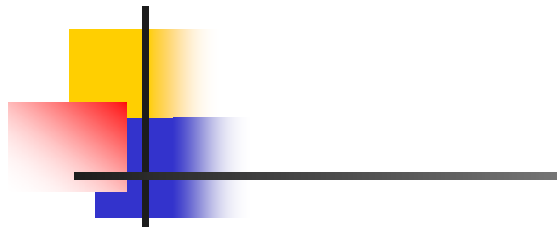


Fig. 29 Twin-Screw Compressor Efficiency Curves



固定及可變容積壓縮比之比較

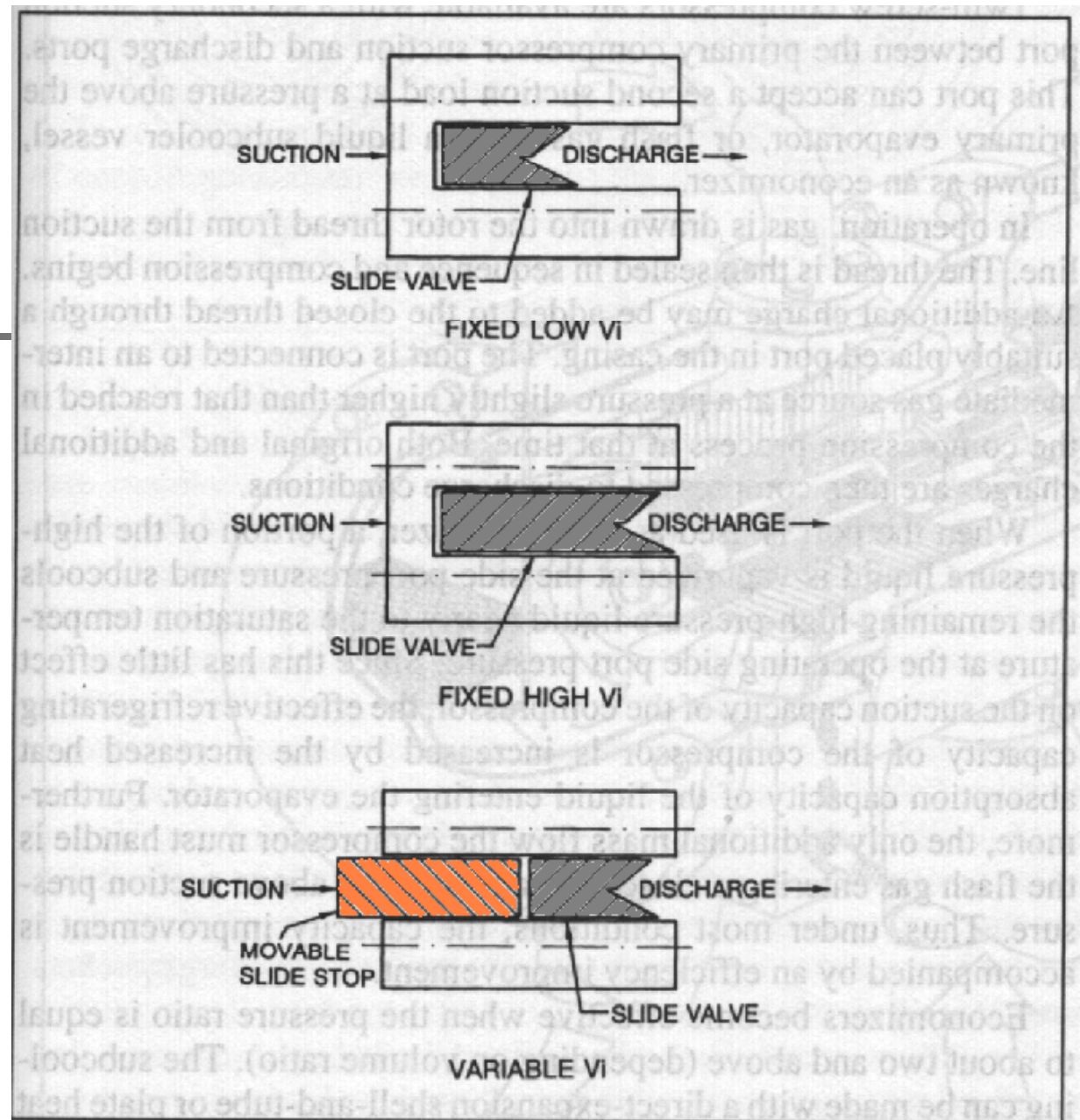
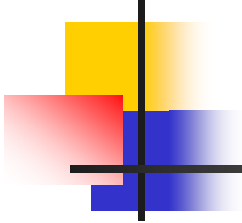


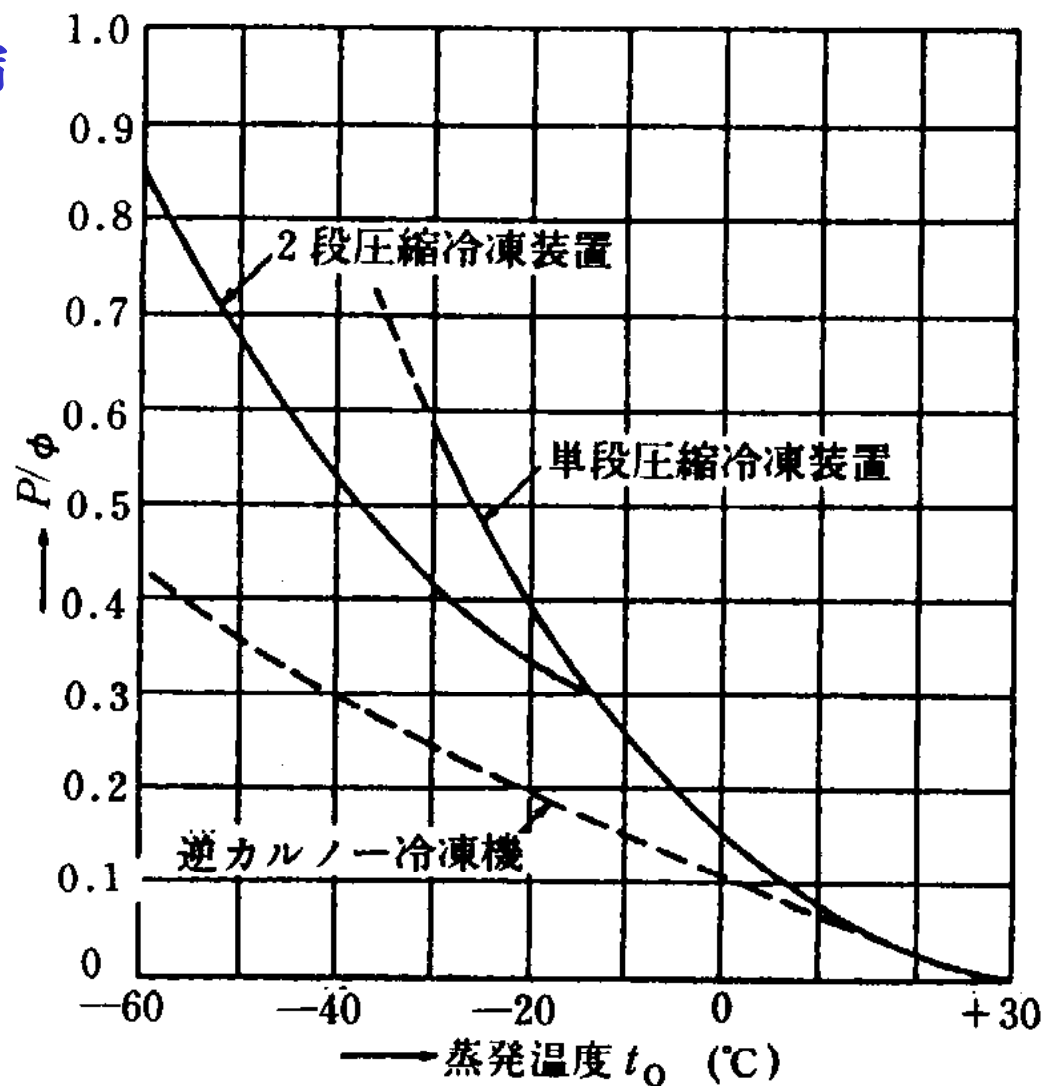
Fig. 28 View of Fixed and Variable Volume Ratio (V_i) Slide Valves from Above



可變容積壓縮比之優點

- 在各種不同之運轉條件下皆能維持最佳運轉狀況，亦即**效率較高**
- 延長軸承使用壽命,軸承承受負荷最少
- 有效運轉範圍較廣,
- 低噪音
- 吐出管溫度較低及油冷卻器散熱量較低

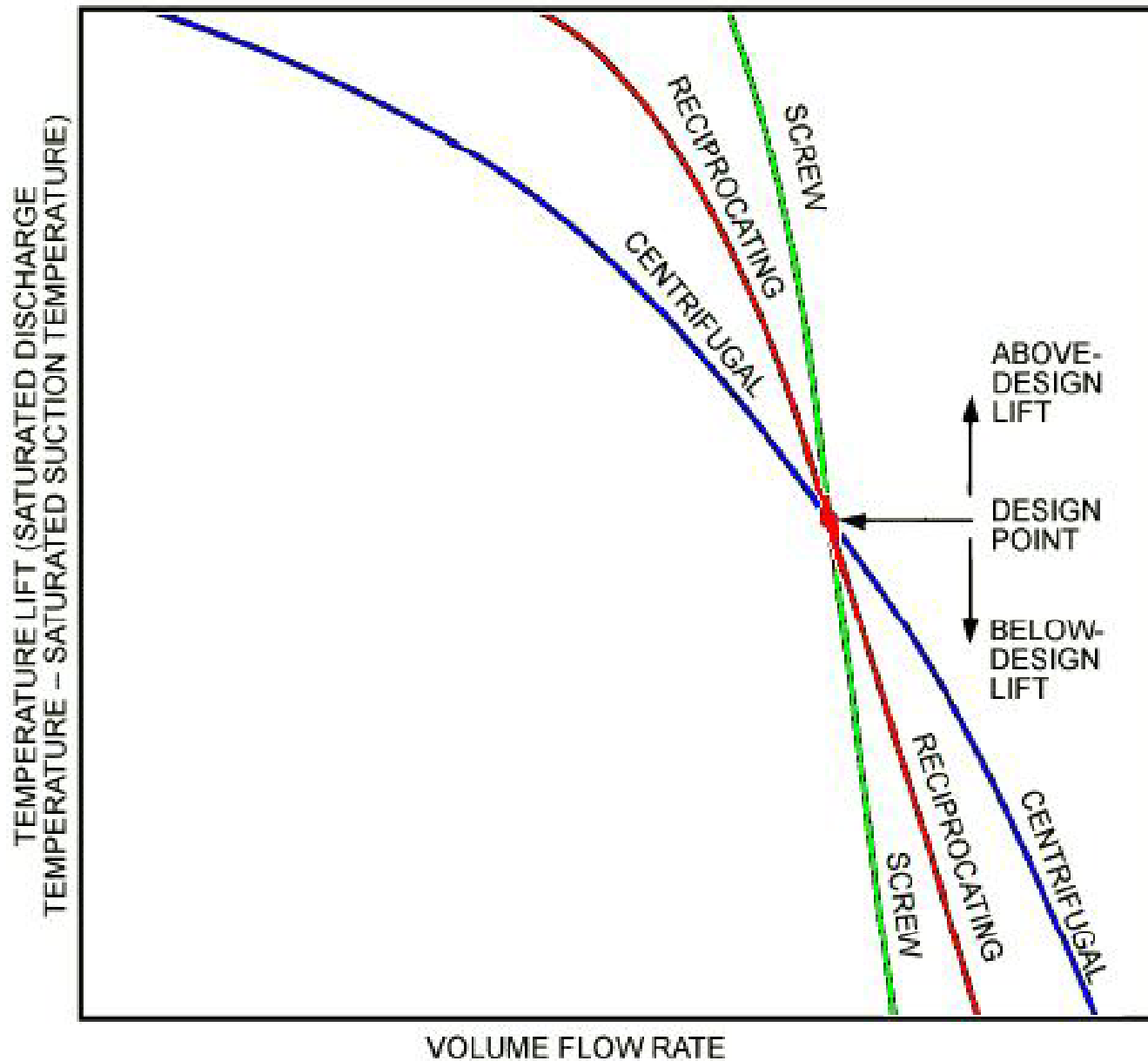
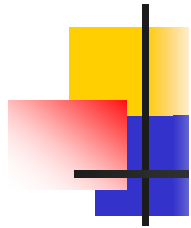
單段壓縮及隻段壓縮 之耗能比較



(冷凍裝置凝縮溫度 $t_R = 30^\circ\text{C}$, 冷媒 R22,
乾燥飽和蒸氣吸入壓縮)
各種蒸発溫度についての冷凍能力 ϕ (kcal/h)
に対する動力 P (kcal/h) の割合

図 3 各種蒸発溫度についての冷凍能力に
対する動力の割合

各種壓縮機之性能比較



液體冷媒過餉循環系統

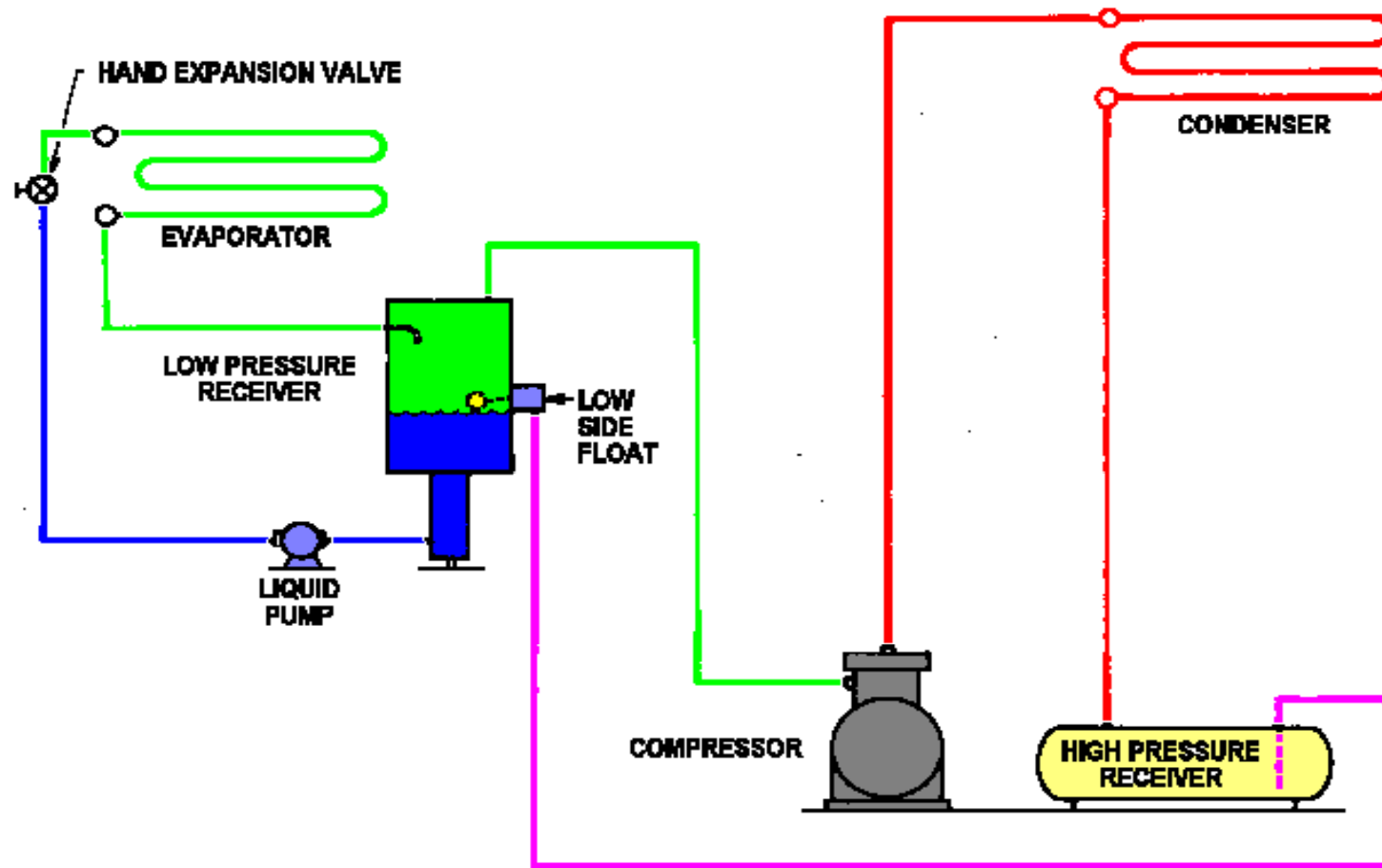
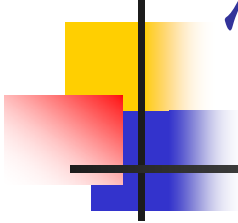
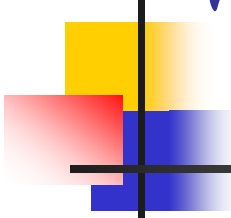


Fig. 1 Liquid Overfeed with Mechanical Pump



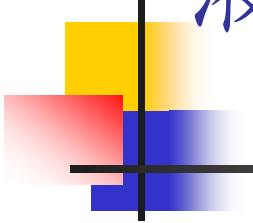
液體冷媒過餉循環系統之主要特性

1. 因由於冷媒分佈非常均勻，且銅管內有效熱交換表面積較大，故效率高運轉費用較低。
2. 壓縮機被保護。因負載變化或控制失效,致使冷媒回流管中產生之液態冷媒,在低壓貯液器內會完全被分離。
3. 能夠維持最小之過熱度,因為低壓貯液器與壓縮機間之配管短。也因而使吐出管之溫度維持最低,避免潤滑失效,及冷凝器污垢之形成至最低。
4. 用簡單之控制方式,盤管即可使用最高效率之熱冷媒液除霜系統，庫溫回升影響程度最低。



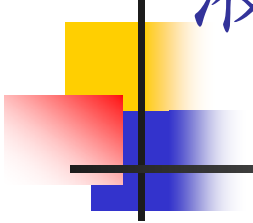
液體冷媒過餉循環系統之主要特性

5. 蒸發器之冷媒循環量並不受環境溫度及冷凝溫度之影響。冷媒循環量一旦調整好後,不必再行調整,因冷媒之過量循環量在一般情況在並非俱臨界性。
6. 經由冷媒流量控制器所產生之氣態冷媒,在流入蒸發器前於低壓貯液器內即被分離,這些氣體冷媒直接被吸至壓縮機,故可消除設計系統低壓側時之修正係數。亦可避免增加蒸發器及冷媒液管之壓降。
7. 冷媒液位控制器,液位指示器,冷媒泵,回油設備等一般皆設置於機房,故隨時可直接由操作人員監視或由電腦監視。



液體冷媒過餉循環系統之主要特性

8. 進入壓縮機之低壓氣體為理想狀況,故壓縮機之壽命較長。可減少保養及故障之機會。由於壓縮機吐出氣體之過熱度較低及油在低壓貯液器內被分離之結果,可降低油在蒸發器內之循環量。
9. 本系統可使用較簡便之控制方式。



液體冷媒過餉循環系統之主要特性

缺點：

1. 冷媒充填量較多。
2. 蒸發器之冷媒循環量較多,故接至蒸發器之液管及回流管徑較其他系統為大。
3. 冷媒液管及回流管皆需作發費金錢之保溫,以防止結露,結霜或熱損。
4. 設備投資費用可能較高,尤其在小系統或蒸發器數量少於三組時。
5. 運轉冷媒循環泵所需能源,將部分抵消系統所增加之效率。

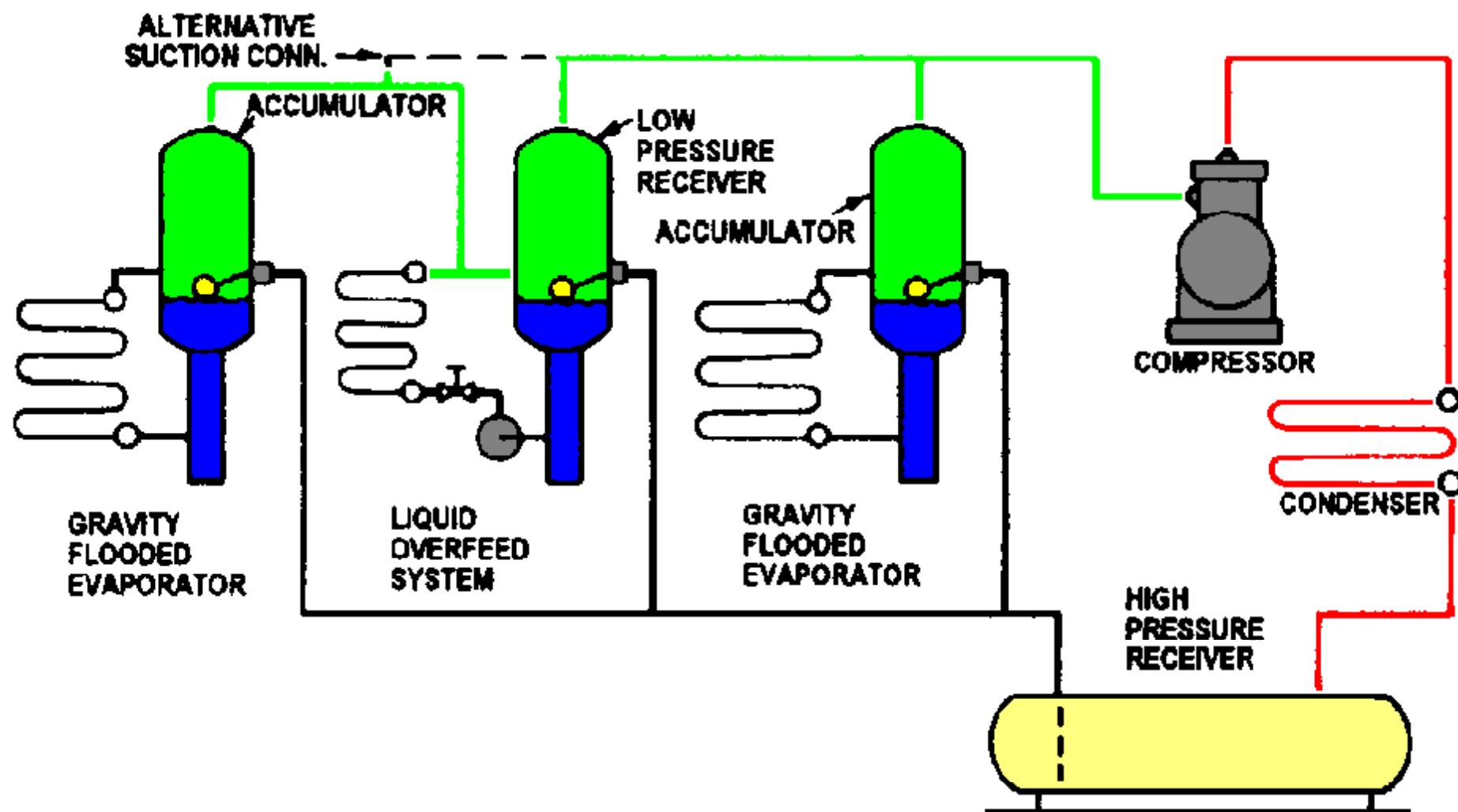
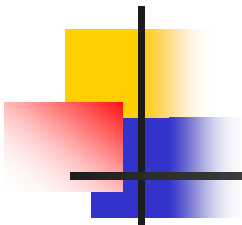
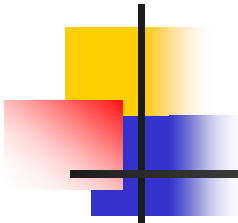


Fig. 5 Liquid Overfeed System Connected on Common System with Gravity-Flooded Evaporators



節能操作與管理模式

- 冷凍庫操作應注意事項
- 進庫物品與庫溫之關係
- 操作冷凍庫應考慮事項
- 冷凍庫之自動控制



冷凍庫操作應注意事項

- 貨品最初之降溫過程,會加重冷凍尖峰負荷
- 進貨與出貨過程所增加之冷凍負荷
- 因長期儲存腐壞所引起之臭味污染
- 貨品呼吸所產生之熱量
- 棧板堆置系統要能處理小批貨,並能先進先出
- 設急速冷凍室以便與正在凍結之產品隔離

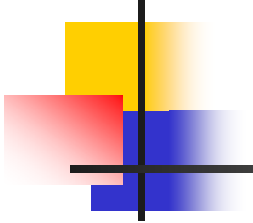
進庫物品與庫溫之關係

表 2 冷蔵室の級別の各温度

冷蔵室の級別	保管温度℃	冷蔵室の温度 (t_2) °C	入庫の際の受寄物の温度 (t_1) °C
C ₃ 級	+10℃以下 - 2℃未満	0℃	15℃
C ₂ 級	- 2 " -10 "	- 6	15
C ₁ 級	-10 " -20 "	-15	- 5
F ₁ 級	-20 " -30 "	-25	-10
F ₂ 級	-30 " -40 "	-35	-20
F ₃ 級	-40 " -50 "	-45	-30
F ₄ 級	-50 " -60 "	-55	-40

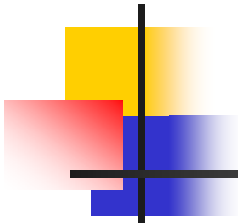
表 3 冷蔵室の級別防熱厚み (mm)

熱伝導率 場所 室の級別	$\lambda = 0.03 \text{ kcal/m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$ のとき			(参考) $\lambda = 0.02$ のときの計算値		
	天井 mm	床 mm	外壁 mm	天井 mm	床 mm	外壁 mm
C ₃ 級冷蔵室	100	100	100	67	67	67
C ₂ "	125	125	125	84	84	84
C ₁ "	150	150	150	100	100	100
F ₁ "	225	175	200	150	117	134
F ₂ "	275	225	250	184	150	167
F ₃ "	325	250	300	217	167	200
F ₄ "	375	300	350	250	200	234



操作冷凍庫應考慮事項

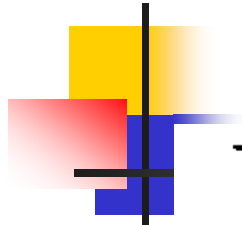
- 由庫房周圍絕緣體傳遞進來之熱量
- 由庫房周圍滲透來之熱空氣負荷
- 泵及循環庫內空氣所用馬達,庫內工作人員,產品移動設備,及照明等
- 降低產品溫度所須帶走之熱量
- 凍結產品所須帶走之熱量



操作冷凍庫應考慮事項(續)

- 儲存產品所須帶走之熱量
- 其他負荷例如辦公室空調負荷,預冷冷凍車所須負荷
- 裝卸貨台之冷凍負荷
- 冷風機除霜所加進來之熱負荷
- 急速冷凍或製程冷凍所需之熱負荷

冷凍主機負荷因數例



冷凍主機負荷因數 Refrigeration Load Factors		Long-Term Storage 長期保存	
		Cooling Capacity 冷卻容量	
		kW	Percent
Transmission losses	熱傳遞損失	343	49
Infiltration	滲透熱	35	5
Internal operation loads	內部作業負荷	175	25
Cooling of goods received	冷卻產品	24	3
Other factors	其他	123	18
Total design capacity	總設計容量	700	100

以上資料為美國南方某10,000m²一層樓冷凍庫之資料

冷凍主機負荷因數例



冷凍主機負荷因數 Refrigeration Load Factors		Short-Term Storage 短期保存	
		Cooling Capacity 冷卻容量	
		kW	Percent
Transmission losses	熱傳遞損失	343	43
Infiltration	滲透熱	70	9
Internal operation loads	內部作業負荷	196	24
Cooling of goods received	冷卻產品	53	6
Other factors	其他	143	18
Total design capacity	總設計容量	805	100

以上資料為美國南方某10,000m²一層樓冷凍庫之資料

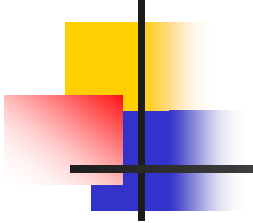
冷凍主機負荷因數例

冷凍主機負荷因數 Refrigeration Load Factors		Distribution Operation 分銷運作	
		Cooling Capacity 冷卻容量	
		kW	Percent
Transmission losses	熱傳遞損失	343	36
Infiltration	滲透熱	140	15
Internal operation loads	內部作業負荷	217	22
Cooling of goods received	冷卻產品	105	11
Other factors	其他	158	16
Total design capacity	總設計容量	963	100

以上資料為美國南方某10,000m²一層樓冷凍庫之資料

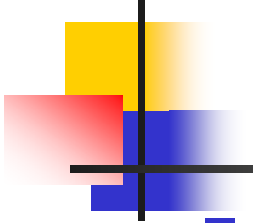
冷凍庫之自動控制

- 冷凍庫之自動控制系統有傳統式電氣機械方式及以電子感測器配合之微電腦控制系統,但通常微電腦控制系比傳統式電氣機械方式有下列優點:
 - ★ 感測值更準確故控制更能精確
 - ★ 操作較為容易
 - ★ 設定點及操作參數之調整較有彈性
 - ★ 可獲得更多運轉,警告,故障及維修等資訊
 - ★ 可與控制台連線遙控



冷凍庫之自動控制

- 冷媒壓縮機組控制：至少控制壓縮機之正常起動,停止,容量控制以保持低壓壓力,異常警告及安全停機等
- 冷凝器控制：至少控制風扇及水泵之自動起動及停止以維持高壓不致過低
- 蒸發器控制：至少控制冷風機之風扇及冷媒供應量以維持庫內溫度,配合自動除霜之時間關閉冷媒管路



冷凍庫之自動控制

- 冷媒流量控制：維持低壓容器液面高度，控制送至冷風機或其他容器之冷媒泵及控制閥，冷媒輸送量過多或過少時之開關控制
- 冷媒洩漏檢測
- 異常警示
- 主機或壓縮機之台數自動控制
- 地板加熱系統控制等