



農產運銷冷鏈設備： 冷藏庫專題

2. 冷藏庫的硬體規劃



冷藏庫的硬體規劃

前言

1. 冷藏庫的容量
2. 冷藏庫的熱負荷
3. 庫體
4. 製冷機械的能力



冷藏庫的容量

前言

1. 冷藏庫的堆積
2. 冷藏庫的堆積密度



冷藏庫的熱負荷

前言

1. 冷藏庫的熱負荷分析
2. 產品熱
3. 冷藏庫的總熱負荷



冷藏庫的熱負荷分析

- 冷藏庫目的在降低溫度，所要降低熱的功率稱為熱負荷或熱載。
- 热負荷的來源：
 - 從庫體傳導侵入的熱
 - 從地板侵入的熱
 - 從庫門開啟侵入的熱
 - 產品熱：呼吸熱（儲藏期間）
 - 產品熱：產品顯熱（冷卻期間）
 - 內部熱：燈具、電動機、堆高機、工作人員



產品熱：產品顯熱

產品降溫所需移除的熱

$$Q = m \times C_p \times \Delta T$$

Q : 移出的熱 kj

m : 產品質量 kg

C_p : 產品比熱 kj/kg.K 水的比熱 4.2 kj/kg.K

ΔT : 降溫 K

1 ton 產品降溫 20°C

$$Q = 1000 \times 4.2 \times 20$$

$$Q = 84000 \text{ kj}$$



產品熱：產品顯熱

產品的熱負荷

$$\dot{Q} = \frac{Q}{t}$$

\dot{Q} ：產品的熱負荷 kW

Q ：移出的熱 kj

t ：冷卻時間 sec

1 ton 產品降溫 20°C

24hr 降溫 12hr 降溫

$$\dot{Q} = 0.97 \text{ kW} \quad \dot{Q} = 1.94 \text{ kW}$$

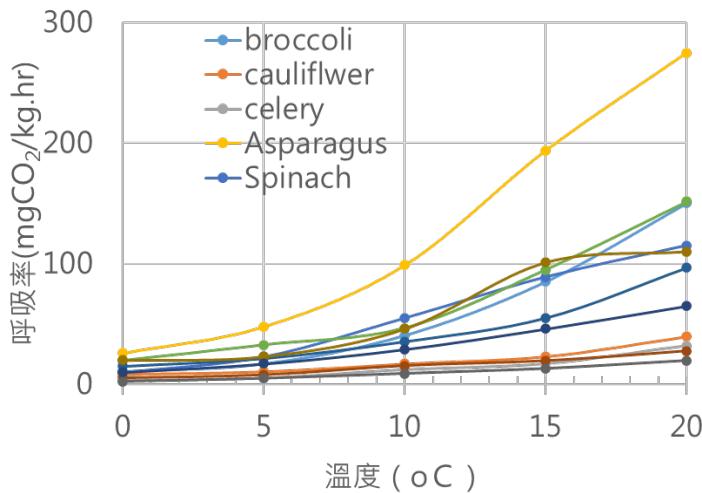


產品熱：呼吸熱

蔬菜的呼吸率：

單位質量蔬菜 CO_2 的產生速率

$\text{mgCO}_2/\text{kg.hr}$



青花菜的熱負荷

1 ton 青花菜的呼吸負荷

溫度 (°C)	呼吸率	熱負荷	熱負荷
0	10.5	2688	0.03
5	17	4352	0.05
10	40.5	10368	0.12
15	85	21760	0.25
20	150	38400	0.44



冷藏庫的熱負荷

20坪，3 m高冷藏庫為例

面積：66 m², 體積：198 m³

最大堆積量：45540 kg (45.5 ton)

規劃長：11 m, 寬：6 m

庫門一組：高：2 m, 寬：1.8 m

產品進貨溫度：25°C

產品儲藏溫度：5°C

外界空氣溫度：30°C

以每日更新進貨30%計算

產品熱負荷：15 kW

- 從庫體傳導侵入的熱：1.75 kW
- 從地板侵入的熱：0.4 kW
- 從庫門開啟侵入的熱: 0.6 kW (開啟時間1/10)
- 產品熱：滿倉呼吸熱 0.6 kW
- 產品熱：滿倉產品顯熱 44.5 kW (24hr 完成冷卻)
- 內部熱：
 - 燈具：燈具瓦數x使用時間比
 - 電動機：電動機功率x使用時間比
 - 堆高機:電動機功率x使用時間比
 - 工作人員: 0.27 kW



庫體

前言

1. 庫板厚度
2. 庫板成本分析



長期儲藏庫熱負荷

地面絕緣板材

- 硬質聚胺基甲酸酯泡沫塑料隔熱材料 (PU)
0.026 ~ 0.029 W/m/°C
- 泡沫聚苯乙烯隔熱材料 (PS) 0.034 ~
0.043 W/m/°C

厚度 (mm)	熱通量係數 (W/m ² /°C)	侵入熱負荷 (kW)	產品熱負荷 (kW)	總熱負荷 (kW)
50	0.58	5.22	5	10.22
60	0.48	4.35	5	9.35
80	0.36	3.26	5	8.26
100	0.29	2.61	5	7.61
150	0.19	1.74	5	6.74

100 ton冷藏庫 儲存青花菜

單位儲存量 : 0.25t/m³

庫體積 : 400 m³

庫表面積 (包括地板) :

正方形4m高庫

面積 : 360m²

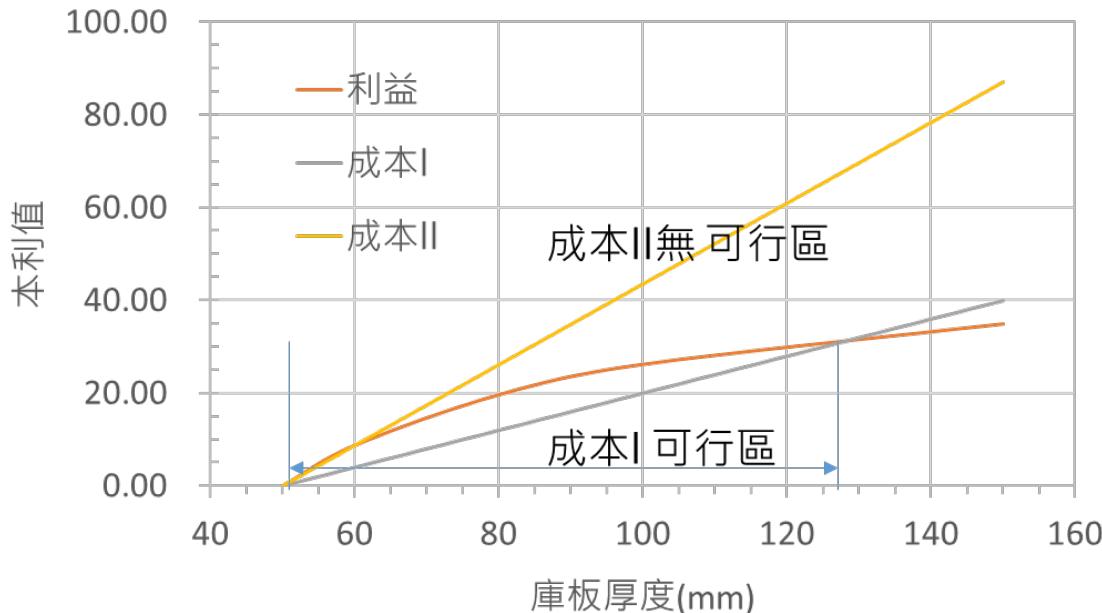
產品儲藏溫度 : 5°C

外界空氣溫度 : 30°C



庫板投資利益分析

假設價量為線性函數



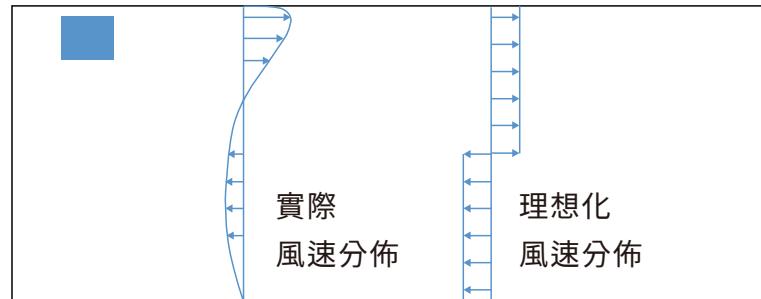
壓縮機的能力

- COP(Coefficient of Performance)製冷性能係數
單位壓縮機作工所能獲得的製冷能力
- EER值(Energy Efficiency Ratio)能源效率比
製冷系統產生單位製冷能力，所需耗用之電力



蒸發器的選用：冷藏庫的通風量

- 冷藏庫的通風量在冷卻期間建議為1 ~ 2m/s。
(Ross, 1999)
- 因貨品的堆積很難計算貨品旁空氣的流速，風速為除以面積，風量為蒸發器的總風量，面積通常以空庫垂直於通風方向的截面積的一半（一半為往，另一半為返）當作通風面積。
- 在冷藏庫規劃時以單位重量的通風量估算比較容易。
- 冷卻期間：3 m³/min/ton
- 儲藏期間：0.6 ~ 1.2 m³/min/ton
(Thompson, 1999)





分享結束 Q&A

