

# 臺北市立南港高級工業學校103學年度學生科學展覽研究計畫進度報告

## 健康多功能牛奶優格機之研發

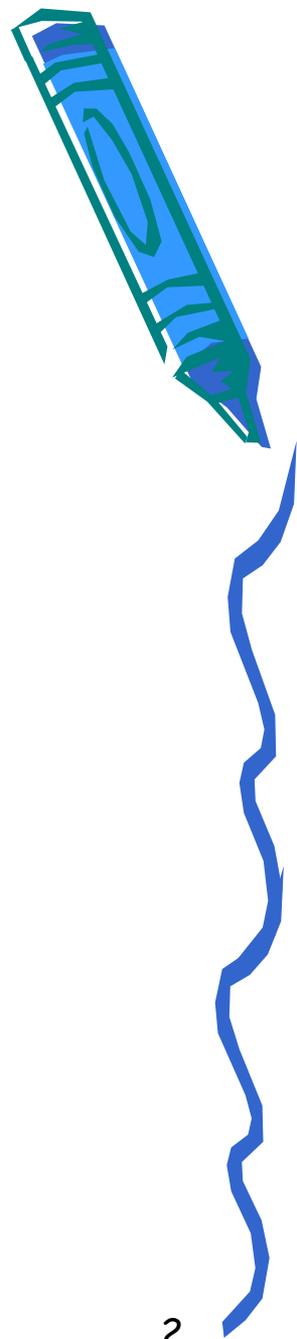
班級：夜冷四

指導老師：林謙育、邱品逢

組員：羅駿緯、林哲瑋、聞其瑋

# 目錄

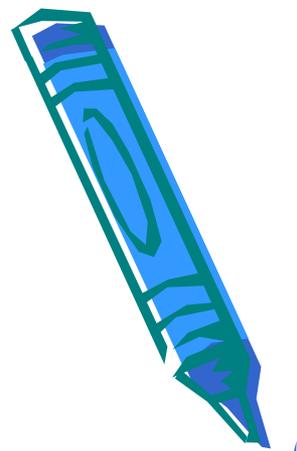
- 摘要
- 研究過程或方法
- 研究結果與討論
- 結論



# 摘要

- 最近國內的食安問題日趨嚴重，小型家用食品機械，市場潛力極大。
- 市售優格機器，效率低、溫度控制差、功能少等...。
- 本文所研發之多功能自動化優格機，在節能、安全、環保與創新方面具有極大的市場潛力，是為可推廣之新型設備。
- 蒸氣壓縮冷凍循環熱泵系統進行牛奶發酵控制，加熱效率提升，由量測結果顯示冷卻性能高達**11.2**，而加熱模式之冷卻性能為**8.22**，用電量極低，節能效果極佳。
- 提供自動化的牛奶優格製造、除濕、加熱與冷卻機之功能，單機多功。

# 研究過程或方法



# 研究過程及方法

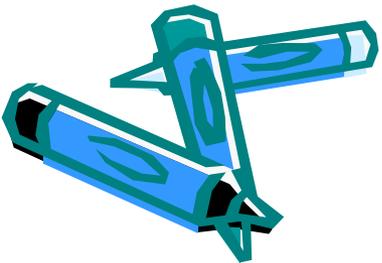
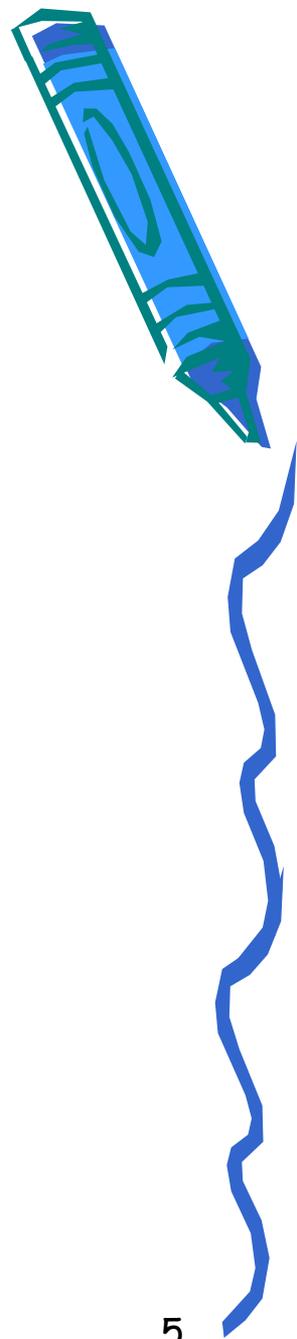
研究文獻收集

研究系統理論建構

系統架構建立

實務系統建置

優格菌分析



# 研究文獻收集



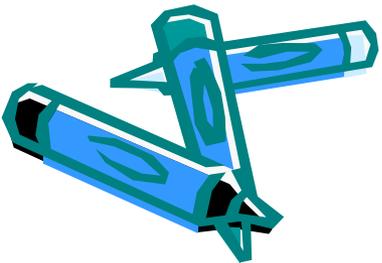
- ✓ 本專題由**國內之相關論文與資料**作為入門知識的踏板，隨後並深入到國外中文技術資料了解探討。
- ✓ 以**冷媒性質之文獻資料**出發，並進階探討**蒸氣壓縮式系統熱泵系統**影響參數。
- ✓ 將文獻資料之重點作分析與探討整理，以作為後續實驗結果之參考依據。



# 研究系統理論建構

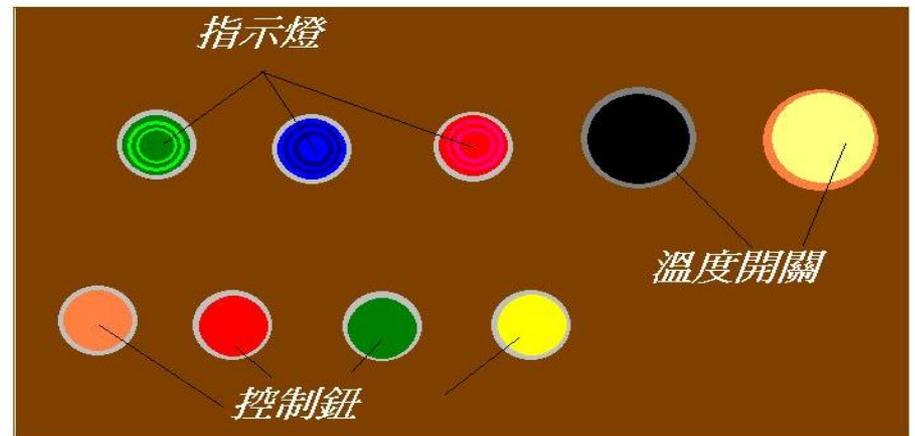
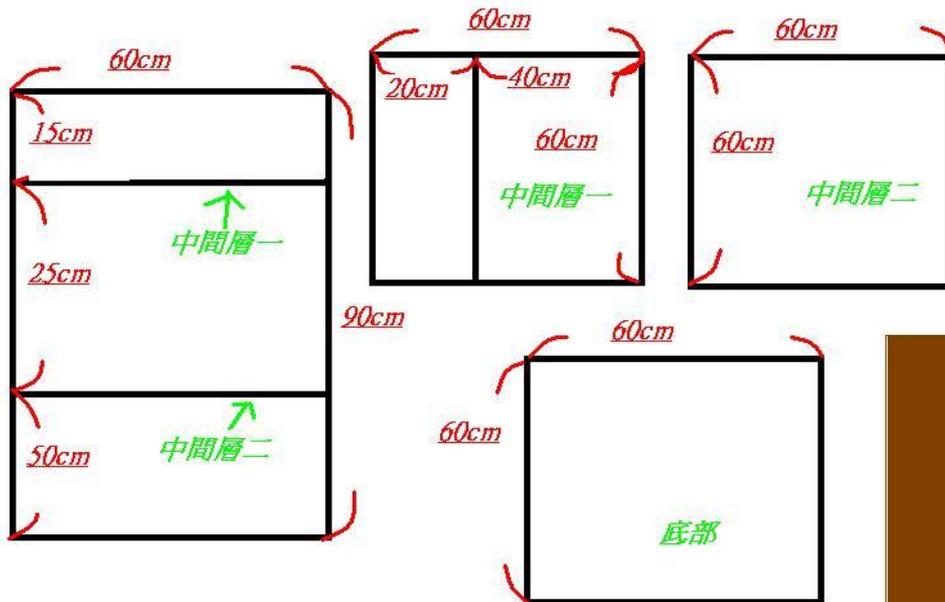


- ✓ 先**建立理論系統**，隨後**建立實務系統**。
- ✓ 以文獻參考資料定義出**牛奶優格產品品質參考指標**，以提供後續研究比較之依據。
- ✓ 而在壓縮機、熱交換器之設計評估方面，本文以**基本蒸氣壓縮式熱泵系統理論**進行推估，並以**電腦模擬軟體**進行模擬分析比較，最後將數據繪製成性能**曲線圖**，最後對結果做分析、探討與建議。



# 系統架構建立-外殼

- 外殼分為骨架及外壁，下方左圖為骨架結構圖，右圖為外壁零件面示意圖。



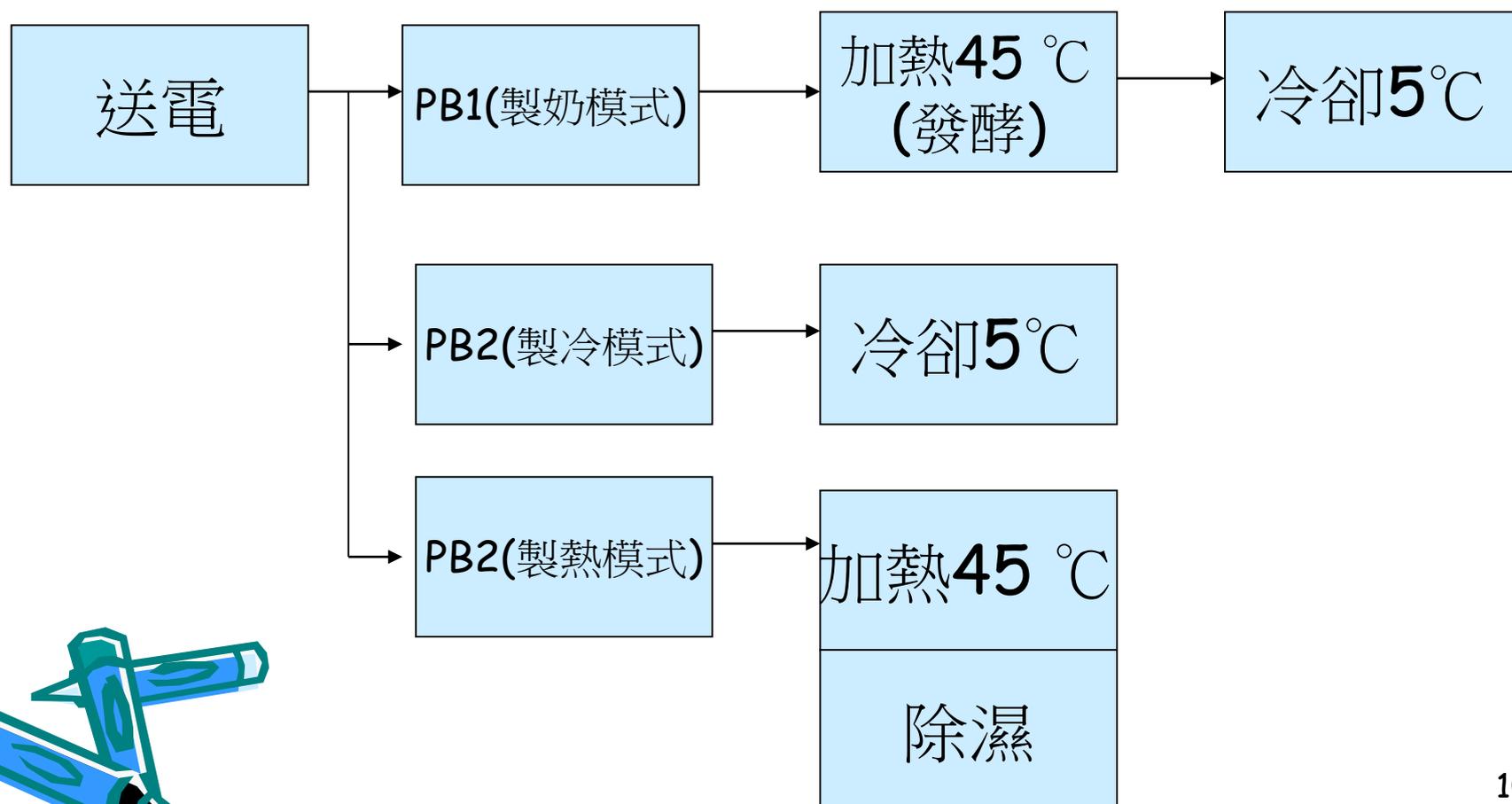
# 系統建置-外殼

- ◆ 外殼分為骨架及外壁，將骨架結構圖及外壁零件面示意圖實際組裝成成品。
- ◆ 左圖為外壁零件面完成圖，右圖為骨架完成圖。



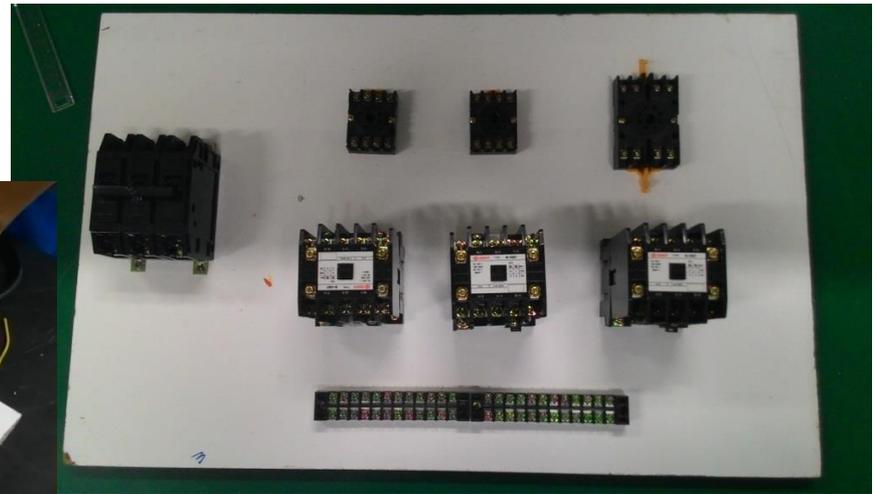
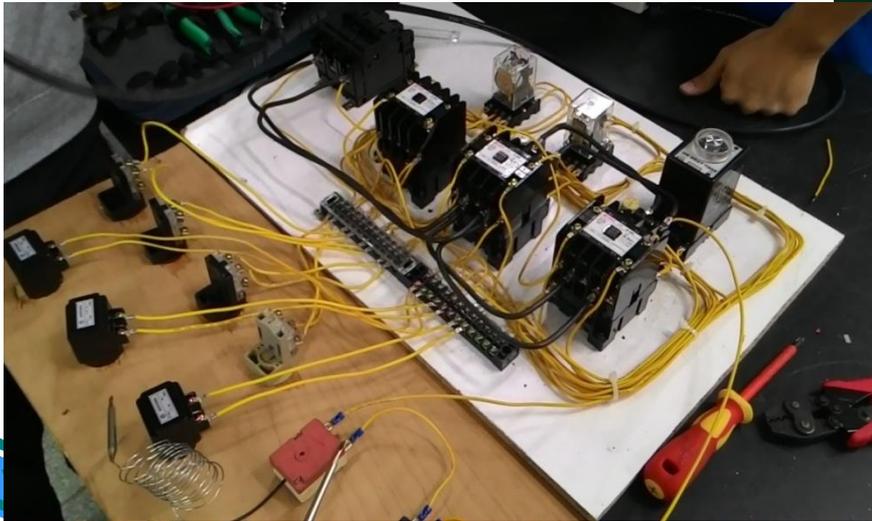
# 系統架構建立-電路

分成製奶模式、冷藏模式、加熱模式三種控制。



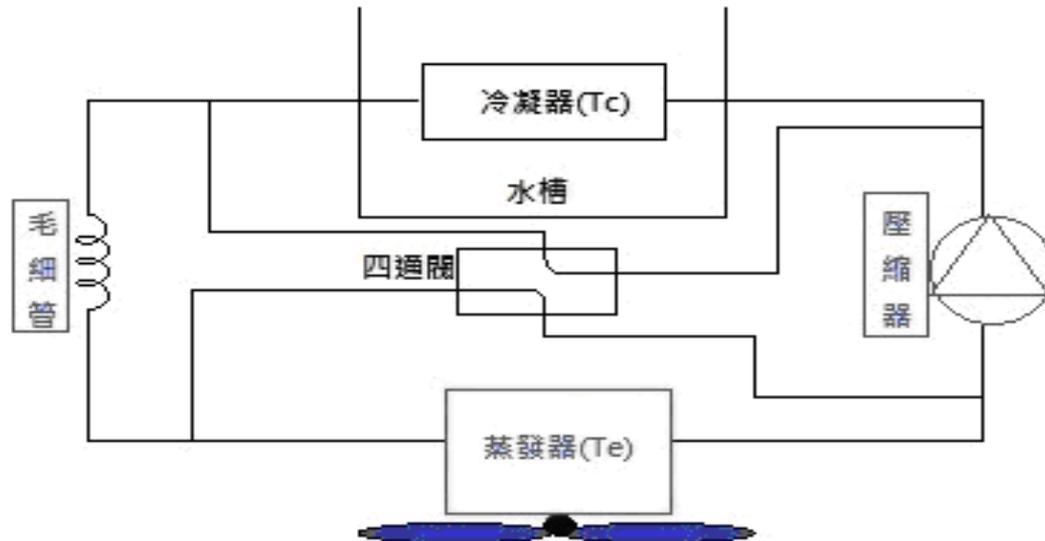
# 系統建置-電路

將上一章節中已完成可用之電路，重新配置於實物電路盤上，確定此電路盤有控制流程正確，再進行配電盤帶整，左圖為實物電路盤完成圖，右圖為實物電路盤底座圖。



# 系統架構建立-系統

主要元件為**壓縮機**、**冷凝器**、**毛細管**、**蒸發器**與**四通閥**。其中四通閥用於冷熱轉換，下方左圖為系統循環圖。



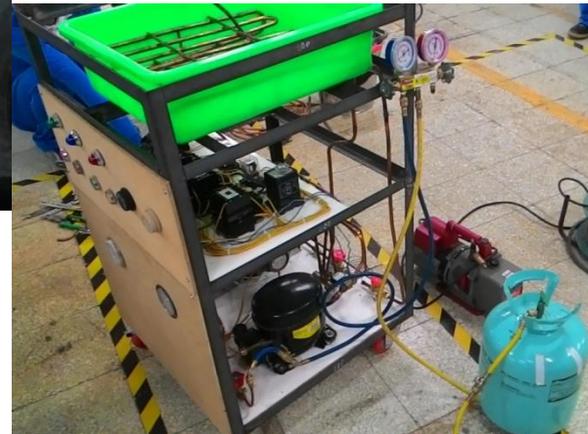
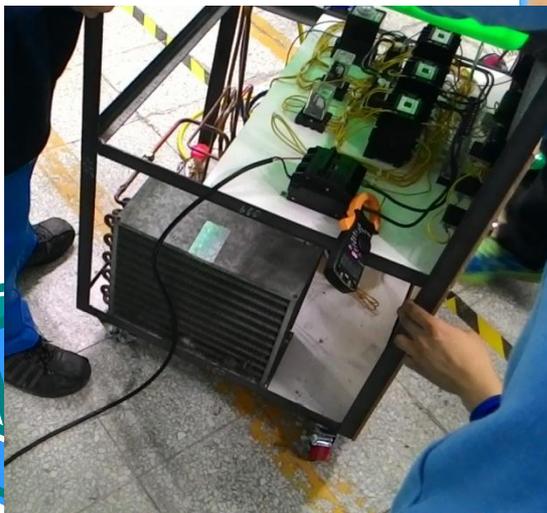
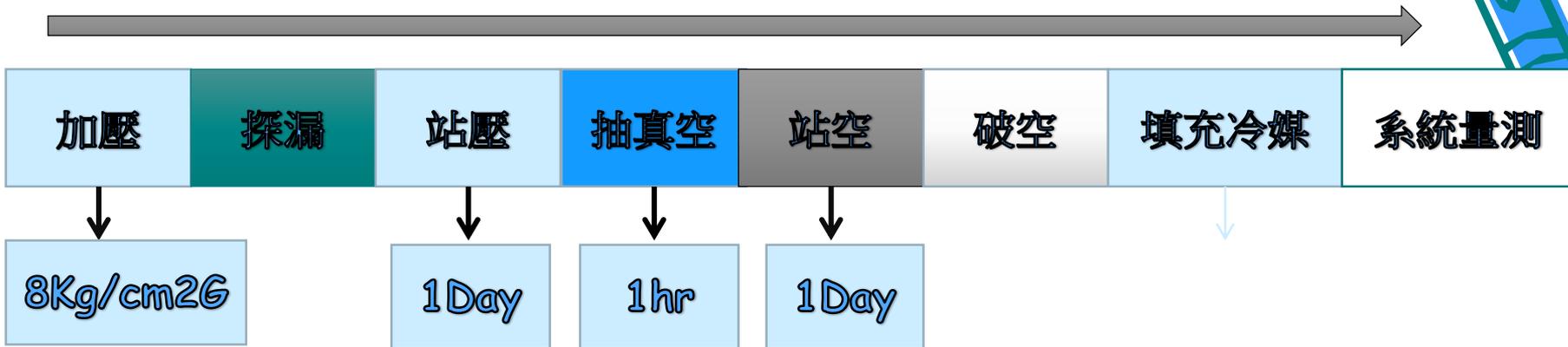
# 系統建置-系統

本機為熱泵系統，製冷時激磁四通閥，循環系統產生逆循環，水槽產生熱水，如下圖為管線系統。



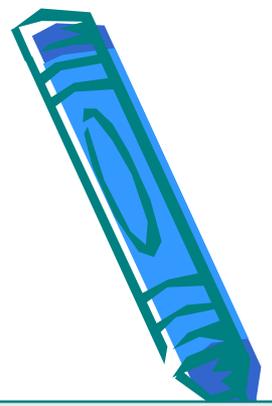
毛細管

# 系統建置-冷凍系統處理



# 優格菌分析

(參考CNS3058國家標準)

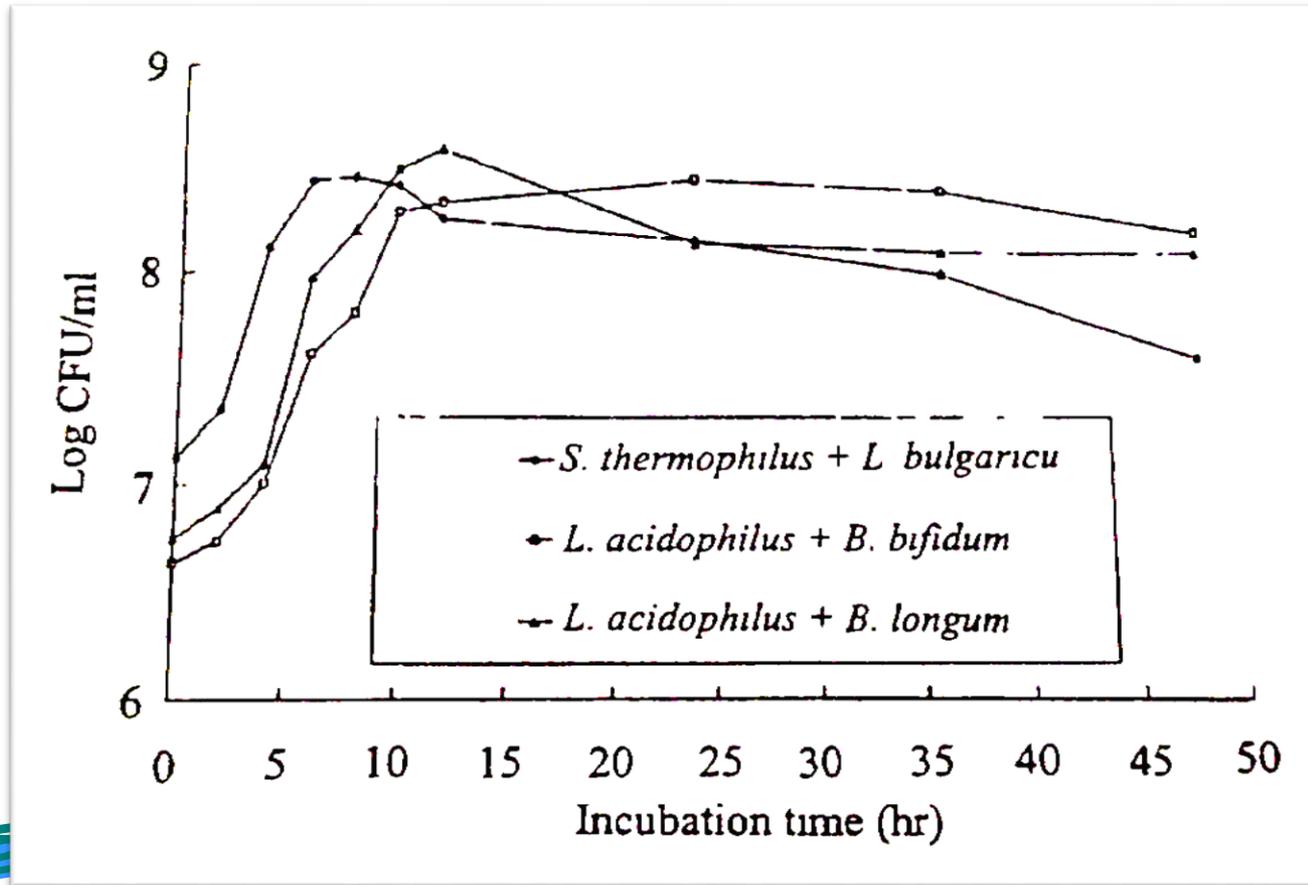


乳酸菌名稱	發酵溫度 (°C)	酸鹼度(PH)	凝固時間(hr)	用途
Lactococcus	20-30	4.5	7-10	優格、優酪乳
Lactobacillus	25-40	4.7	8-10	優格、優酪乳
Streptococcus	10-45	5.2	7-11	優格、優酪乳
Bifidbacterium	20-43	4.8	7-10	乳酪與優格



# 優格菌分析-菌數、PH與黏度

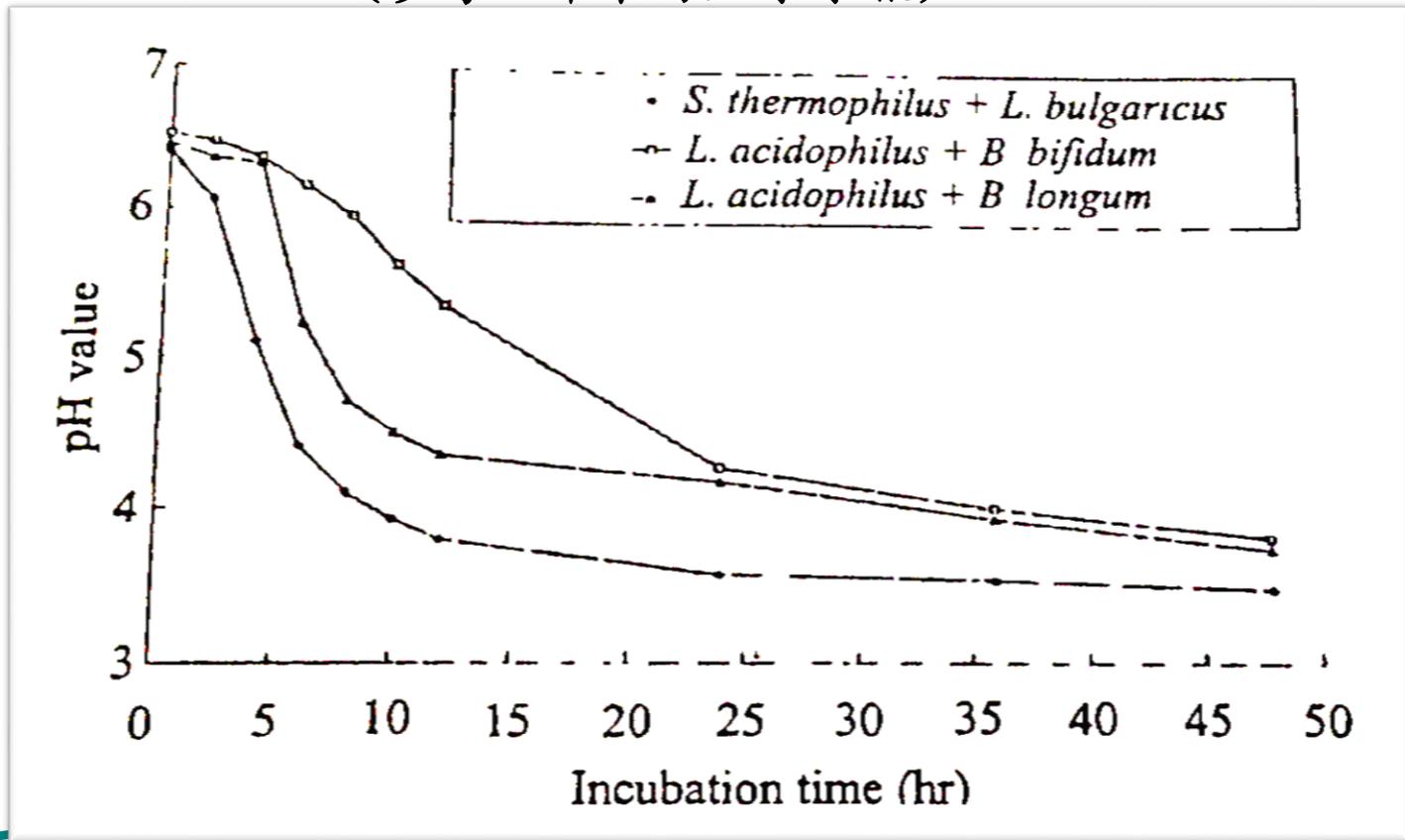
(參考92年東海大學學報)



不同混合菌株於鮮奶中發酵之生長曲線

# 優格菌分析-菌數、PH與黏度

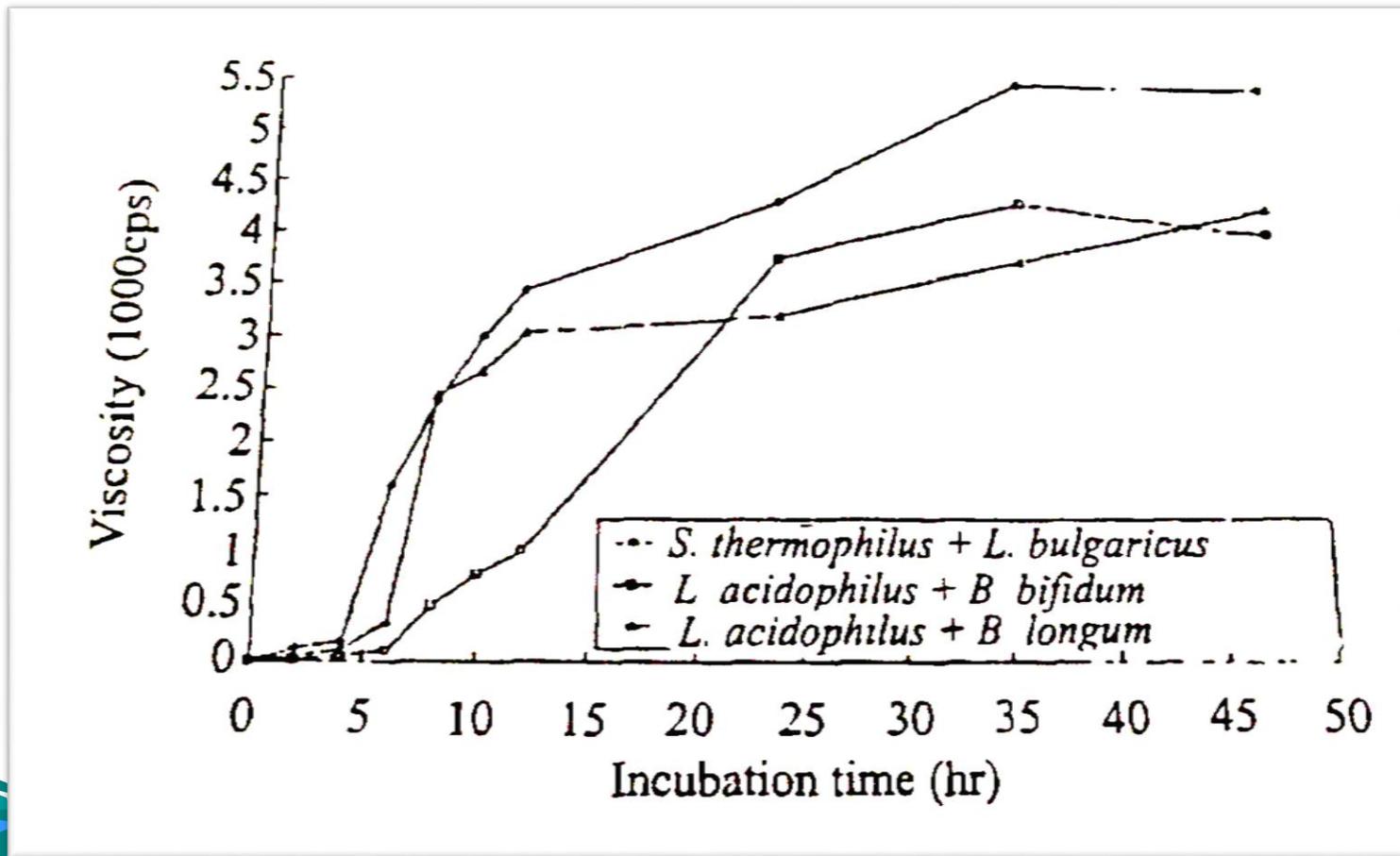
(參考92年東海大學學報)



不同混合菌株於鮮奶中發酵之PH值

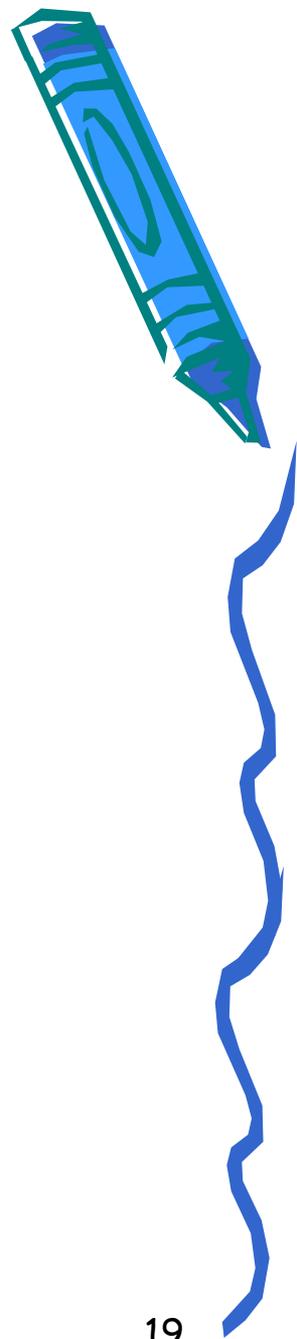
# 優格菌分析-菌數、PH與黏度

(參考92年東海大學學報)



不同混合菌株於鮮奶中發酵之黏度

# 研究結果與討論



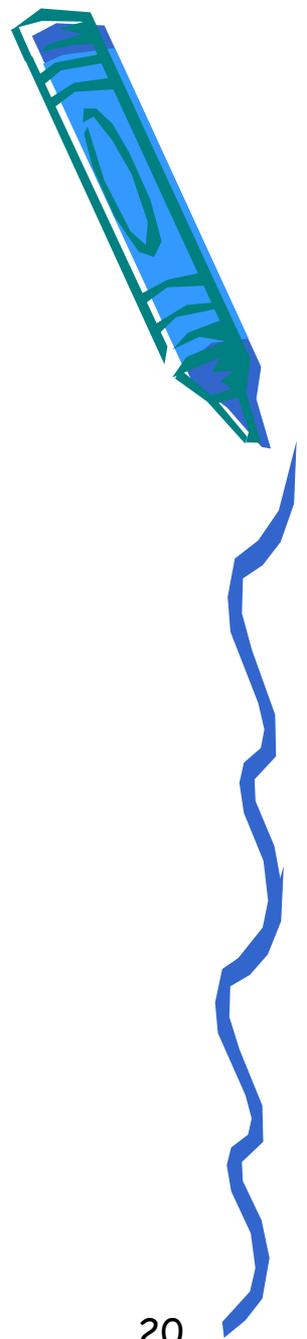
# 研究結果與討論

- 模擬結果討論

- 冷凝溫度對系統用電量(COP系統性能係數)關係
- 蒸發溫度對系統用電量(COP)關係
- 系統過冷卻度對 (COP)之影響

- 量測結果討論

- 加熱與冷卻性能之分析
- 除濕能力之分析
- 發酵成品分析

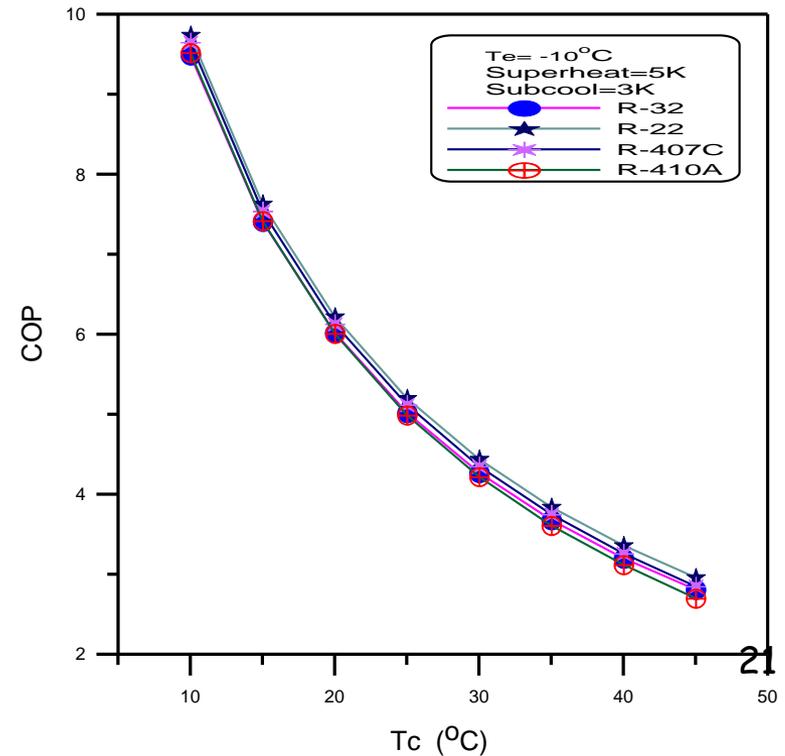
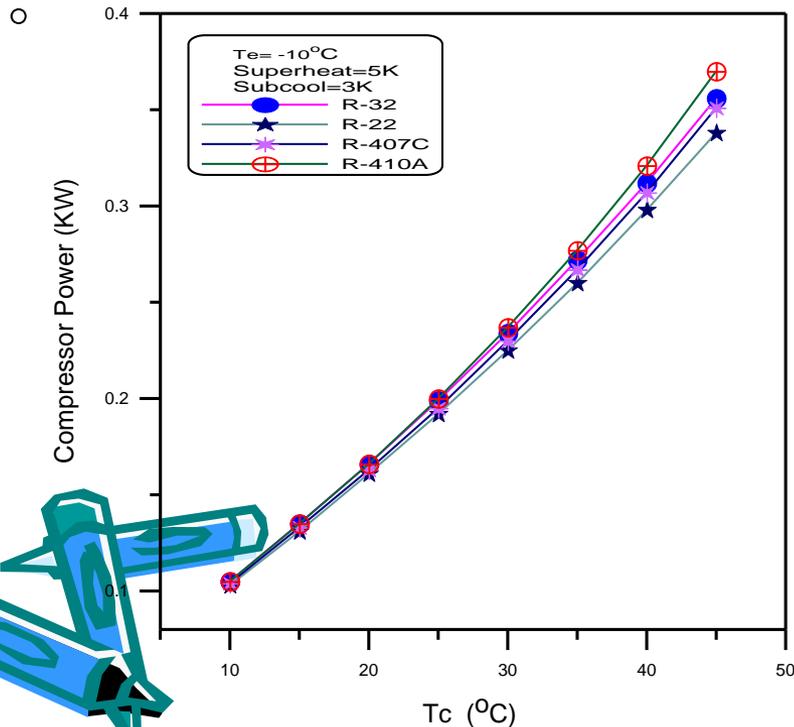


# 研究結果與討論

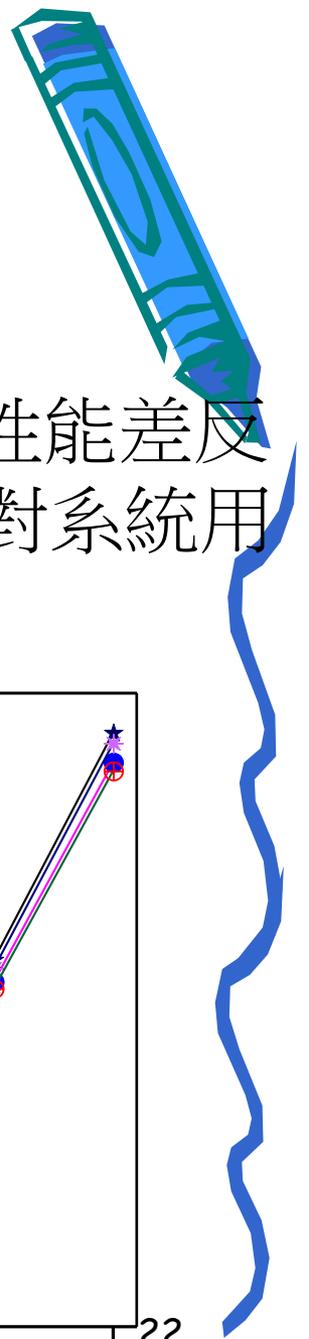


## 模擬結果與討論

- ❑ 冷凝溫度對系統用電量成正比關係，冷凝溫度低用電量低反之冷凝溫度高時壓縮機用電量上昇。
- ❑ 冷凝溫度高低對系統COP關係，冷凝溫度低COP高反之冷凝溫度高時COP低，故低的外氣溫度可增加機器性能

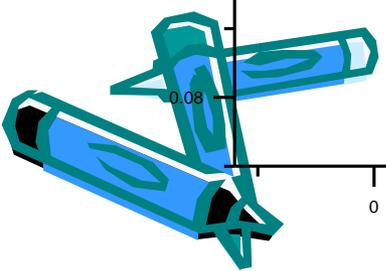
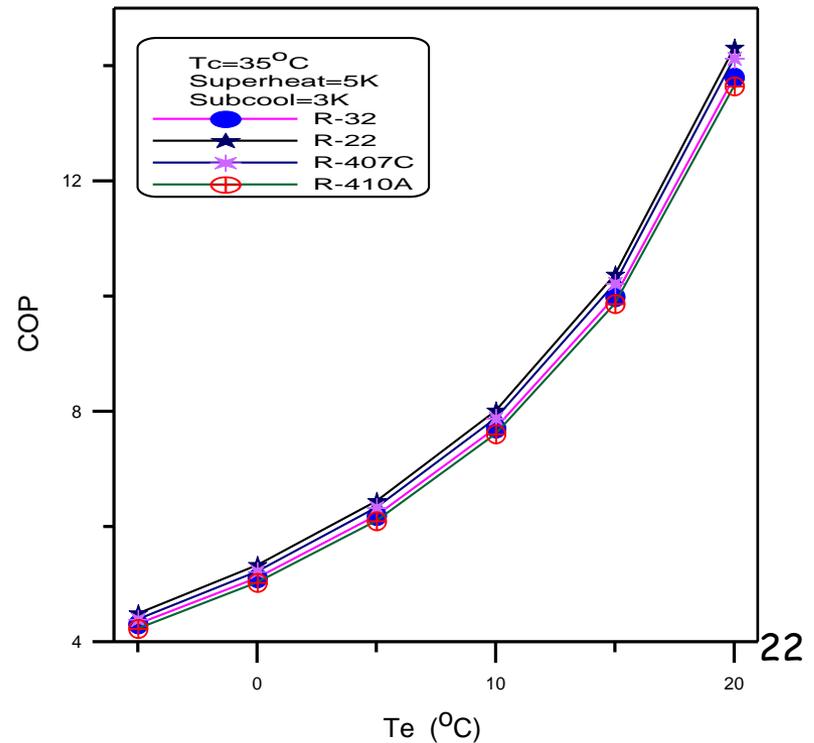
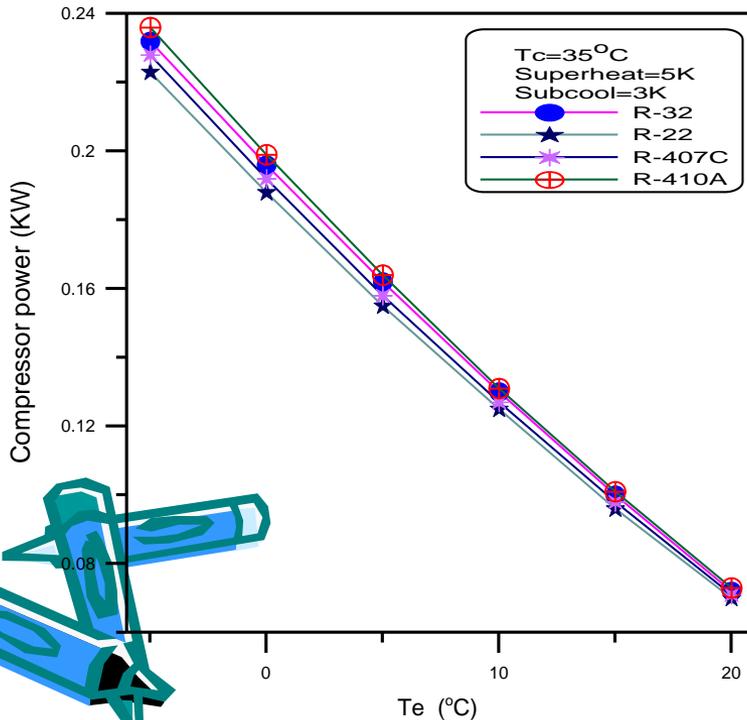


# 研究結果與討論

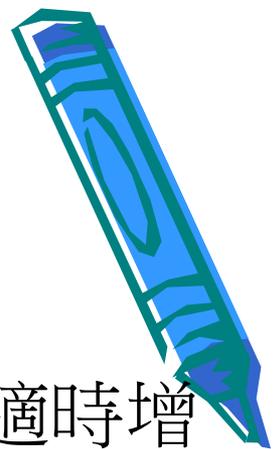


## ➤ 模擬結果與討論

- 蒸發溫度高低對系統用電量成反比關係。
- 蒸發溫度高低對系統COP之關係，蒸發溫度低性能差反之蒸發溫度高性能佳。故水槽設定之冷卻溫度對系統用電量有極明顯之影響。

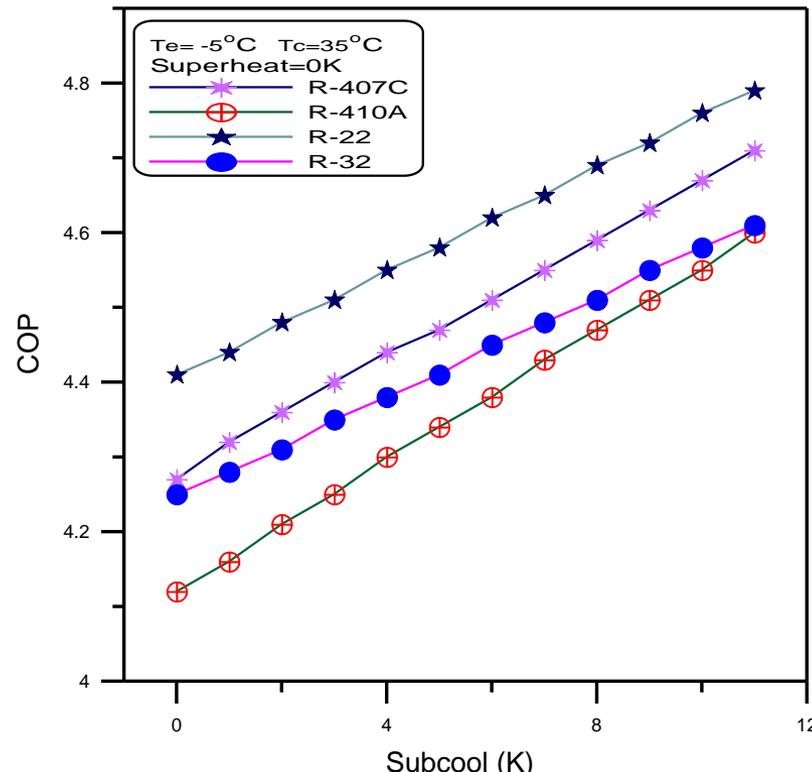


# 研究結果與討論

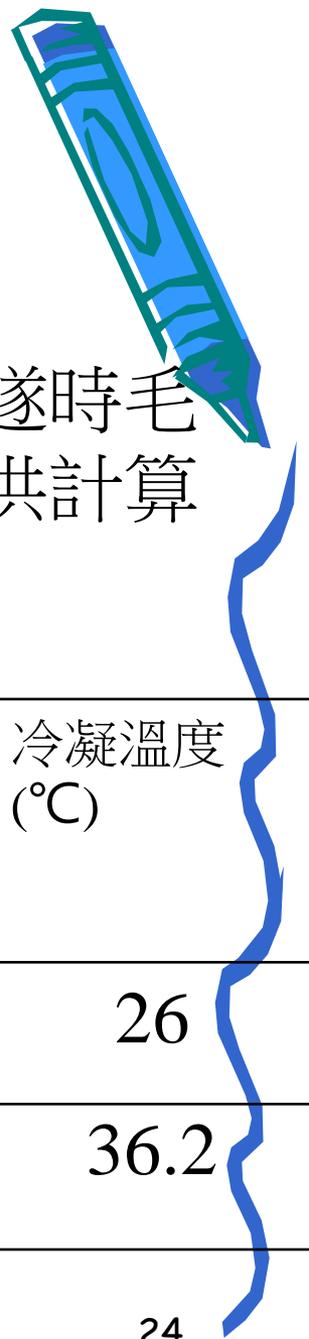


## ◆ 模擬結果與討論

- ◆ 系統過冷卻度上昇時冷卻能力將上昇，設計時適時增加熱交換器熱傳面效果，可提昇冷卻性能，但並無法無限提升系統性能。



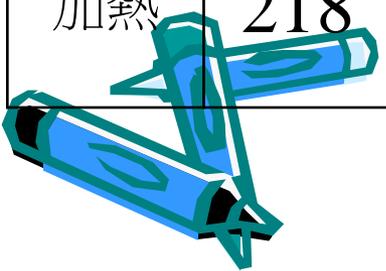
# 研究結果與討論



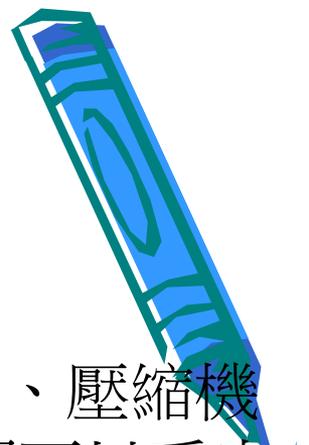
## ✓ 量測結果與討論

✓ 本實驗應用瓦時計量測設備總用電量，並記錄遂時毛細管、壓縮機、冷凝器與水槽溫度等數據，以供計算系統加熱與冷卻之性能為依據。

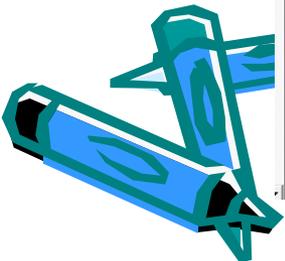
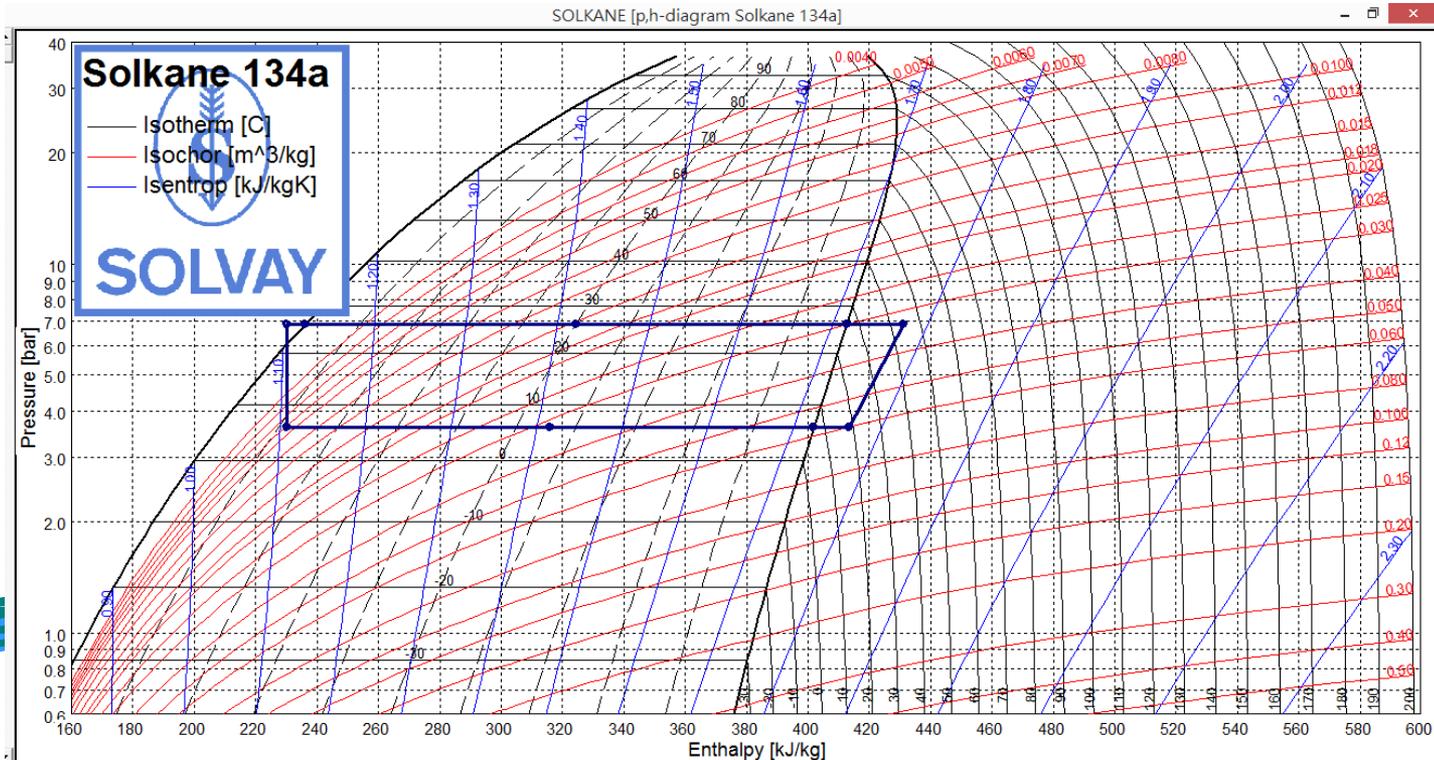
運轉模式	電壓 (V)	用電量 (kW)	毛細管入口(°C)	壓縮機出口(°C)	壓縮機入口(°C)	水槽溫度(°C)	冷凝溫度(°C)
冷卻	212	0.24	21.8	52.4	18.9	6	26
加熱	218	0.26	30.7	51.1	22.6	36	36.2



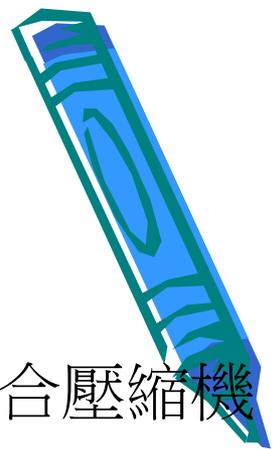
# 研究結果與討論



- 量測結果與討論(冷卻性能分析)
- 將量測所得之入口冷凝器、蒸發器(水槽)、壓縮機入口、壓縮機出口、毛細管入口溫度，可得系統循環莫利爾圖，由圖可以看出過熱度約 $12.9(^{\circ}\text{C})$ ，過冷卻度約為 $4.2(^{\circ}\text{C})$ 。

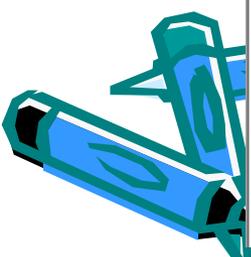
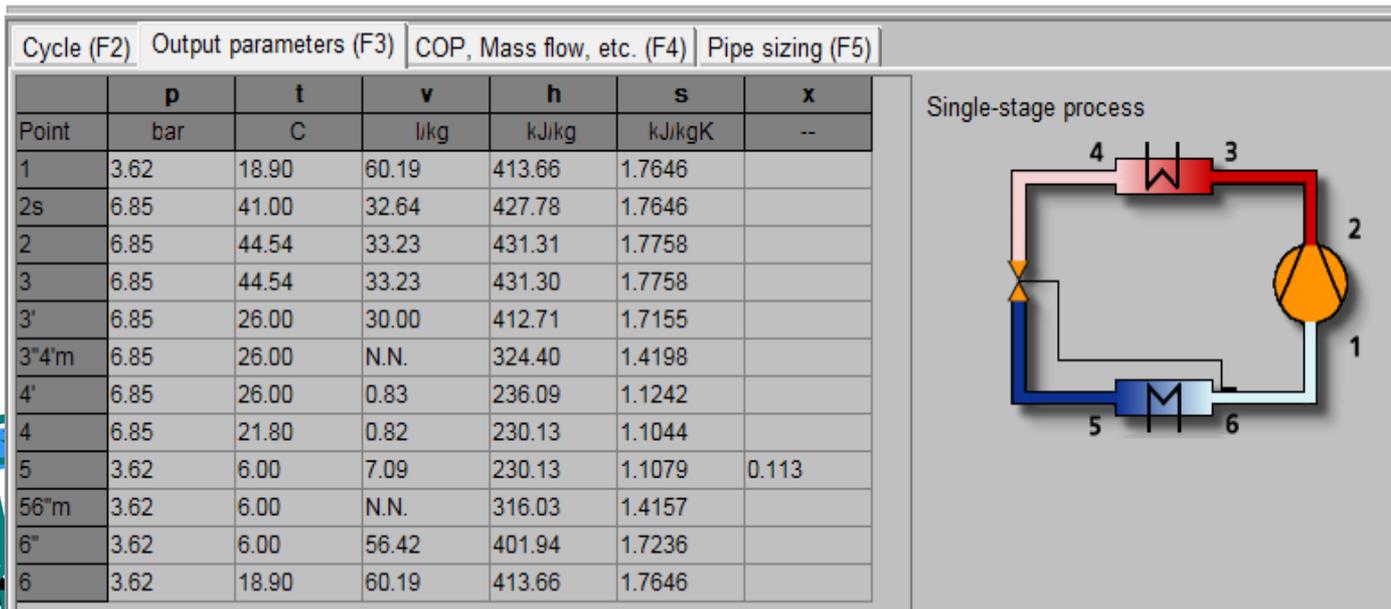


# 研究結果與討論

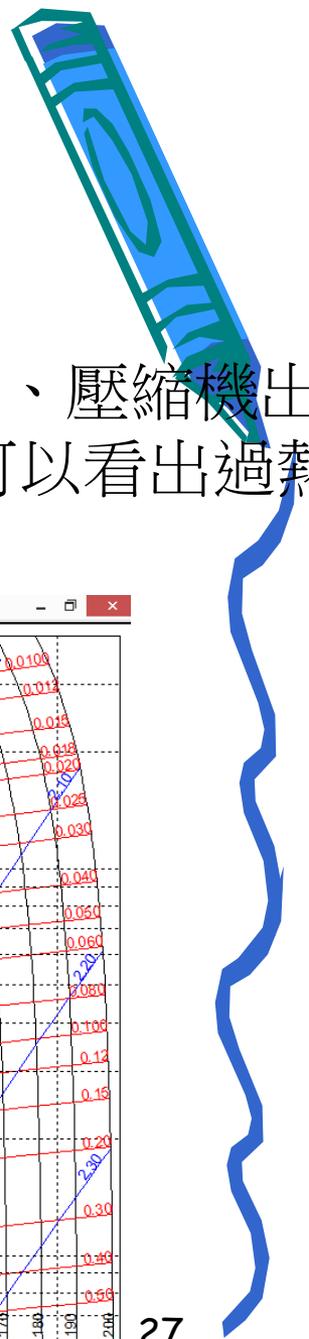


## ✓ 量測結果與討論(冷卻性能分析)

- ✓ 而性能推估可由瓦時計所量測之系統用電**0.24kW**，配合壓縮機進出口焓差可得到系統冷媒質量流率**0.0167kg/s**。
- ✓ 冷卻能力可由蒸發器進出口焓差和質量流率計算出約**2.85kW**。
- ✓ 性能系數**COP**約**11.2**左右，性能極高主要是外氣溫度較低之原故，如下圖系統各點之狀態。

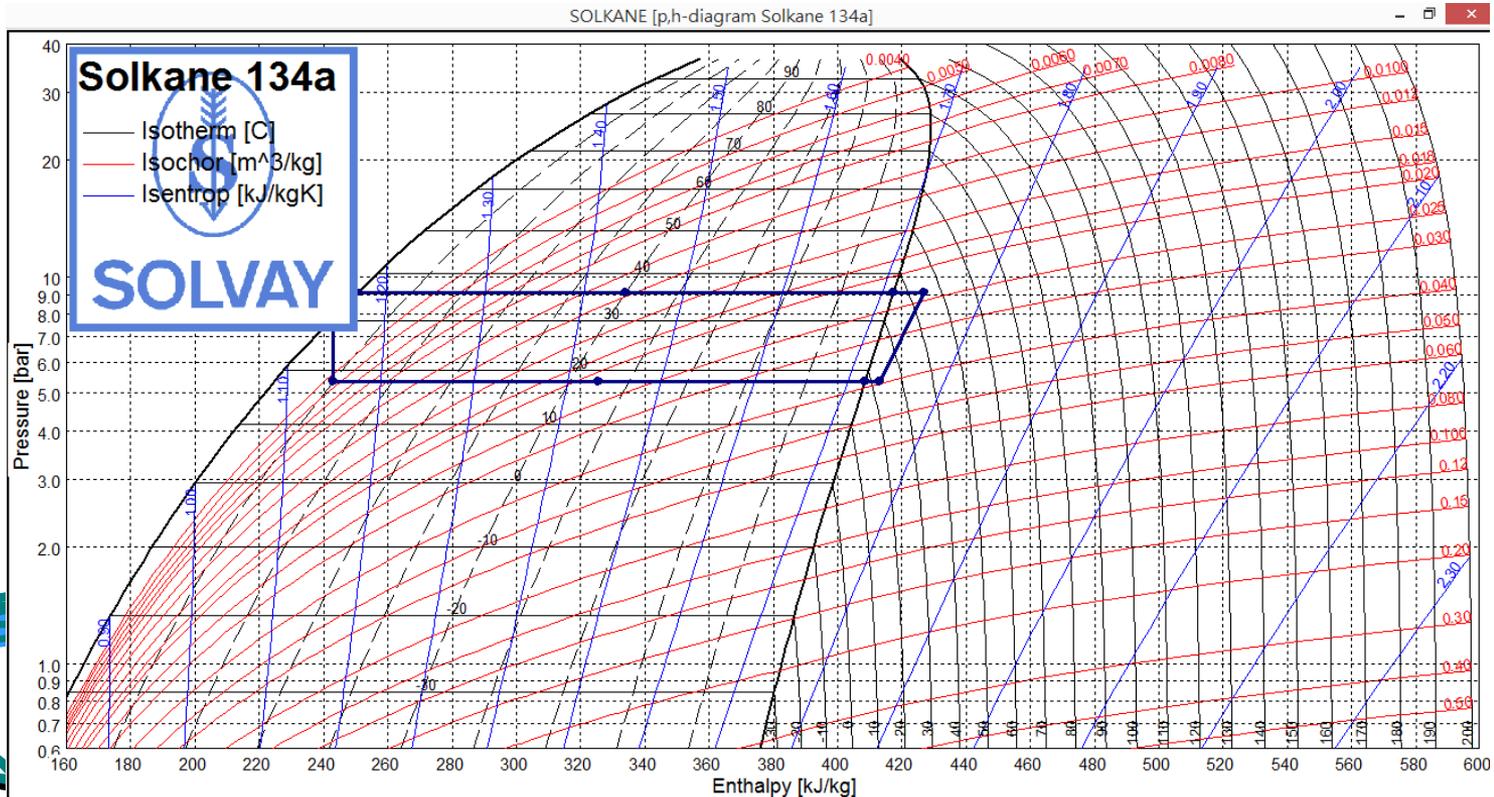


# 研究結果與討論



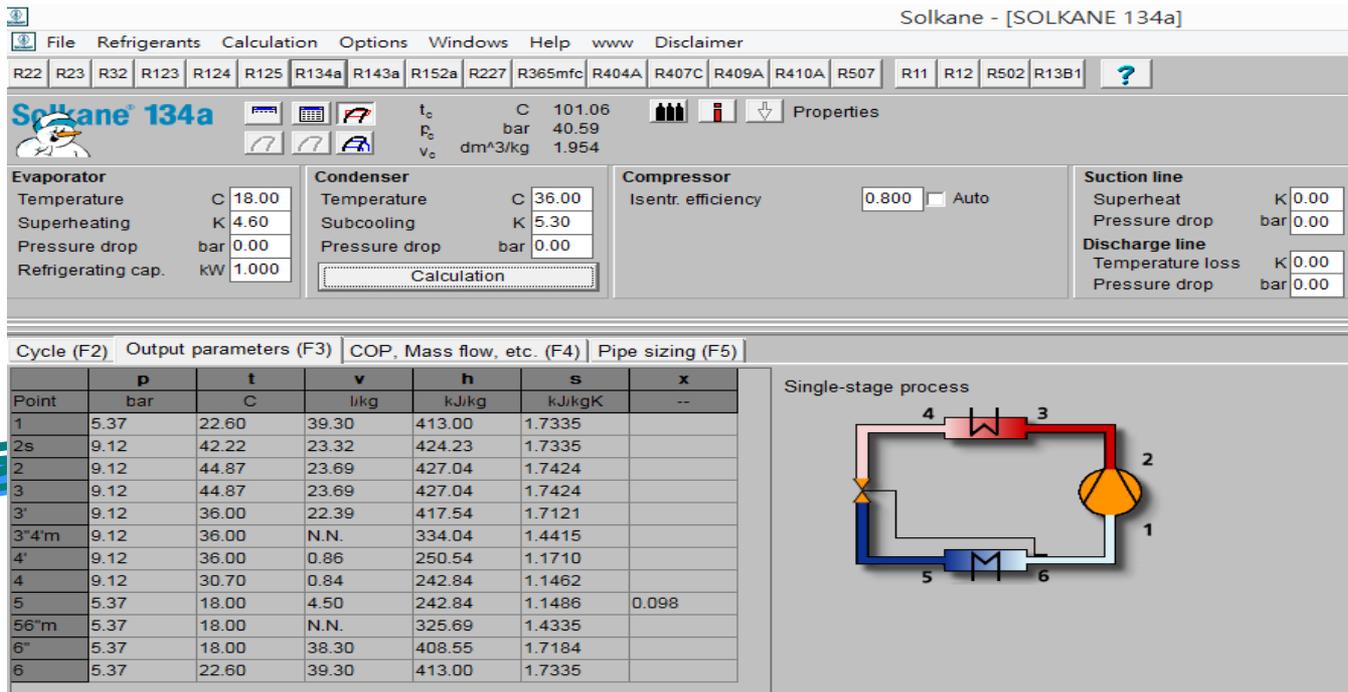
## ✓ 量測結果與討論(加熱性能分析)

- 將量測所得之入口冷凝器、蒸發器(水槽)、壓縮機入口、壓縮機出口、毛細管入口溫度，可得系統循環莫利爾圖，由圖可以看出過熱度約 $4.6 (^{\circ}\text{C})$ ，過冷卻度約為 $5.3 (^{\circ}\text{C})$ 。



# 研究結果與討論

- 量測結果與討論(加熱性能分析)
- 而性能推估可由瓦時計所量測之系統用電0.26kW，配合壓縮機進出口焓差可得到系統冷媒質量流率0.0207143kg/s。
- 加熱能力由冷凝器進出口焓差和質量流率計算出約3.7225kW。
- 成績系數(PF)約12.36左右，性能極高，如下圖為系統各點狀態。



# 研究結果與討論

- 量測結果與討論(除濕能力之分析)
- 在水槽加熱時，本機可進行除濕，除濕能力可由蒸發器量測進出口溫度、風速推估，量測結果，不同的外氣條件對機器除濕能力有極大之影響，在環境狀態為**17.9DB °C**、**13.2WB °C** 時每小時除濕能力約為**340g**。

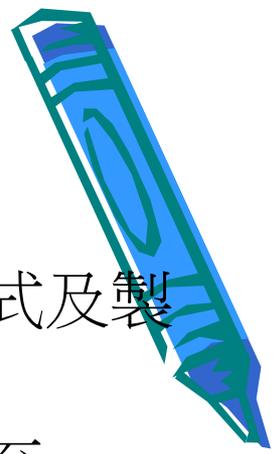
量測點	入風乾球溫度 °C	入風濕球溫度 °C	出風乾球溫度 °C	出風濕球溫度 °C	入風風速 m/s	入風面積 m <sup>2</sup>	入口火含 kJ/kg	出口火含 kJ/kg	入口濕度	出口濕度	入回比容	風量	冷卻能量(W)	除濕量 (kg/hr)
1	17.9	13.2	15.1	11.5	2.45	0.1008	36.91	32.68	0.0075	0.007	0.83	0.24684	1.25797907	0.6423723
2	17.9	13.2	16.1	12.4	2.45	0.1008	36.91	34.91	0.0075	0.007	0.83	0.24684	0.59478916	0.107062
3	17.9	13.2	16.2	12.4	2.45	0.1008	36.91	34.91	0.0075	0.007	0.83	0.24684	0.59478916	0.107062
4	17.9	13.2	15.2	11.6	2.45	0.1008	36.91	32.93	0.0075	0.007	0.83	0.24684	1.18363042	0.5353102
5	17.9	13.2	14.9	11.4	2.45	0.1008	36.91	32.44	0.0075	0.007	0.83	0.24684	1.32935377	0.6423723
6	17.9	13.2	16.2	12.5	2.45	0.1008	36.91	35.17	0.0075	0.008	0.83	0.24684	0.51746657	0
平均														0.340

# 研究結果與討論

- **量測結果與討論(發酵成品分析)**
- 模式1發酵溫度設定於32-35 °C 與模式2發酵溫度設定在38-40 °C，分析不同發酵溫度對牛奶凝固時間之分析，研究發現模式2，凝固時間約7個小時，而模式1固化時間約9小時，故不同發酵溫度對優格凝固有極大之影響。



# 結論



- 創新:此優格機有三種模式，分別為製奶模式、製冷模式及製熱模式。
- 自動控溫:製奶模式為將加入機器中之優格半成品加熱至  $40\pm 1^{\circ}\text{C}$  約8小時，使優格半成品發酵，再將已經發酵完的優格降溫至  $7\pm 1^{\circ}\text{C}$  冷卻。製冷模式可將放入機器內中之飲料或其他液態食物降溫至  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，使放入物冷卻製熱模式可將放入機器內中之飲料或其他液態食物加熱至  $40\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，使放入物增溫。
- 節能: 蒸氣壓縮冷凍循環熱泵系統進行牛奶發酵控制，加熱效率提升，由量測結果顯示冷卻性能高達11.2，而加熱模式之冷卻性能為12.36，用電量極低。
- 優格生產自動化設備之建立:可自動製造優格含冷藏。
- 製造量大:可在同一時間內製造出10公升的牛奶優格，較市面上增加10倍以上。