



# 應用滲透蒸發薄膜於異丙醇脫 水之研究

---

報告者：陳俊民

指導教授：魏慶華 老師  
呂金塗 老師  
蘇武忠 老師

# 大綱

## 1. 前言

1-1 滲透蒸發原理

1-2 濃度極化與溫度極化

1-3 實驗目標

## 2. 實驗設備與操作條件

## 3. 結果與討論

3-1 影響總通透量之因素

3-1-1 進料溫度

3-1-2 進料濃度、操作時間、  
透過端壓力

3-2 影響分離係數之因素

3-2-1 進料溫度

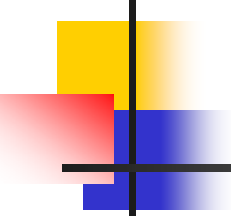
3-2-2 進料濃度、操作時間、  
透過端壓力

3-3 滲透蒸發分離指標探討

3-4 活化能探討

## 4. 結論

# 前言

- 
- 自從1960年滲透蒸發開始應用於分離醇類有機水溶液，為薄膜分離技術之一。
  - 此技術的應用領域：
    - (1)有機溶劑脫水
    - (2)水溶液脫除有機物
    - (3)分離有機混合物

# 前言

分離係數可以用來衡量薄膜在處理混合物提升濃度效率的好壞

$$\alpha = \frac{\frac{c_p}{1-c_p}}{\frac{c_o}{1-c_o}}$$

## 原理

混合溶液以每小時單位面積通透過薄膜所收集到的總通量

$$J = M_p / A \cdot t$$

透過端壓力

進料濃度

進料溫度

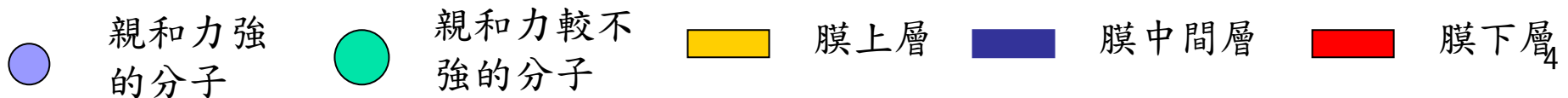
操作時間

滲透蒸發分離指標

$$PSI = J \times \alpha$$

溶解(或吸附)→擴散→去吸附+蒸發。

圖1 溶解-擴散模式



## 1-2 濃度極化與溫度極化

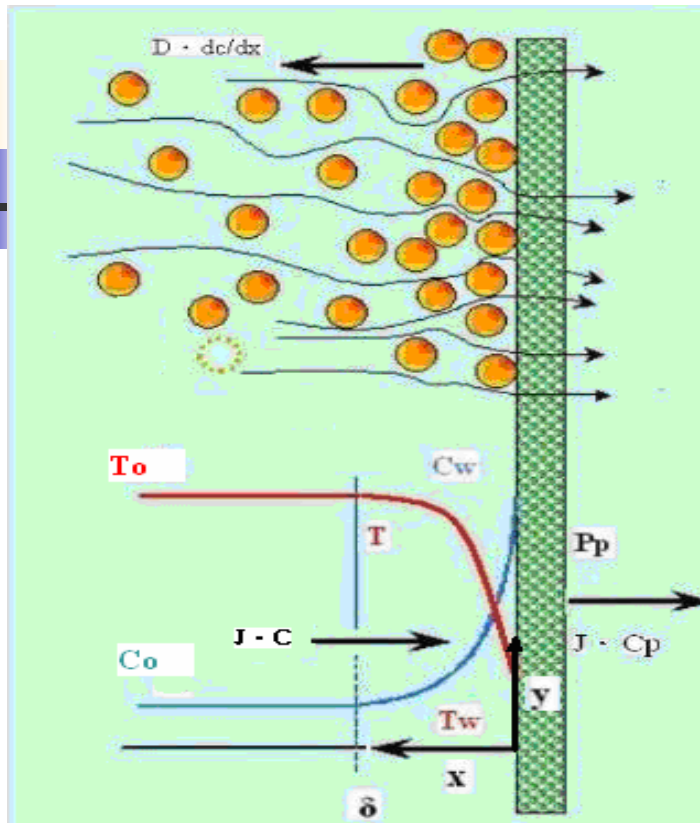


圖2 濃度極化示意圖[17]

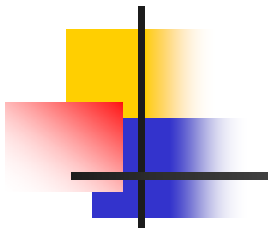


氣體吹掃

圖3 改善濃度極化的方法[17]

- 極化會使混合物質中溶劑（水）通過薄膜的通透量與分離係數降低，因此，可藉由循環的方式在薄膜分離層前端反覆沖洗以降低極化效應。

# 1-3 研究目標



$$J = \theta \exp\left(\frac{-E_a}{RT}\right)$$

J：總通透量[g/m<sup>2</sup>-hr]

θ：頻率因子[g/m<sup>2</sup>-hr]

E<sub>a</sub>：活化能[J/mol]

R：氣體常數：8.314[J/mol-K]

T：絕對溫度[K]

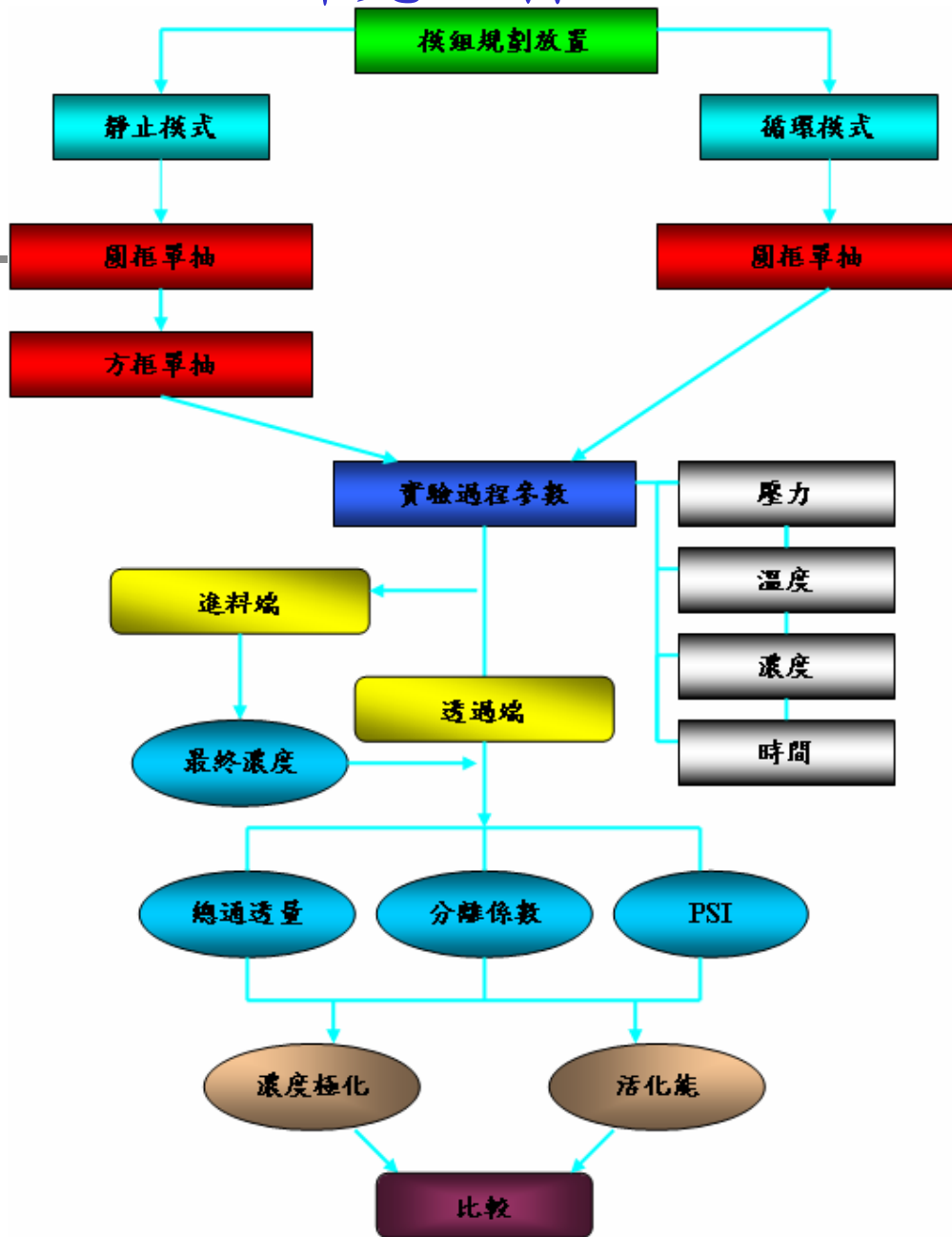


圖4 實驗流程

# 操作條件

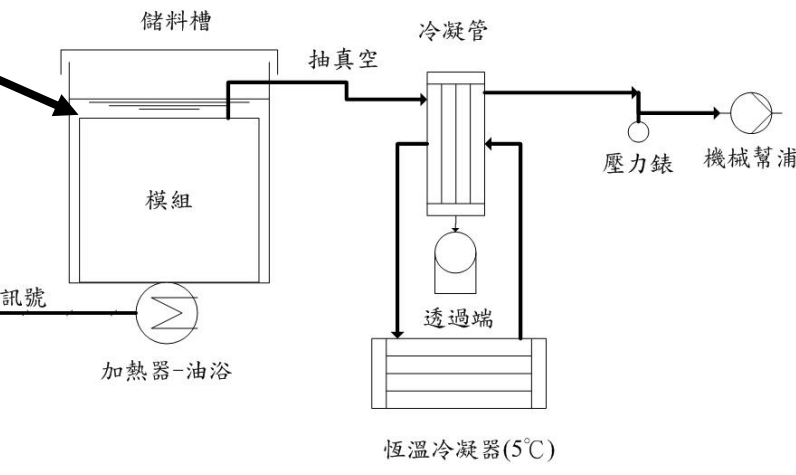
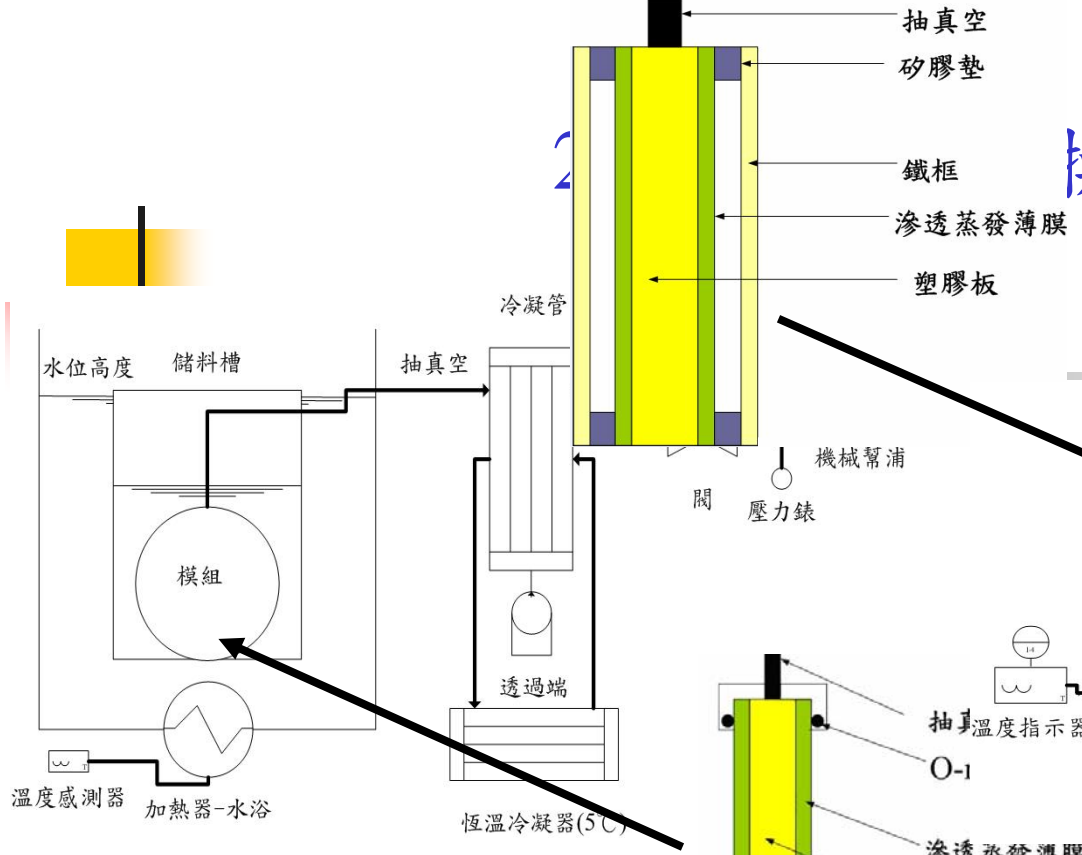


圖5 **靜止模式**設備圖 (圓框模組)

圖6 **靜止模式**設備圖 (方框模組)

進料量：500cc  
 進料溫度：60、70、75 °C  
 進料濃度：75、85、90wt%  
 操作時間：2hr  
 透過端壓力：70mmHg  
 有效膜面積：0.0265m<sup>2</sup>

進料量：3300cc  
 進料溫度：60、70、75 °C  
 進料濃度：75、80、85、90wt%  
 操作時間：3hr  
 透過端壓力：33~35mmHg  
 有效膜面積：0.2523m<sup>2</sup>

## 2 實驗設備與操作條件

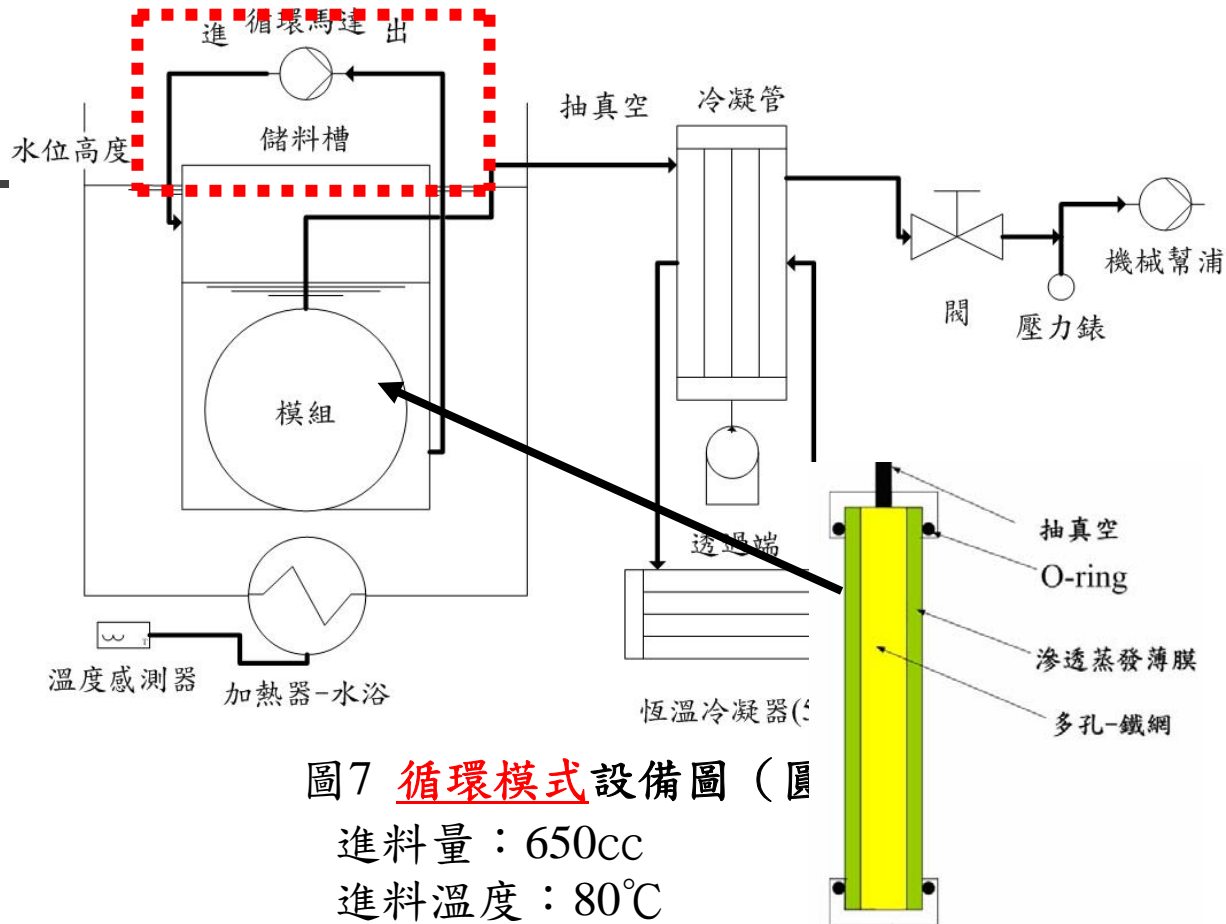


圖7 循環模式設備圖 (圓

進料量：650cc

進料溫度：80°C

進料濃度：75、85、90wt%

操作時間：4hr

透過端壓力：117、70、40mmHg

有效膜面積：0.0265m<sup>2</sup>



## 3-1-1 總通透量受 進料溫度 之影響

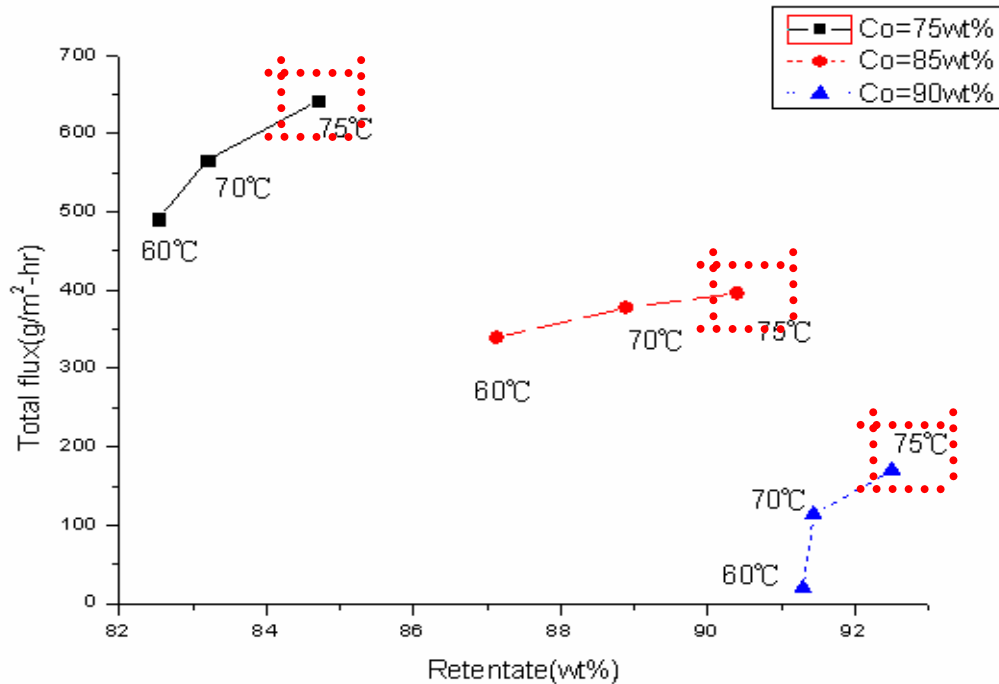
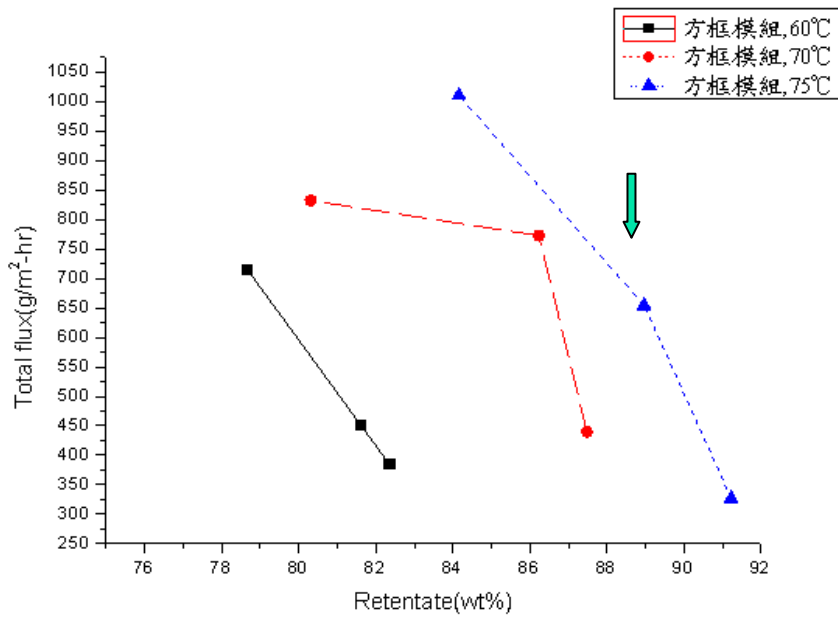


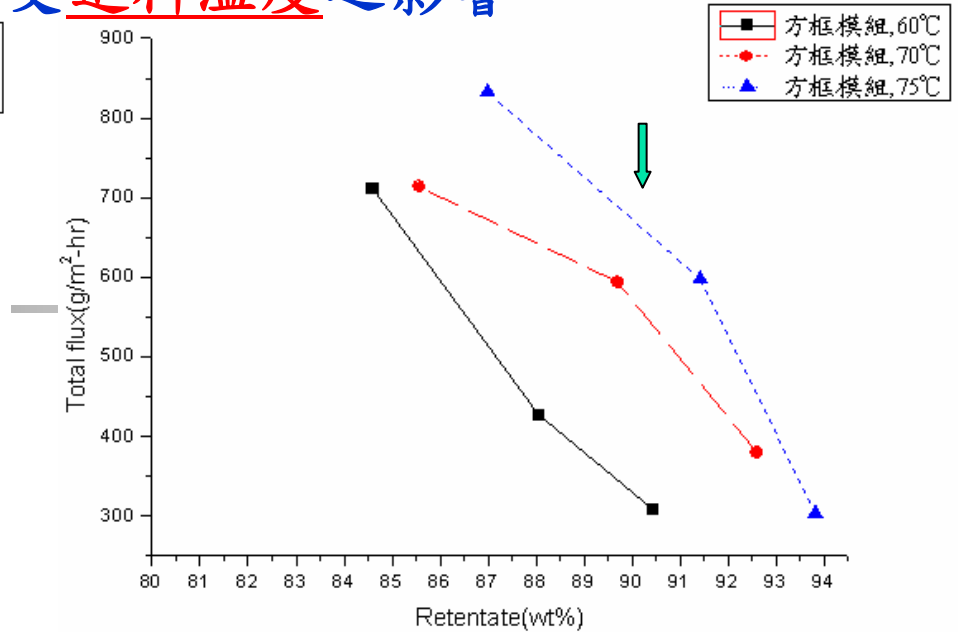
圖8 總通透量與最終濃度隨著操作溫度變化之關係 (靜止模式圓框模組, Pp=70 mmHg)

- 當進料溫度增加，薄膜的孔隙度會擴張。
- 當進料溫度提高，能使通透量增加，所以進料溫度與總通透量成正比。

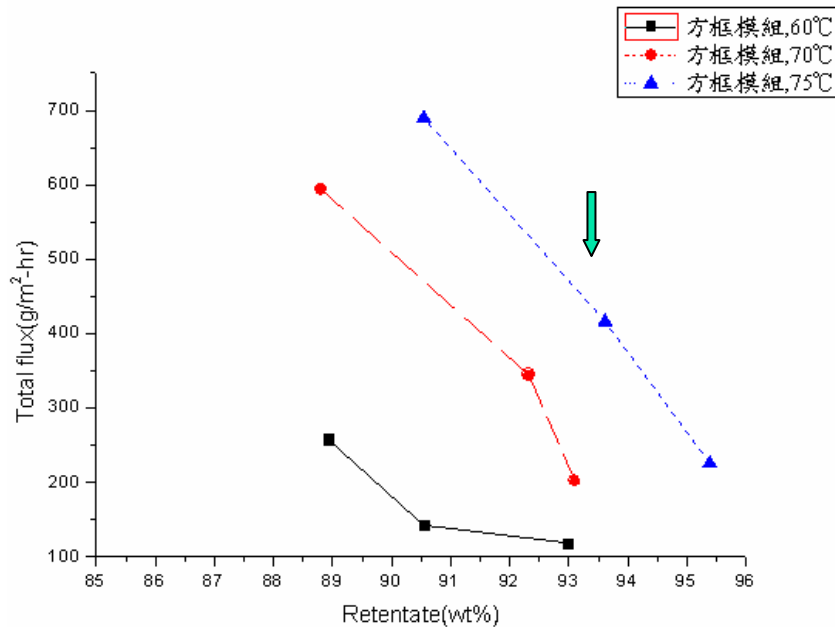
### 3-1-1 總通透量受進料溫度之影響



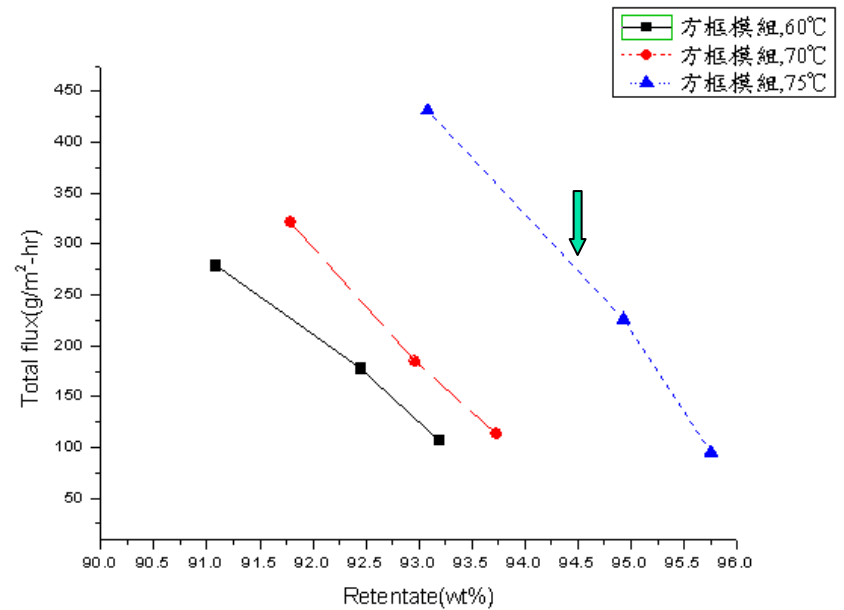
(a) Co=75wt%



(b) Co=80wt%



(c) Co=85wt%



(d) Co=90wt%

圖9 靜止模式方框模組

# 3-1-2 總通透量受進料濃度與操作時間之影響

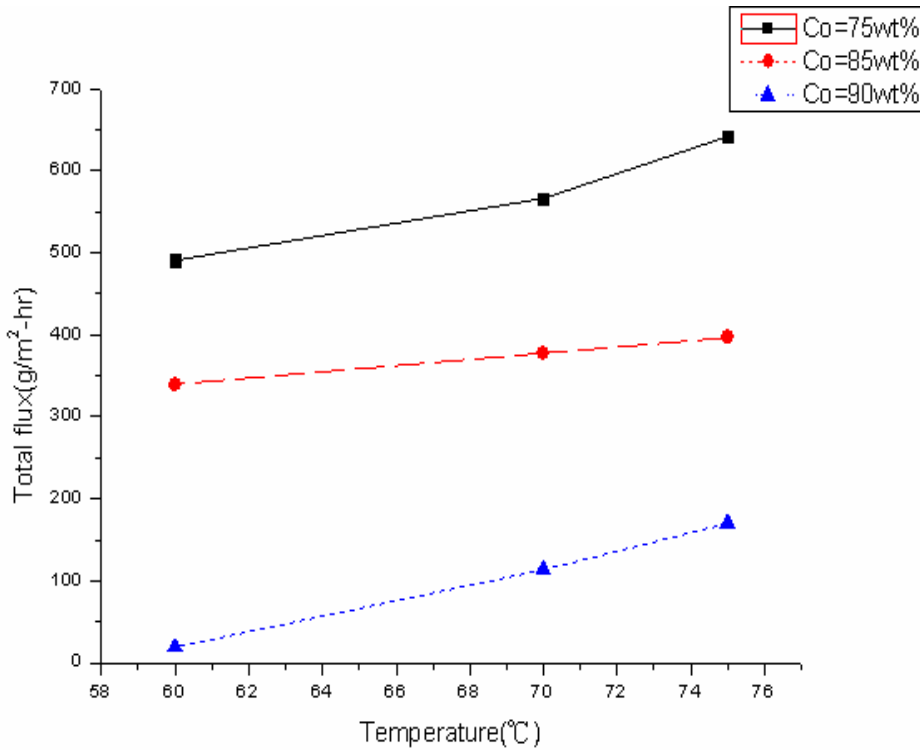


圖10 總通透量在不同進料濃度隨著進料溫度增加之關係 (靜止模式圓框模組, Pp=70 mmHg)

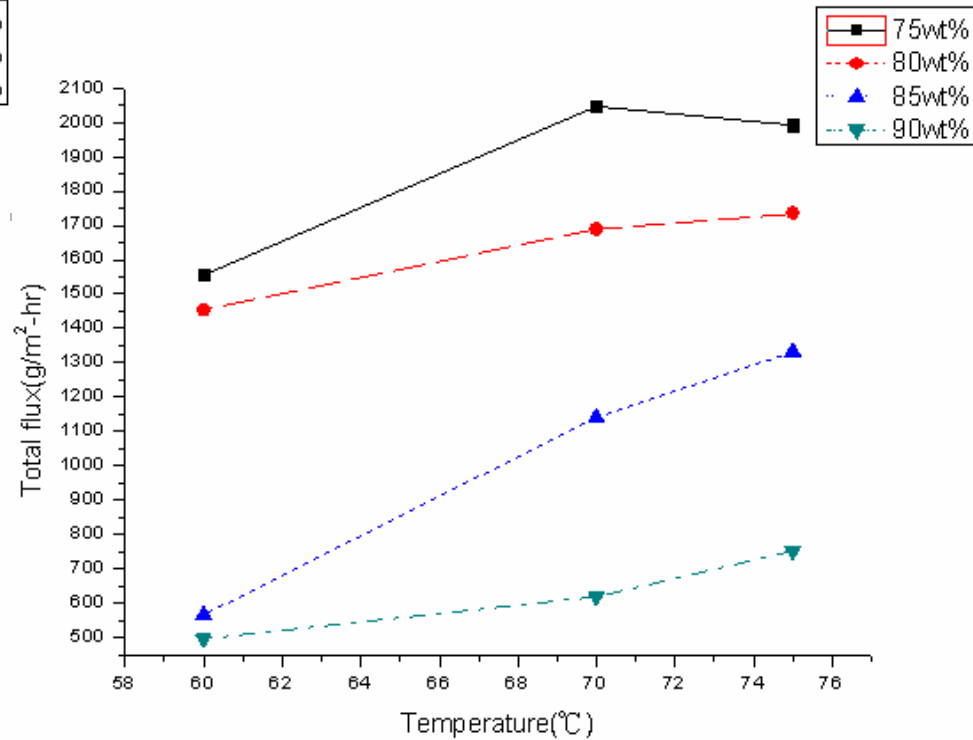


圖11 總通透量在不同進料濃度隨進料溫度增加之關係 (靜止模式方框模組, Pp=33~35 mmHg)

# 3-1-2 總通透量受 進料濃度 與操作時間之影響

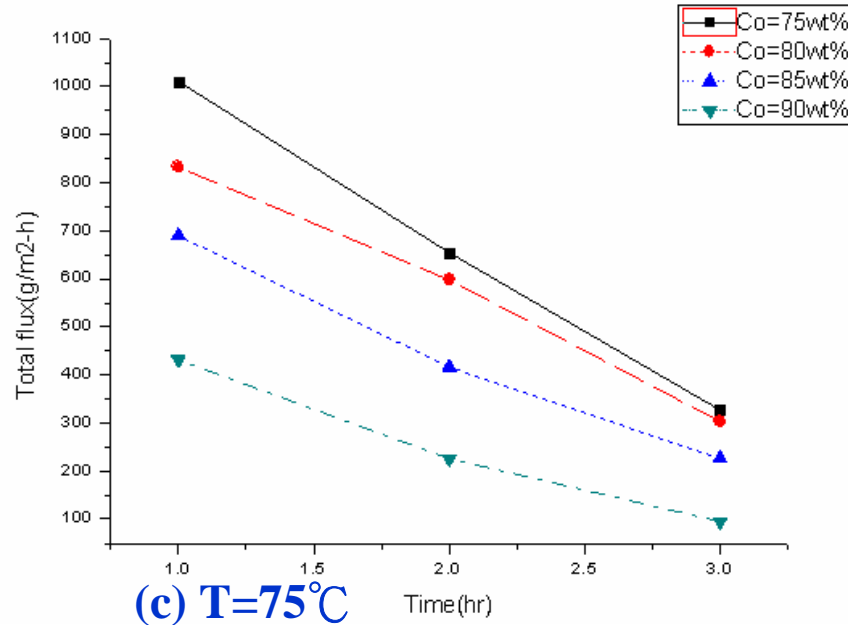
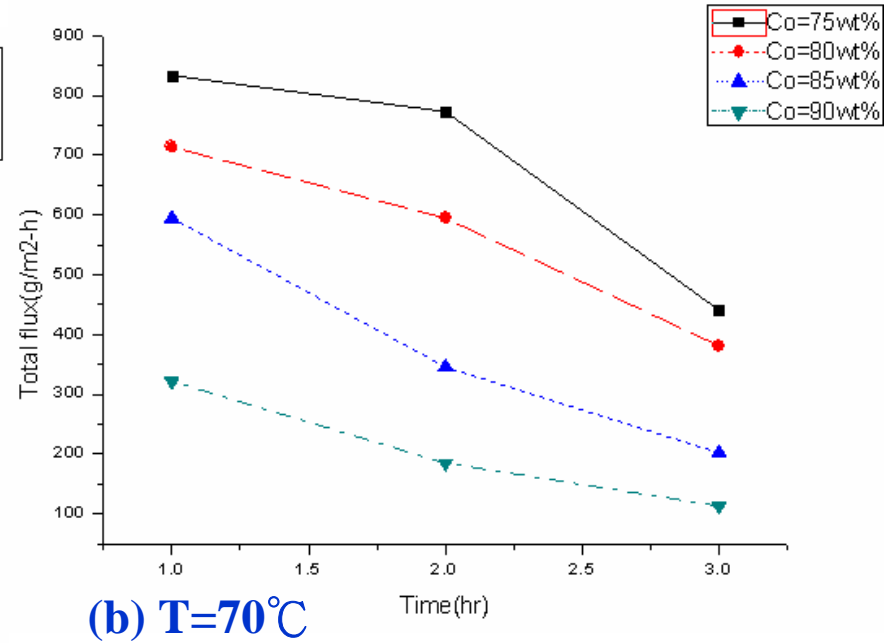
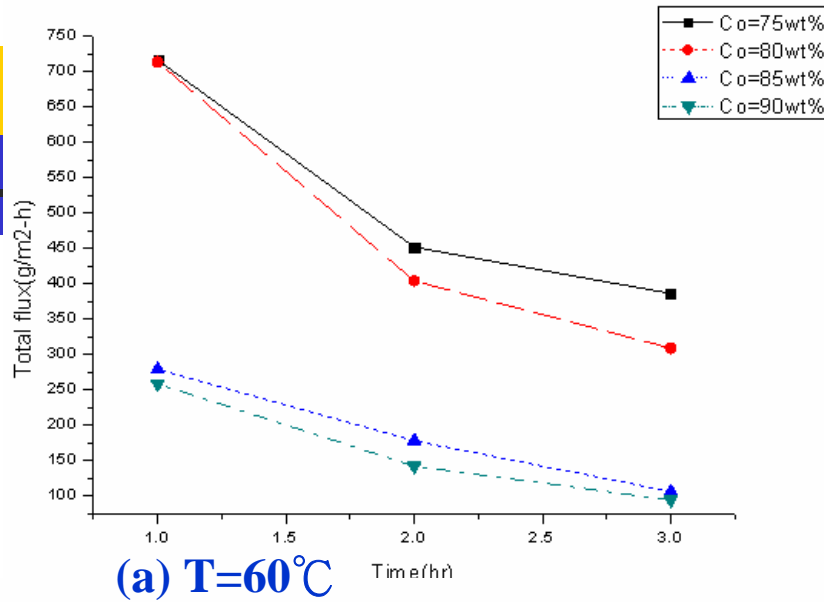
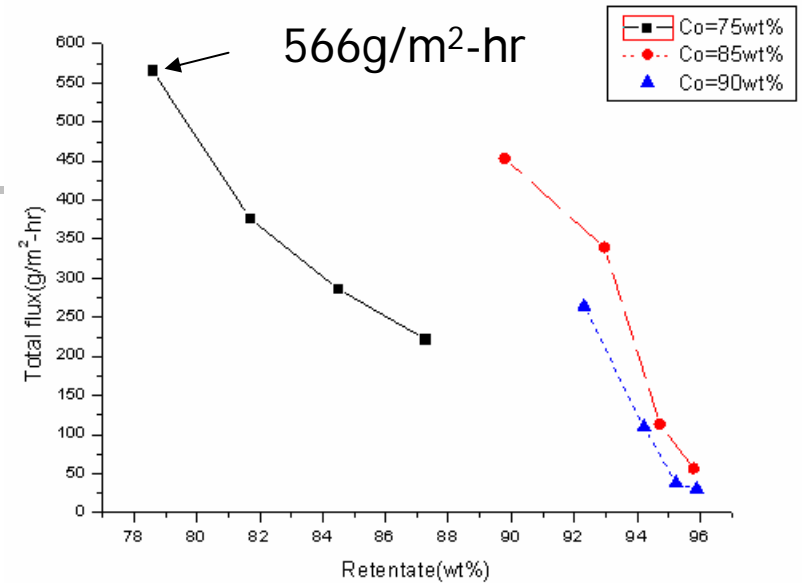
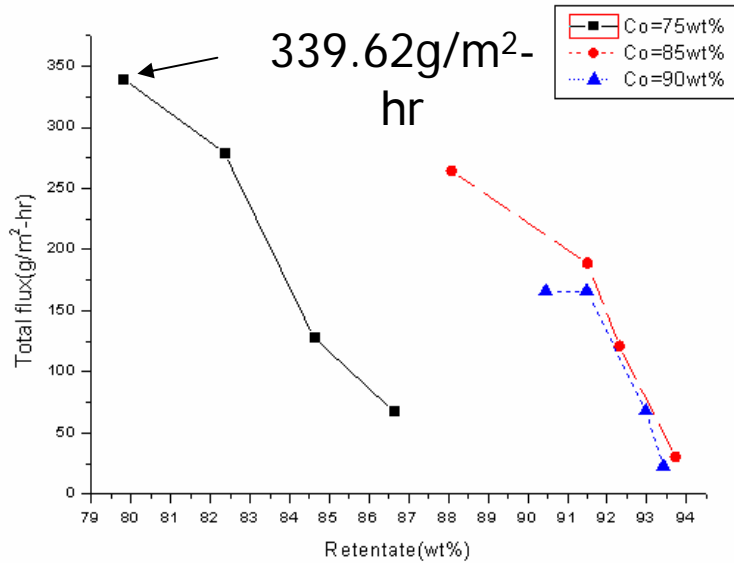


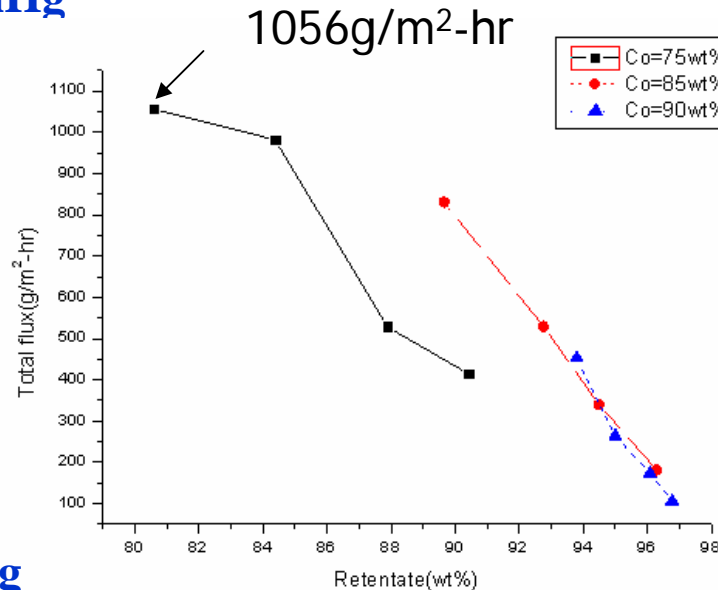
圖12 總通透量在不同進料濃度隨操作時間變化之關係 ( 靜止模式方框模組 , (a)T=60°C, (b)T=70°C , (c)T=75°C )

# 3-1-2 總通透量受進料濃度與操作時間之影響



(a) Pp=117mmHg

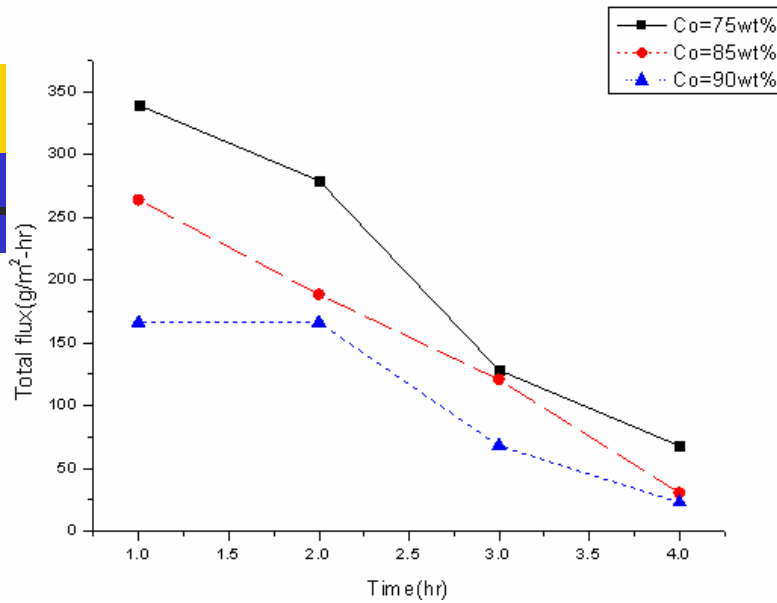
(b) Pp=70mmHg



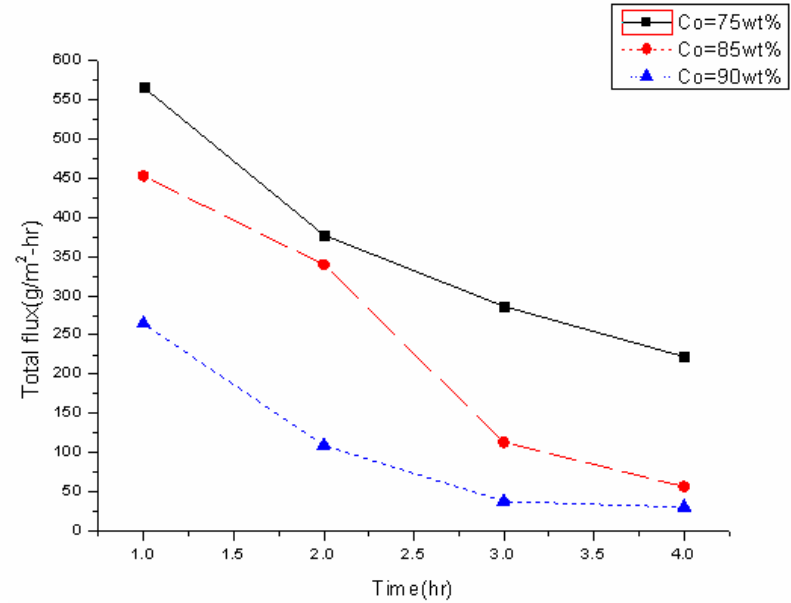
(c) Pp=40mmHg

圖13 總通透量與最終濃度  
隨著進料濃度變化之關係  
(循環模式圓框模組)

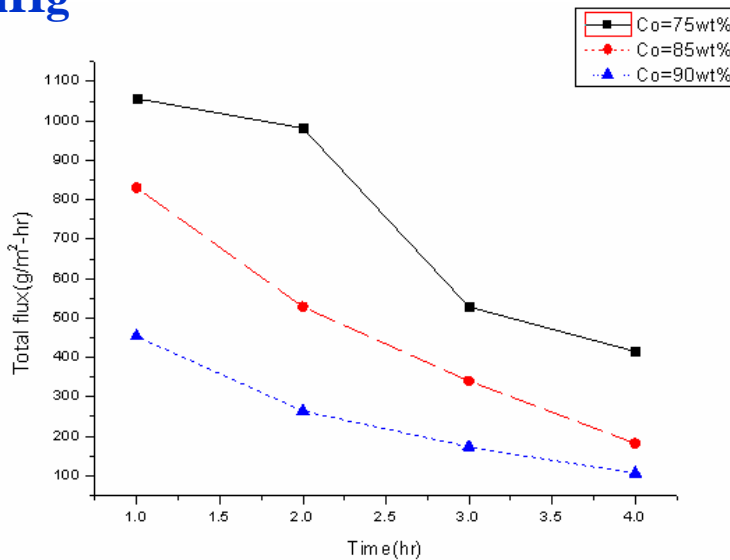
# 3-1-2 總通透量受進料濃度與操作時間之影響



(a) Pp=117mmHg



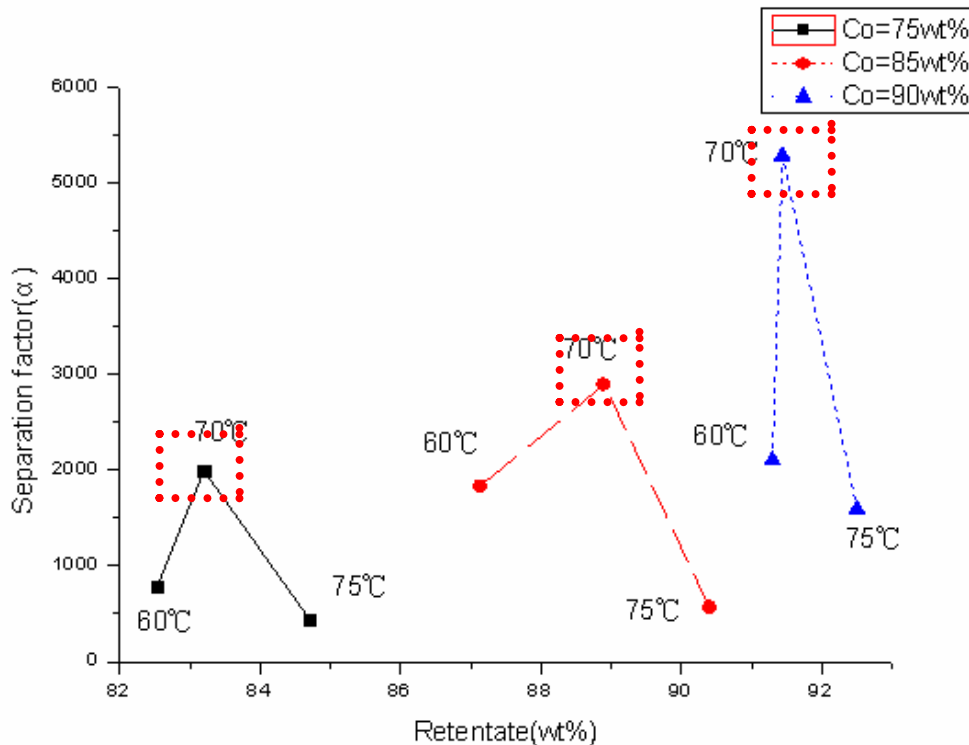
(b) Pp=70mmHg



(c) Pp=40mmHg

圖14 總通透量在不同進料濃度隨操作時間變化之關係 (循環模式圓框模組, T=80°C)

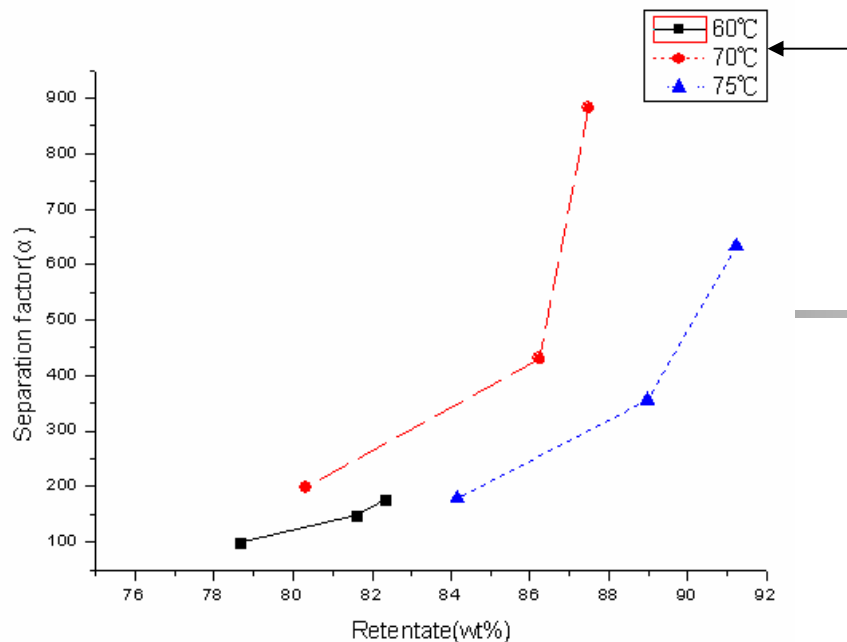
## 3-2-1 分離係數受 進料溫度 之影響



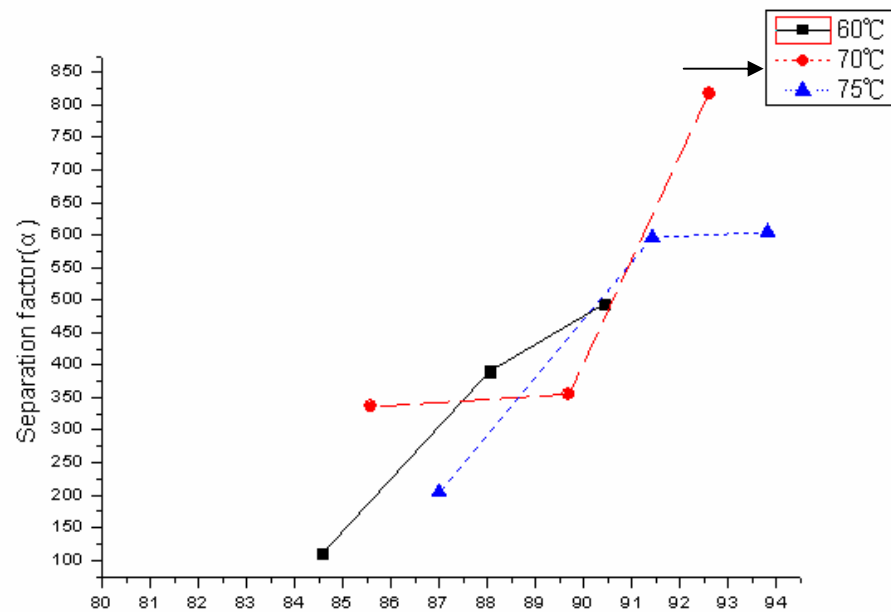
■ 進料溫度 (70°C) 的分離係數最好。

圖15 分離係數受最終濃度隨進料濃度與溫度變化之關係 (靜止模式圓框模組,  $P_p = 70 \text{ mmHg}$ )

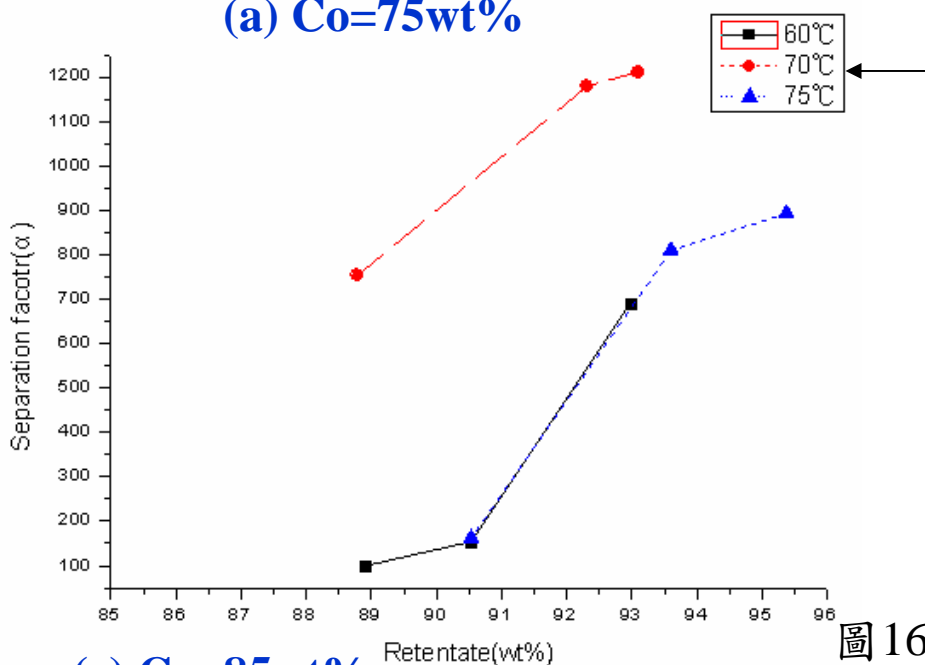
### 3-2-1分離係數受進料溫度之影響



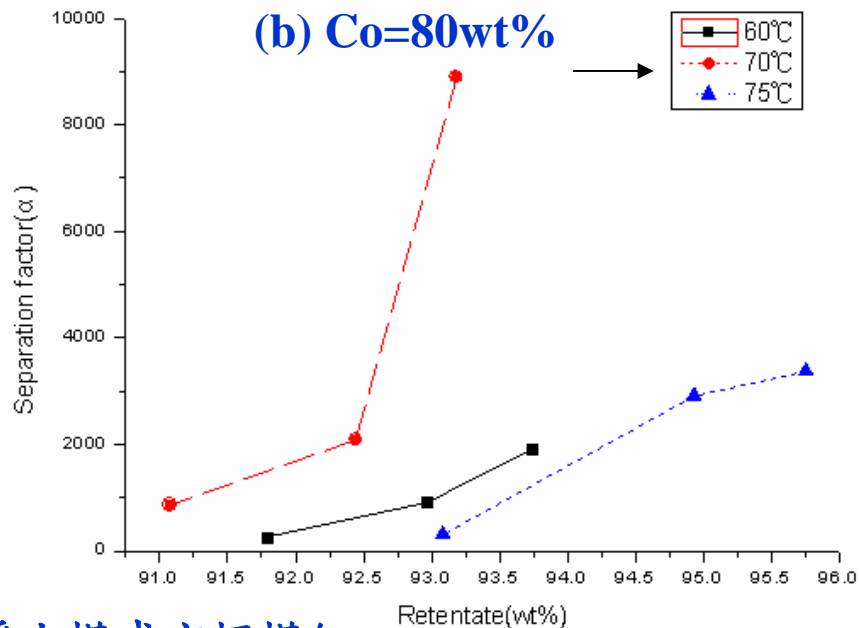
(a) Co=75wt%



(b) Co=80wt%



(c) Co=85wt%

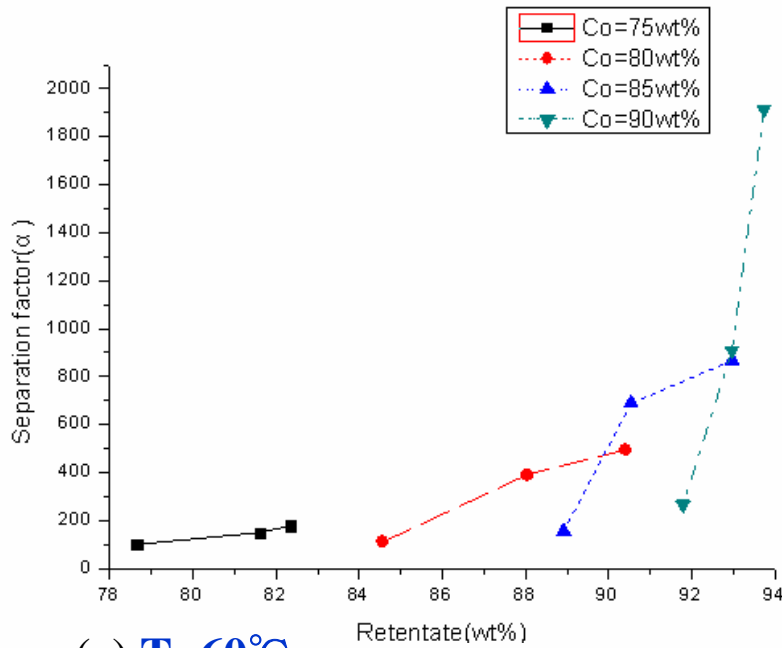


(d) Co=90wt%

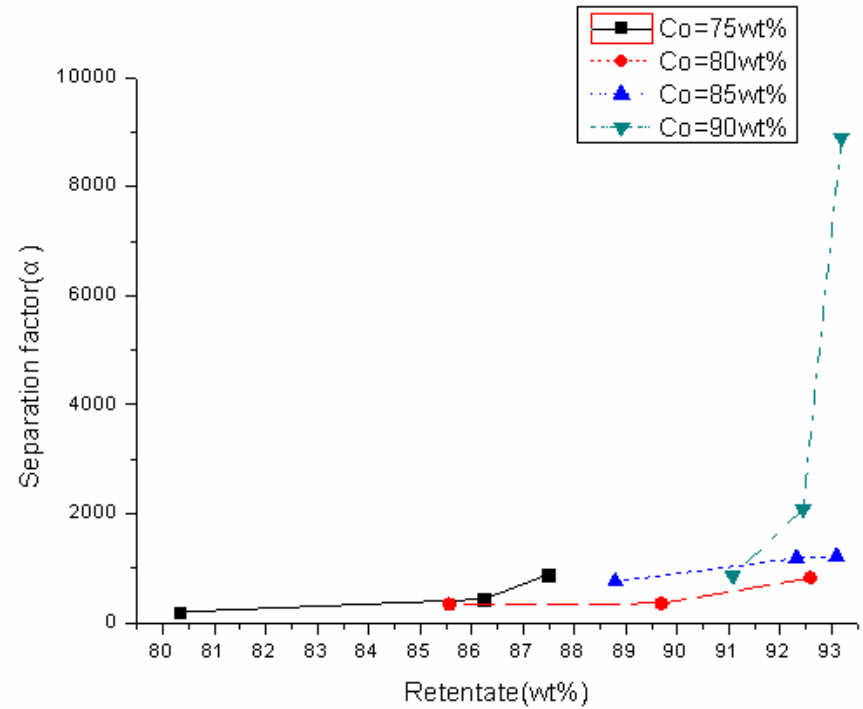
圖16 靜止模式方框模組



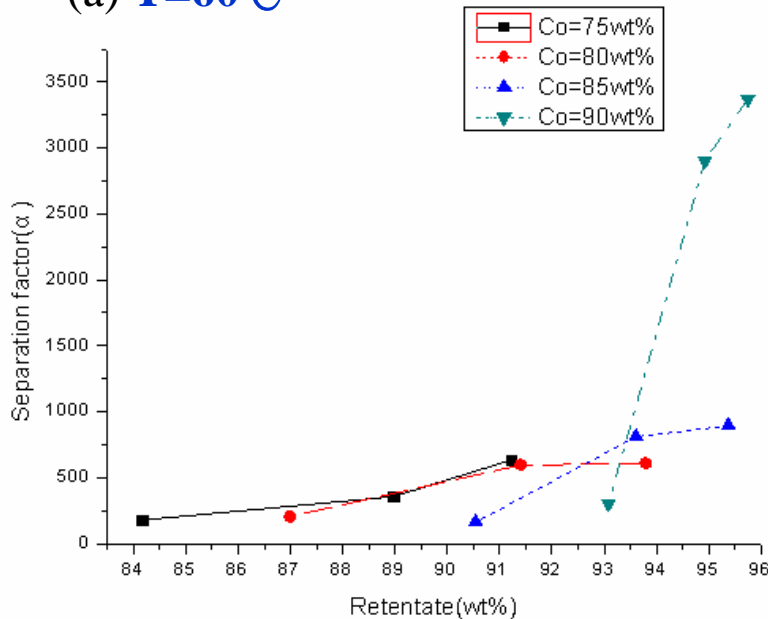
# 3-2-2 分離係數受進料濃度與操作時間之影響



(a)  $T=60^{\circ}\text{C}$



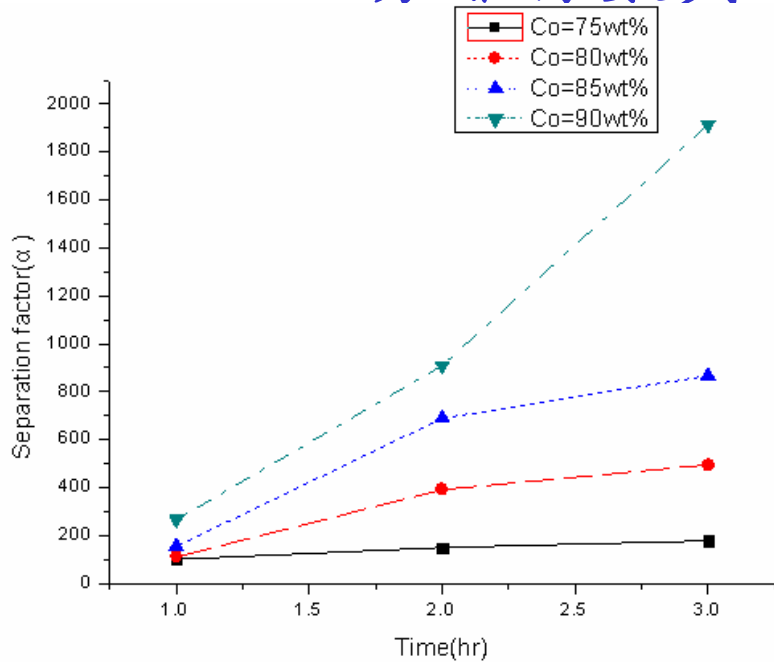
(b)  $T=70^{\circ}\text{C}$



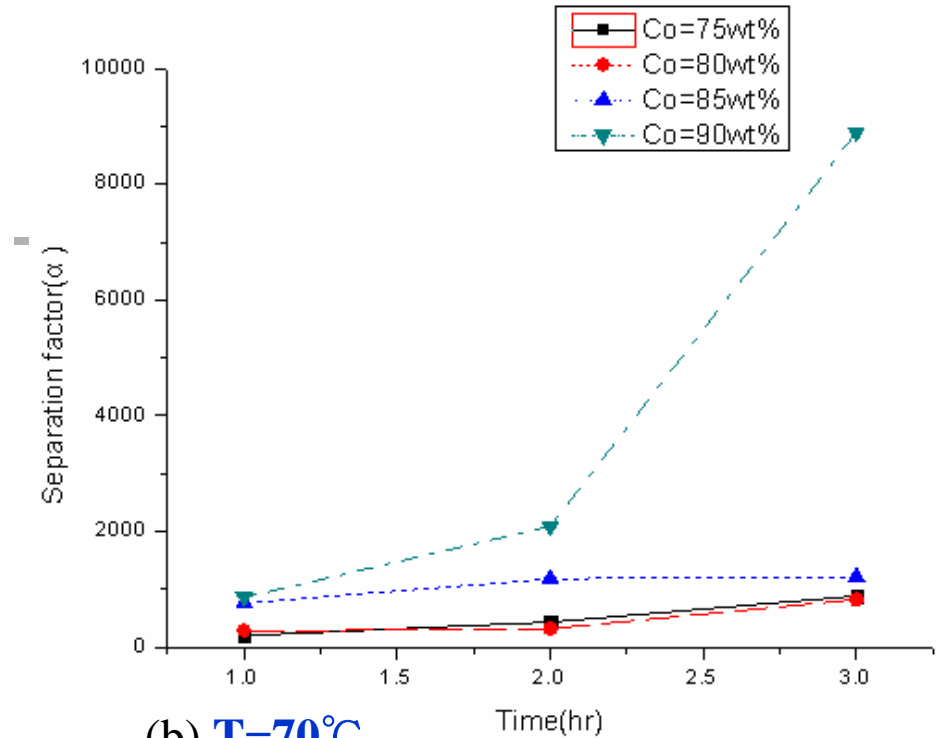
(c)  $T=75^{\circ}\text{C}$

圖17 分離係數與最終濃度隨著進料濃度變化之關係 (靜止模式方框模組,  $P_p=33\sim 35\text{ mmHg}$ )

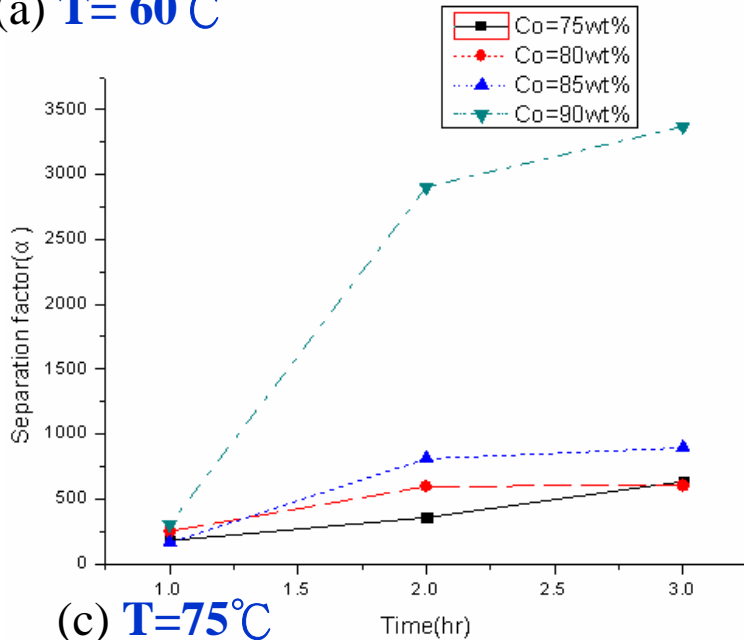
# 3-2-2 分離係數與進料濃度與操作時間之影響



(a)  $T=60^\circ\text{C}$



(b)  $T=70^\circ\text{C}$



(c)  $T=75^\circ\text{C}$

圖18 分離係數與不同進料濃度隨操作時間變化之關係 (靜止模式方框模組,  $P_p=33\sim 35\text{ mmHg}$ )

## 3-2-2 分離係數受 進料濃度與操作時間 之影響

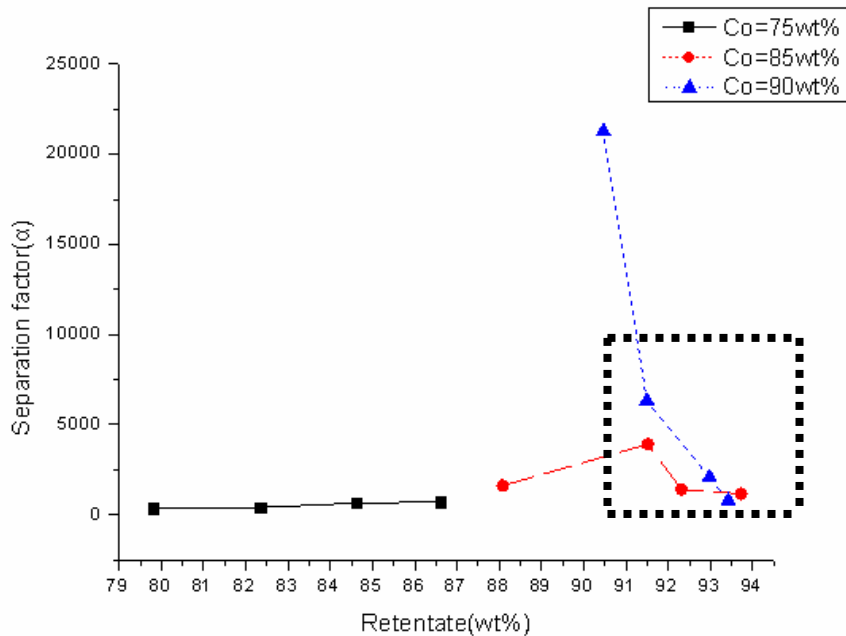


圖19 分離係數與最終濃度隨著進料濃度變化之關係 (循環模式圓框模組,  $T=80^\circ\text{C}$ ,  $P_p=117\text{ mmHg}$ )

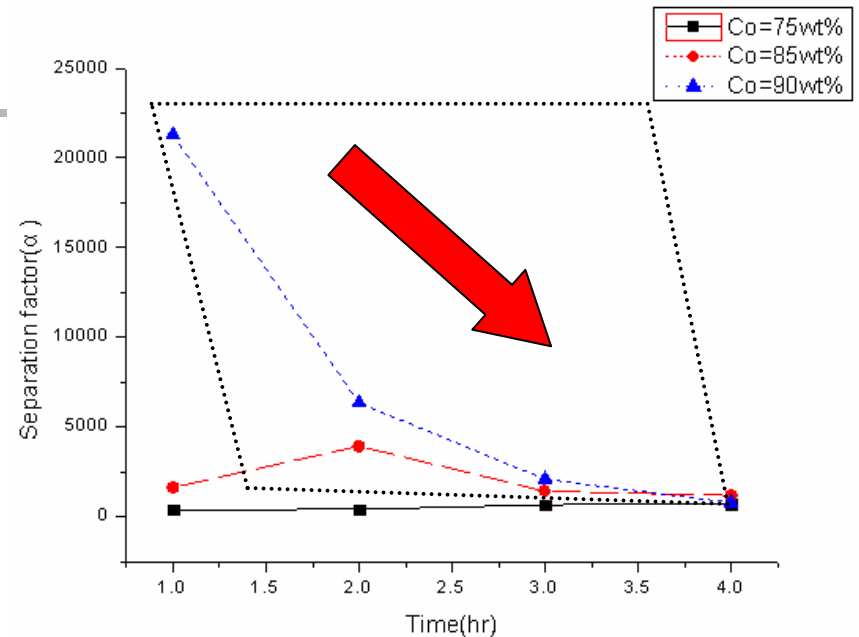


圖20 分離係數在不同進料濃度隨操作時間變化之關係 (循環模式圓框模組,  $T=80^\circ\text{C}$ ,  $P_p=117\text{ mmHg}$ )

■ 在進料濃度85、90wt%，透過端壓力117mmHg的條件下，第2~4小時呈現分離係數下降。

## 3-2-2 分離係數受進料濃度與操作時間之影響

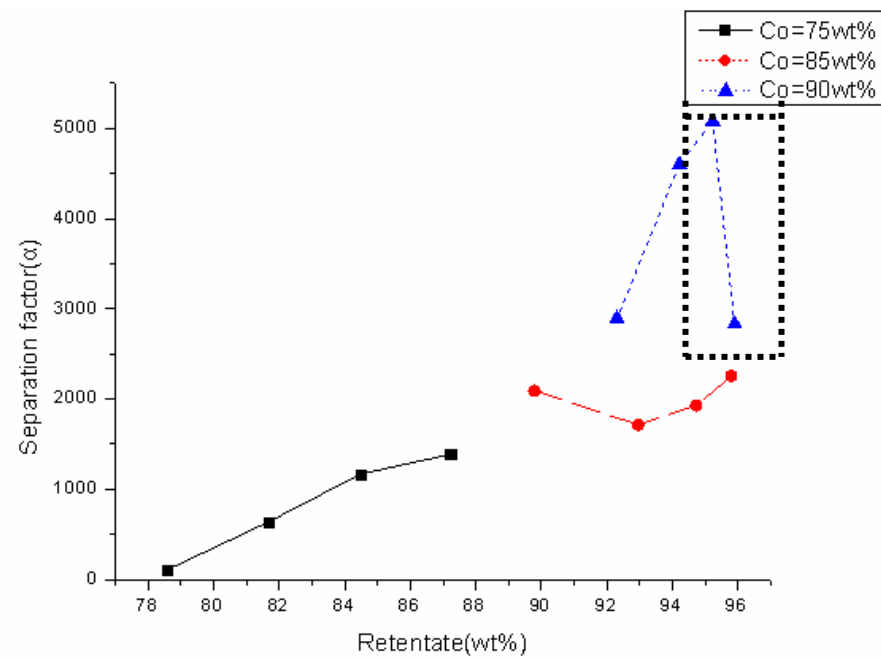


圖21 分離係數與最終濃度隨著進料濃度變化之關係 (循環模式圓框模組,  $T=80^\circ\text{C}$ ,  $P_p=70\text{ mmHg}$ )

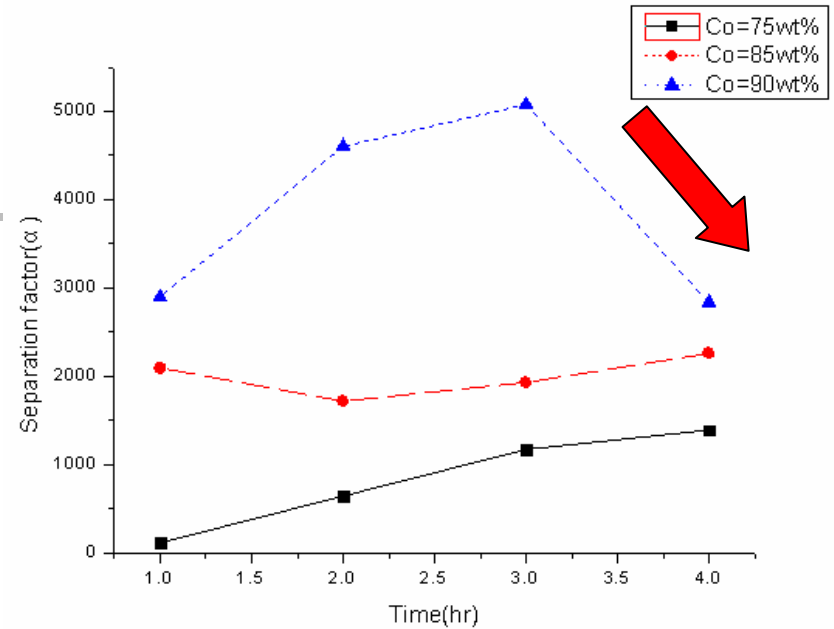


圖22 分離係數在不同進料濃度隨操作時間變化之關係 (循環模式圓框模組,  $T=80^\circ\text{C}$ ,  $P_p=70\text{mmHg}$ )

- 分離係數會隨著進料濃度增加而增加。
- 將透過端的壓力調低，在進料濃度90wt%第4小時分離係數下降。

## 3-2-2 分離係數受 進料濃度與操作時間 之影響

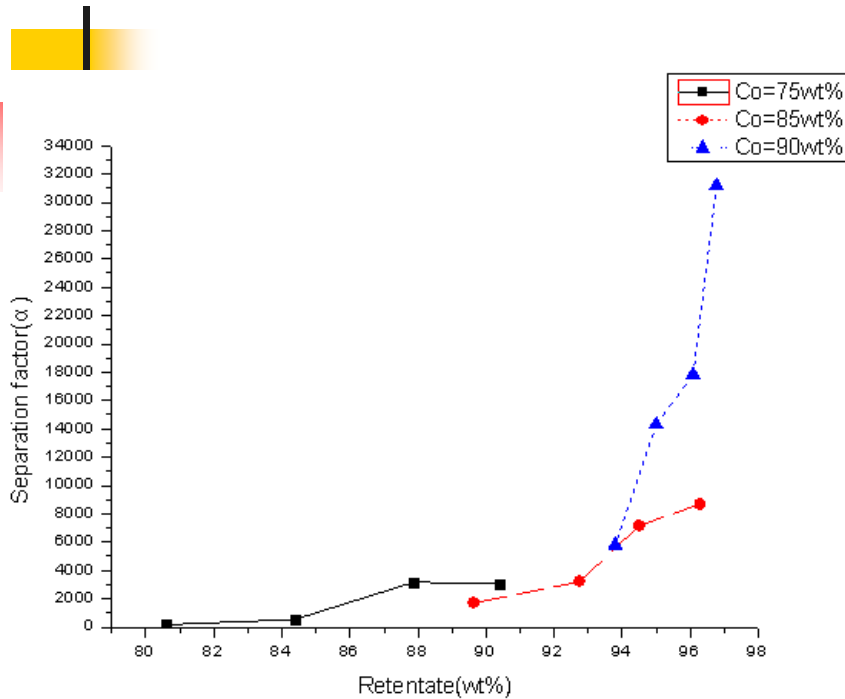


圖23分離係數與最終濃度隨著進料濃度變化之關係（循環模式圓框模組， $T=80^{\circ}\text{C}$ ， $P_p=40\text{ mmHg}$ ）

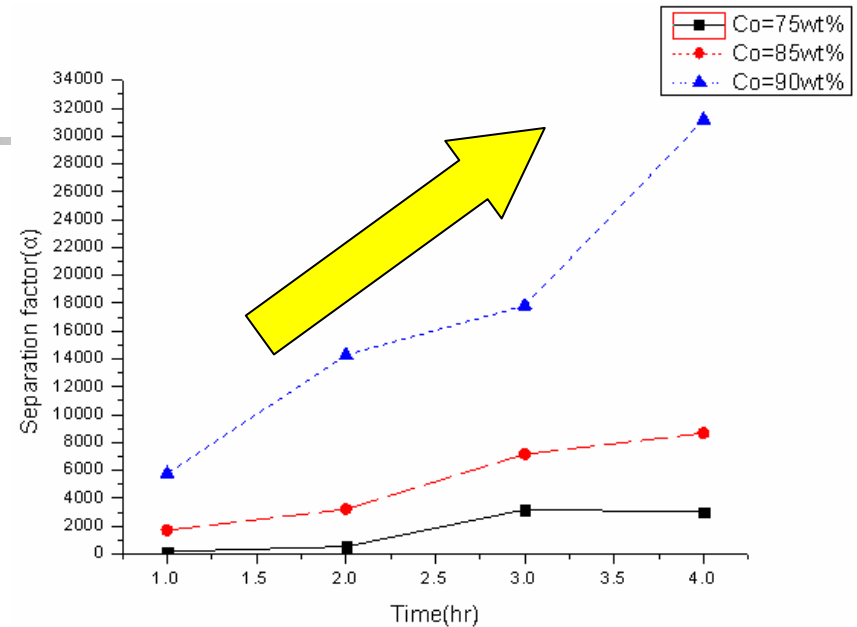


圖24分離係數在不同進料濃度隨操作時間變化之關係（循環模式圓框模組， $T=80^{\circ}\text{C}$ ， $P_p=40\text{ mmHg}$ ）

- 將透過端的 壓力進一步調低至40mmHg，則進料濃度越高分離係數也會提高。
- 因此將透過端的壓力調低有助於總透量增加，分離係數的提高。

### 3-3 滲透蒸發分離指標探討 (靜止模式-圓框模組)

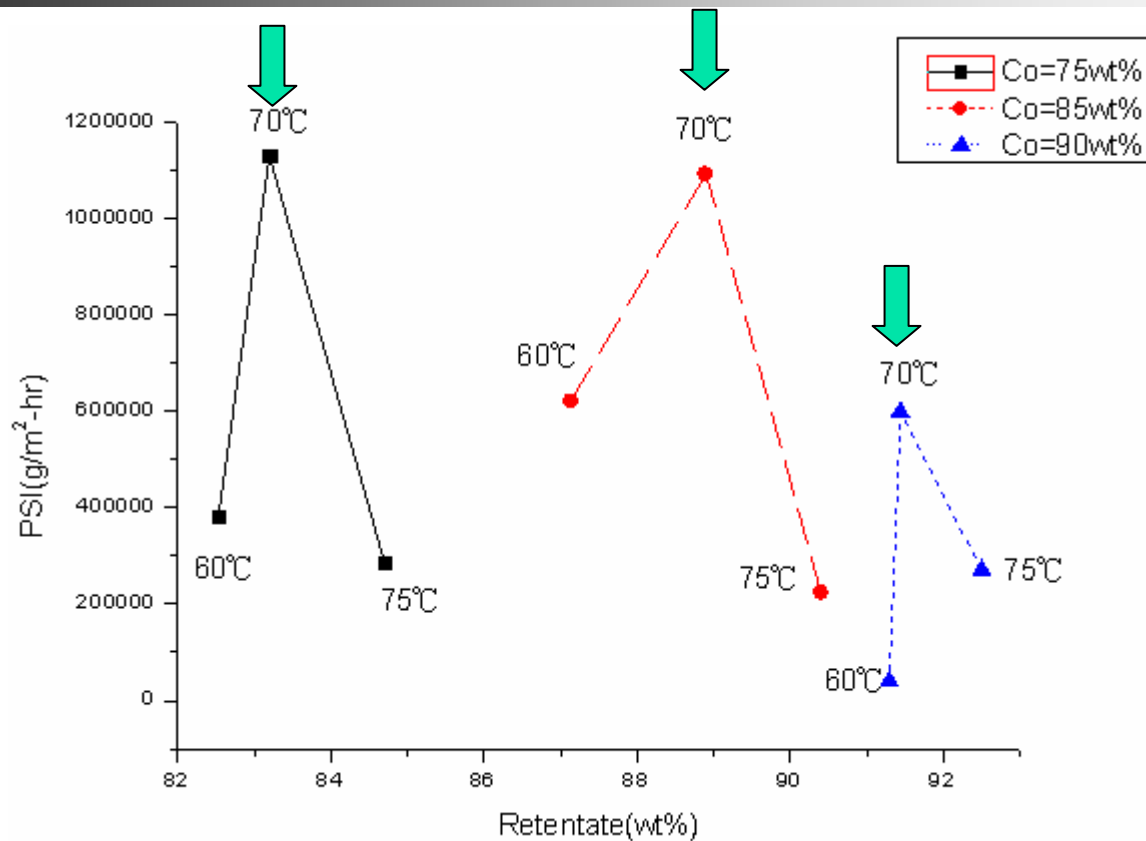


圖25 滲透蒸發分離效益指標與最終濃度隨不同進料濃度變化之關係 (靜止模式圓框模組, Pp=70 mmHg)

### 3-3 滲透蒸發分離指標探討（靜止模式-方框模組）

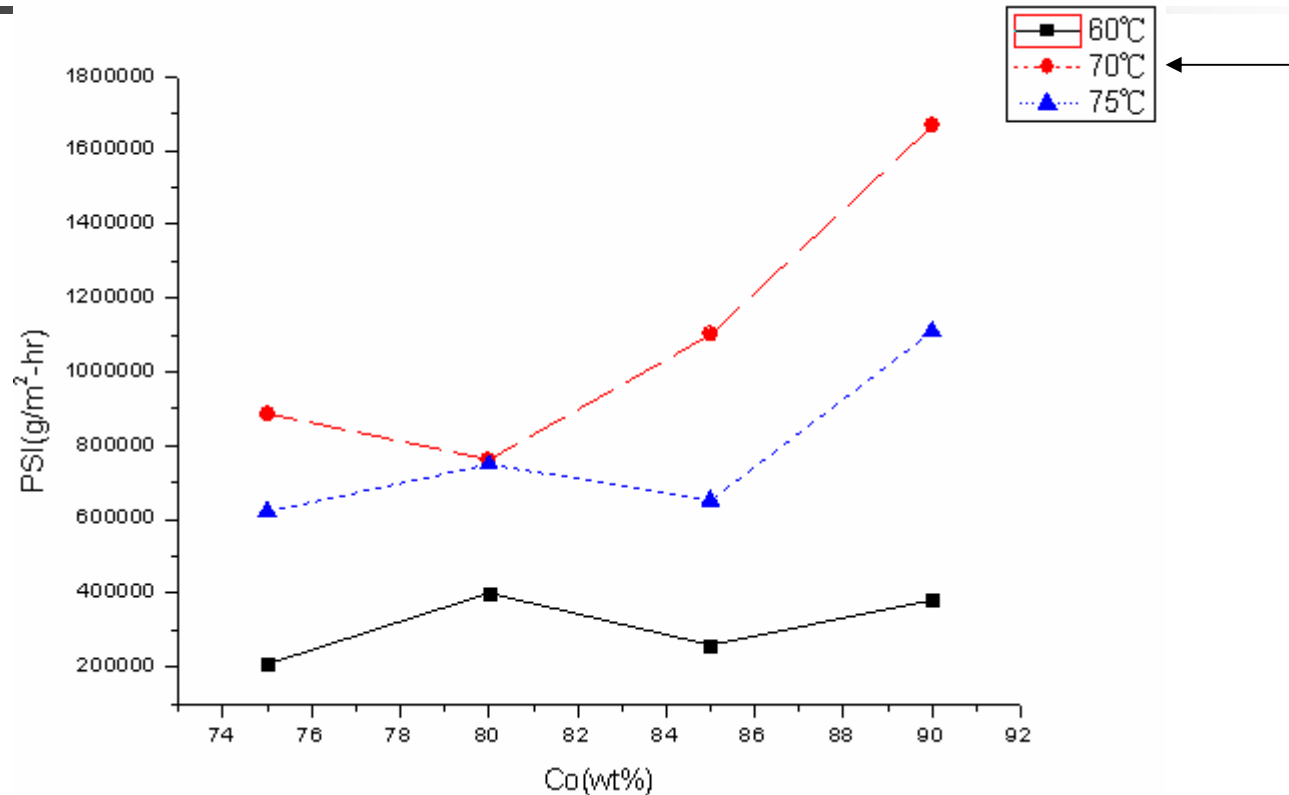


圖26 滲透蒸發分離效益指標與進料濃度隨不同進料溫度變化之關係（靜止模式方框模組， $P_p=33\sim35\text{mmHg}$ ）

### 3-3 滲透蒸發分離指標探討 (循環模式-圓框模組)

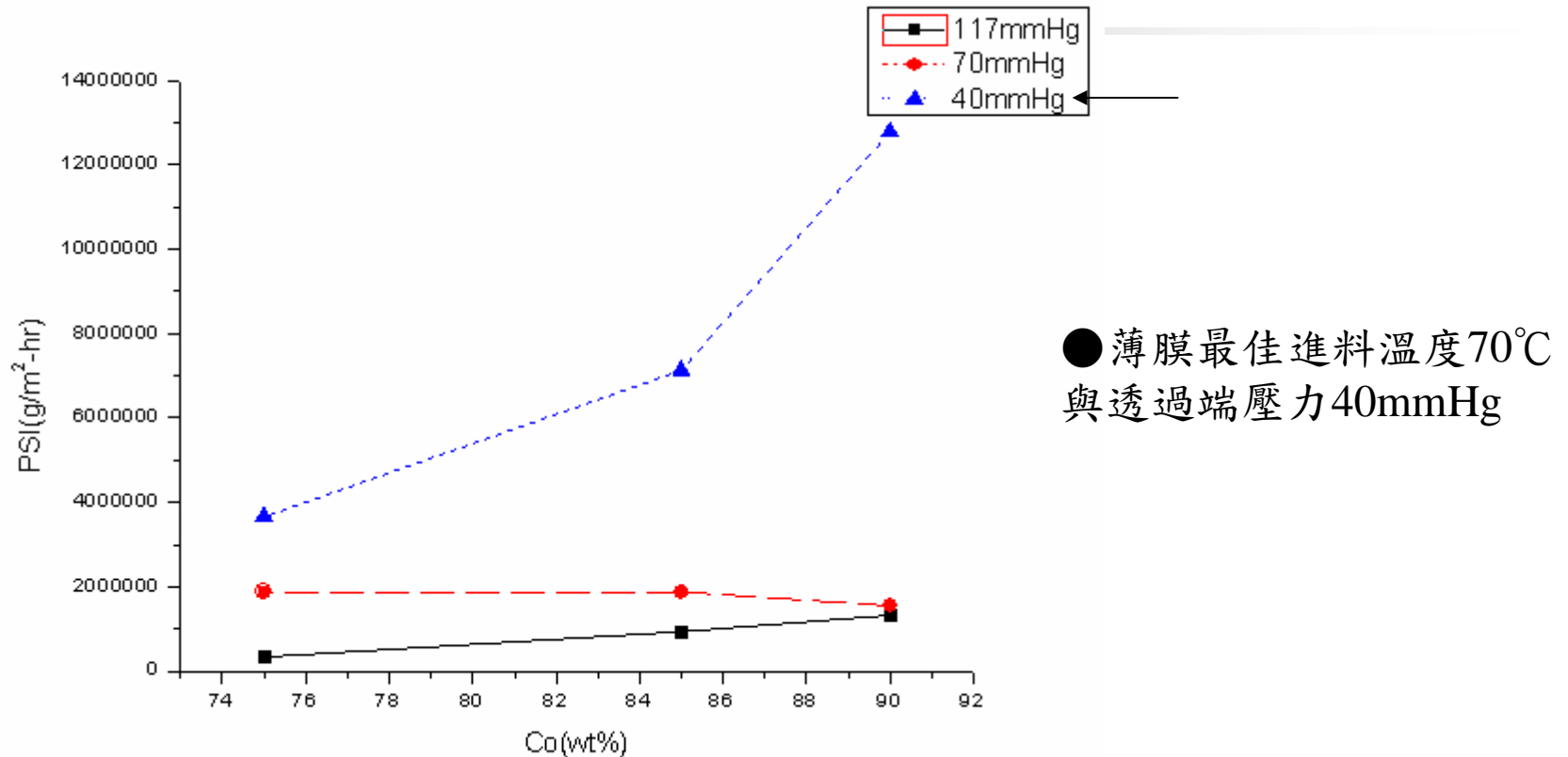


圖27 滲透蒸發分離效益指標與進料濃度隨不同進料溫度變化之關係 (循環模式圓框模組, T=80°C)



# 3-4活化能探討

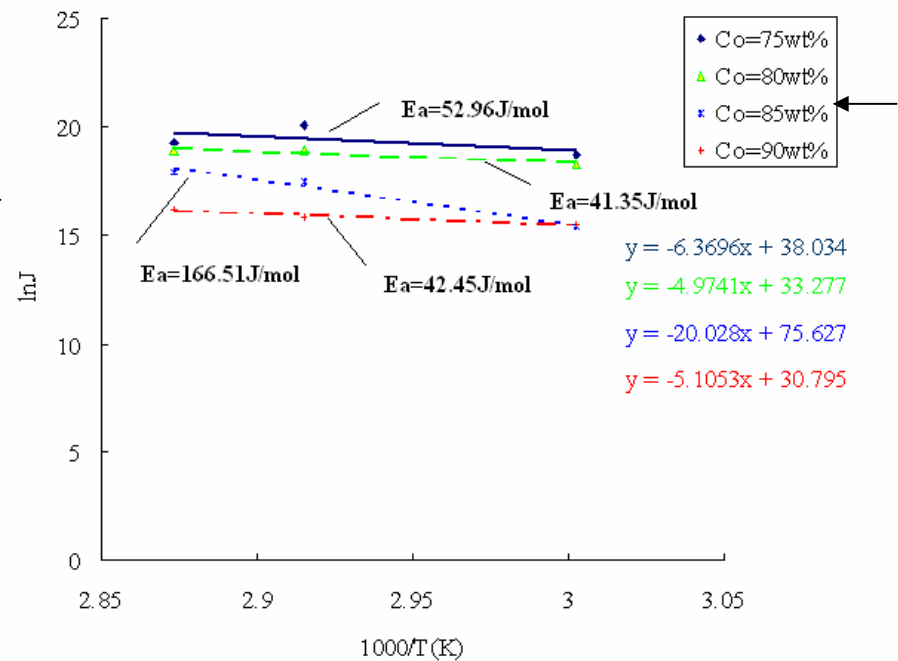
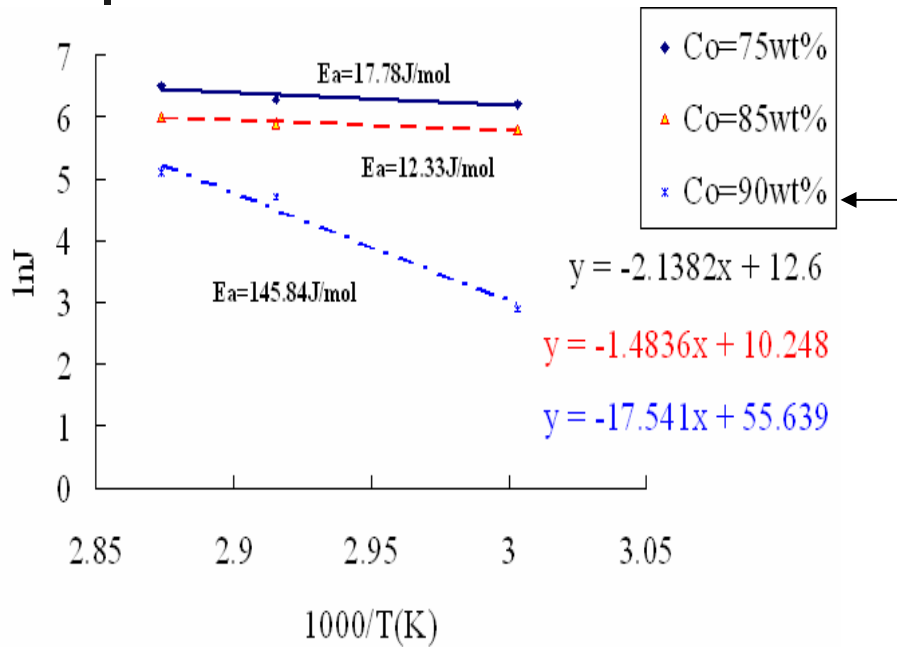


圖28 總通透量與進料溫度在不同進料濃度下的 Arrhenius equation 關係 (靜止模式圓框模組,  $P_p=70\text{ mmHg}$ )

圖29 總通透量與進料溫度在不同進料濃度下的 Arrhenius equation 關係 (靜止模式方框模組,  $P_p=33\sim 35\text{ mmHg}$ )

## 4. 結論

- 此薄膜在進料溫度 70°C、透過端壓力 40mmHg 對於總通透量、分離係數、PSI 有最好工作表現。
- 總通透量隨著進料溫度的升高而增加；另一方面隨著透過端壓力降低，總通透量會增加，且分離係數亦增加。
- 總通透量與進料濃度成反比；總通透量隨操作時間增加而下降。



---

**Thank for your attention**