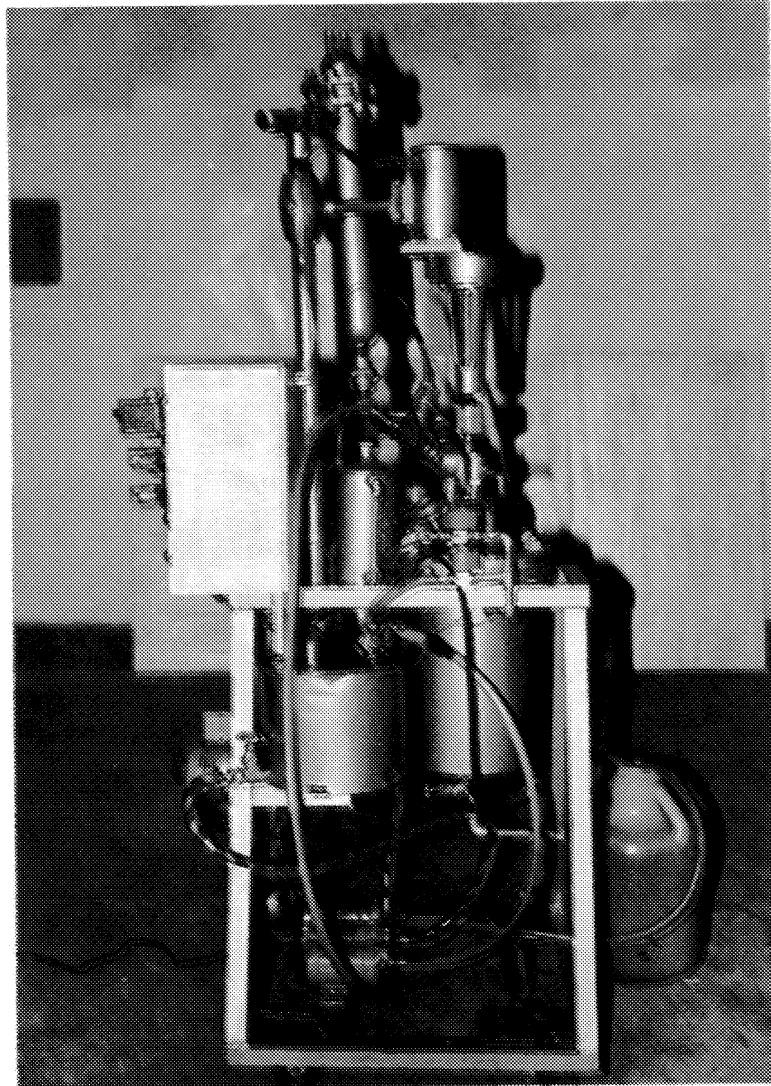


化工單元操作教具～自動控制聚合反應器

高中教師組應用科學科第二名

省立竹南高級中學

作者：李 洸 洋



一、研究動機

作者相信一些基本的自動控制，只要設計出一簡單的電路，便可達到目的，不一定需要用電腦。

二、研究目的

作為高工化工科單元操作教具。

- (一) 教導學生從實驗中瞭解聚合反應的原理。
- (二) 使學生認知在聚合反應中溫度控制之重要性及如何控制溫度。
- (三) 使學生學得自動加料控制電路原理及裝配。
- (四) 使學生學得熱媒溫度控制電路及裝配。
- (五) 使學生認知各種管件、電磁閥、熱交換、物質輸送。

三、研究設備器材

(一) 自動加料控制電路器材

1. 自動溫度控制器：範圍 $0^{\circ}\text{C} \sim 200^{\circ}\text{C}$ 。

- (1) 3、4 兩接點供輸入 110 VAC，以啟動溫控器。
- (2) 1、2，兩接點，接熱電偶溫度計，輸入信號電壓。
- (3) 7、8，兩接點，溫度未達設定值前，溫控器在“on”之狀態，7、8，兩接點保持通路，溫度超過設定值，溫控器“off”，7、8，兩接點成斷路。

2. 自動計時器：時間設定範圍 $0 \sim 30$ 秒， 0.5 秒 ~ 100 小時。

- (1) 2、7 兩接點供輸入 110 VAC 以啟動計時器。
- (2) 時間未到設定值 5、8 兩接點保持通路，時間達設定值 5、8，斷路，6、8，兩點成通路。

3. 110 V 繼電器，加料泵。

(二) 反應器本體器材：

反應槽、回流冷凝管、熱媒槽、管件及電磁閥、熱媒泵。

四、研究過程

(一) 自動加料控制之原理：

當反應器中揮發性原料大部分反應完時，回流停止。回流冷凝管附近因缺乏原料蒸氣，溫度降低。當溫度降低於設定值時，自動溫控器跳至 on 之狀態，啟動自動加料系統自動加料。

㊦自動加料系統電路之設計

1 電路圖：請參閱圖一

2 動作原理：請參閱（圖一）線路。

(1)當溫控器在“on”狀態時AC電源之一（另一恒接通），自8接點通至7接點再通至長間隔計時器，啟動它。此時啟動短間隔計時器A則繼電器（I）之線圈有電流通過，啟動加料泵，進行加料。加料量則由短間隔計時器A之設定時間控制。當加料時間到時（已加入一定的量），計時器A之5、8斷路，加料泵停止運轉。

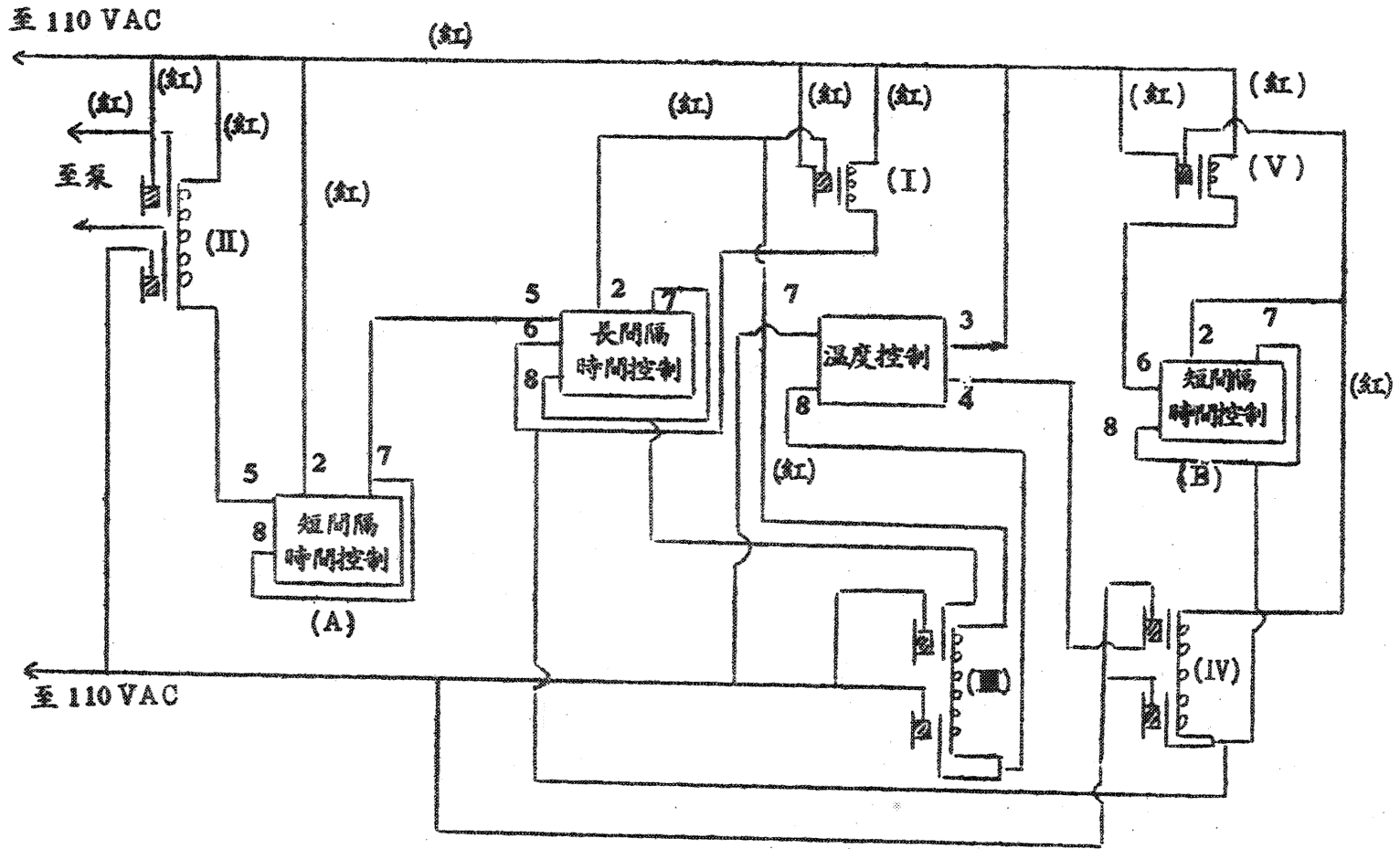
(2)自動溫控器在設定溫度附近大約每隔20秒會“on—off”、“off—on”不停連續跳動。為避免加料泵頻頻運轉，加料過多，故加上長間隔計時器來控制，在長間隔計時器設定時間間隔內，如20分鐘，雖溫控器一再由off跳至on，亦不再啟動加料泵。

(3)時間控制器的特性為，當設定時間到達後，必須切斷電源使計時器off，然後再供電，才能重新啟動。故在長間隔計時器加上繼電器（I）及（Ⅲ）作為時間“週期”控制。

①當長間隔計時器之設定時間到達時，6、8接點接通，電流通入繼電器（Ⅲ）之線圈，則長間隔計時器電源被切斷。此時溫控器必須在“off”狀態，設若如此則當溫控器又跳至on時即可自動加料重新開始下一週期。

〔請注意〕當長間隔計時器之設定時間到時恰好自動溫控器在on之狀態，則必發生振盪現象，因此作下列改正。

②加上短間隔計時器B與繼電器（IV）及（V），當長間隔計時器之設定時間到時，6、8接通，繼電器（IV）將溫控器之AC電源切斷，同時計時器B接通，開始計時（1～2秒即可），待時間到，6、8接通繼電器（V）將計時器B之電源切斷使它變成off恢復待命狀態，同時接通溫控器，此時溫控器必先處於off之待命狀態，



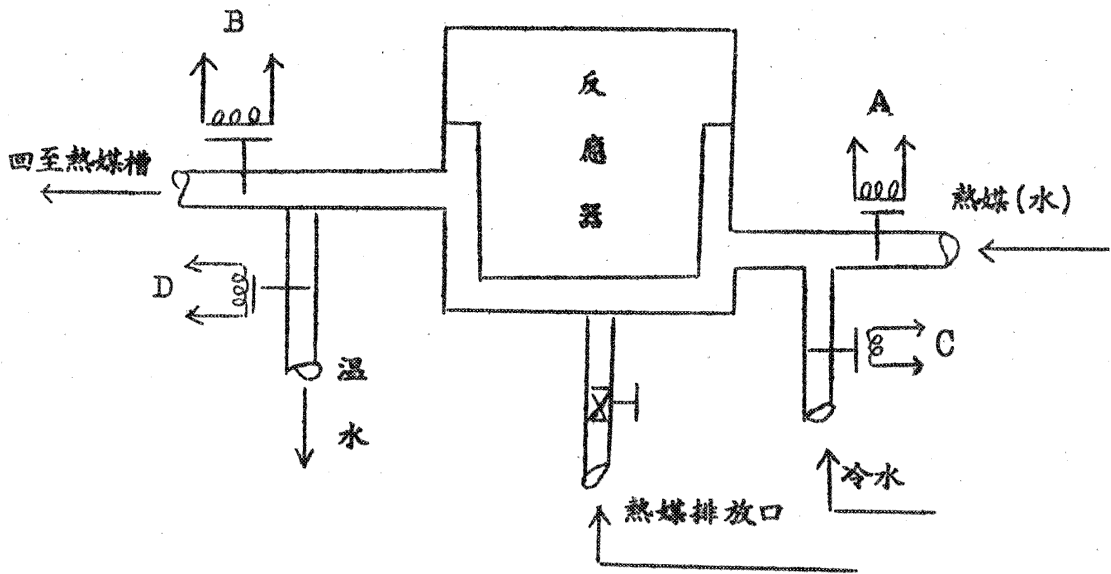
(圖一) 自動加料控制線路圖

然後重新開始下一週期。

3. 反應器自動加熱及冷却部分

(1) 反應器之加熱室兼作冷却室之情形，管路配置請參閱（圖二）：

（圖二）反應器加熱室，兼作冷却室之管路配管圖



A、B、C、D為電磁閥

A與B同步，C與D同步，但AB與CD相反動作

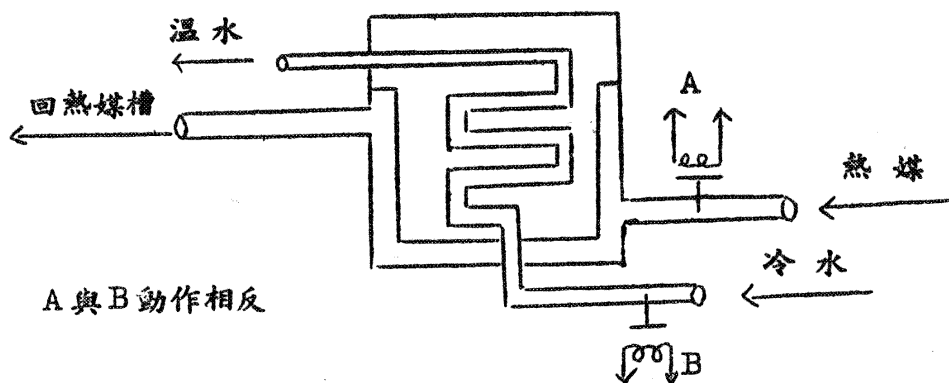
①熱媒可用蒸氣或熱水。

②當反應器溫度未達設定值，須加熱：AB兩電磁閥開放，熱媒泵轉動，CD兩電磁閥關閉，使冷水不致流入，而熱媒也不致流入冷却水中。

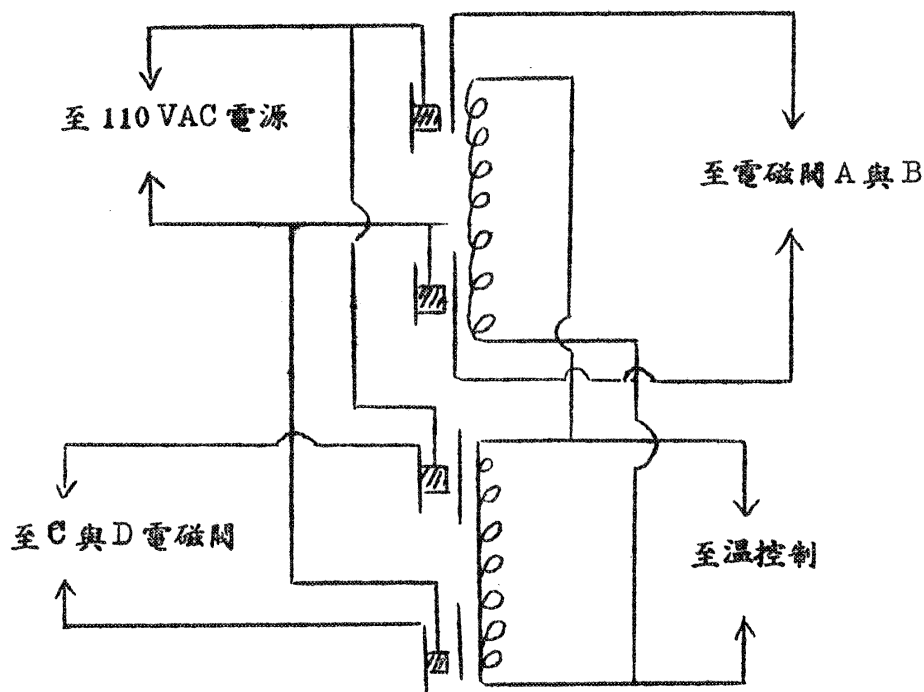
③當反應器溫度過高，則AB閥關閉，熱媒泵停止，同時CD閥開啟，冷水流入冷却反應器，且AB關閉冷水不致流入熱媒槽。

(2) 反應器各自獨立的加熱室及冷却管之情形，管路之配置請參閱（圖三）。

(圖三) 反應有有各自獨立的加熱室與冷却管之管
路配管圖



(3) 自動加熱與冷却系統控制電路請參閱(圖四)
圖四加熱與冷却系統電路圖(圖四)



- ①當反應器溫度低於設定值，溫控器 on，電流通至繼電器之線圈接通電磁閥 AB 使它開啟，同時熱媒泵轉動輸入熱媒加熱。
- ②當溫度超過設定值，溫控器跳至 off，切斷繼電器線圈電源，AB 閥關閉，並使熱媒泵停止轉動，同時 CD 閥開啟冷水輸入冷却反應器。

五、實驗結果

(一)自動加熱及冷却系統

- 1 熱媒加熱系統：熱媒溫度設定 90 ℃，溫度到達設定值，電熱器之電源自動切斷，低於 90 ℃電熱器電源自動接通，自動操作正常溫度誤差範圍在 ± 5 ℃ 以內。
- 2 自動冷却系統：反應本體溫度設定在 75 ℃ 亦能操作正常，誤差值亦在 ± 5 ℃ 以內（冷膠聚合溫度可在 70 ℃ ~ 90 ℃ 之範圍）。

(二)自動加料系統

- 1 回流停止，冷凝管附近溫度約在 50 ℃，控制溫度設定於 50 ℃，加料間隔設定 20 分鐘一次。
- 2 加料泵轉動時間 8 秒鐘加入量 1 公升 / 次。
- 3 以上設定均能自動執行。

六、討論

冷膠之單體為揮發性高，易燃液體，安全性之要求極為重要。所有繼電器應採用密封型，或將控制電路部分遠離反應器本體，以免繼電器跳點之火花引起蒸氣着火爆炸。

七、結論

- (一)本反應器之控制電路經本校化工科用在冷膠之聚合，證明效果很好。
- (二)電路原理簡易，容易裝配調整適合高工層次學生之學習。

(三)所有元件均為一般工業規格產品購買容易，價格便宜。

八、參考資料

(一)自動控制電路部分完全為作者本人自行創作設計未參考任何資料。

(二)反應器本體則使用報廢反應器改裝而成。

評語：1. 本作品以傳統之控制方法，將聚合反應器有效之應用。

2. 作者以克難之方法，使用已報廢之儀器設備，達到再使用之目的。

3. 經作者之精心努力，使用由熱偶極 (Thumal Stusor) 為主之設備，能做小規模之生產設備，而其產品，亦能有效運用，達到教學之目的。