

# 第一章 緒論

共沸蒸餾(azeotropic distillation)在化工分離程序中是常見的一種分離技術，此技術通常用來處理近沸及共沸的混合物，當欲分離的物質間產生共沸或近沸現象時，傳統的蒸餾方法為了要得到高純度的產品往往需要耗費大量的能源及需要板數才能突破此一限制。共沸蒸餾是在傳統蒸餾中加入夾帶劑(entrainer)，讓夾帶劑與欲分離物形成一個或多個的共沸物，以增大該共沸物與產品間的相對揮發度(relative volatility)差距並突破原先的共沸瓶頸，得到純度高且高附加價值的商品。

由於共沸蒸餾能大幅地降低能源消耗及分離板數，此技術可以提高商品的競爭力；因此，共沸蒸餾在化工業中一直被受到重視，且廣泛的被應用在工業界裡。另一方面，以模擬代替實驗的作法，可以降低實際實驗所消耗的時間與金錢，並於放大工程時能提供一個足夠準確的數據，以避免人力與金錢上不必要的浪費。然而，夾帶劑的選擇亦是製程設計中得相當重要的一環，夾帶劑的好壞往往決定了分離效果的優劣，進而決定製程的成敗，這是產品能否獲得商機的重要關鍵。

在某些共沸蒸餾系統中因夾帶劑的加入，使液相分離並形成不相溶的平衡液相，此即異相共沸蒸餾 (heterogeneous azeotropic distillation) 系統。處理形成氣-液-液 (vapor-liquid-liquid) 三相共存的現象時，熱力學上的考量就必須由傳統的 VLE (vapor-liquid equilibrium) 理論延伸到 VLLE (vapor-liquid-liquid equilibrium) 理論。

對於一般的異相共沸蒸餾程序可由圖 1.1 所示，此程序包含有濃縮塔 (preconcentrator column)、共沸塔 (azeotropic column)、分相器和回收塔 (recovery column) 四部分。其處理順序為：將欲分離之混合物先經濃縮塔進行簡單的除水步驟後，進入共沸塔中進行產品的高純化步驟，由於夾帶劑的加入使共沸塔內形成異相共沸系統，因夾帶劑加入而形成的共沸物，將水帶往共沸塔塔頂，並於共沸塔塔底部得到產品，爾後經由回收塔將夾帶劑與殘餘之產物回收。

近年來，異相共沸蒸餾的模擬部分已相當完善，學術界之探討已將焦點漸漸移轉到共沸塔的控制策略上，其目的在求得一個能獲得高純度產品並同時具有穩定操作的製程。另一方面，傳統蒸餾塔之控制方式乃採用塔頂回流與再沸器熱值作為操縱變數以控制塔頂與塔底之純度。若應用此種控制方式於共沸蒸餾塔時，其控制變數與操縱變數之間不一定具有簡單的線性關係，反而增加了控制困難

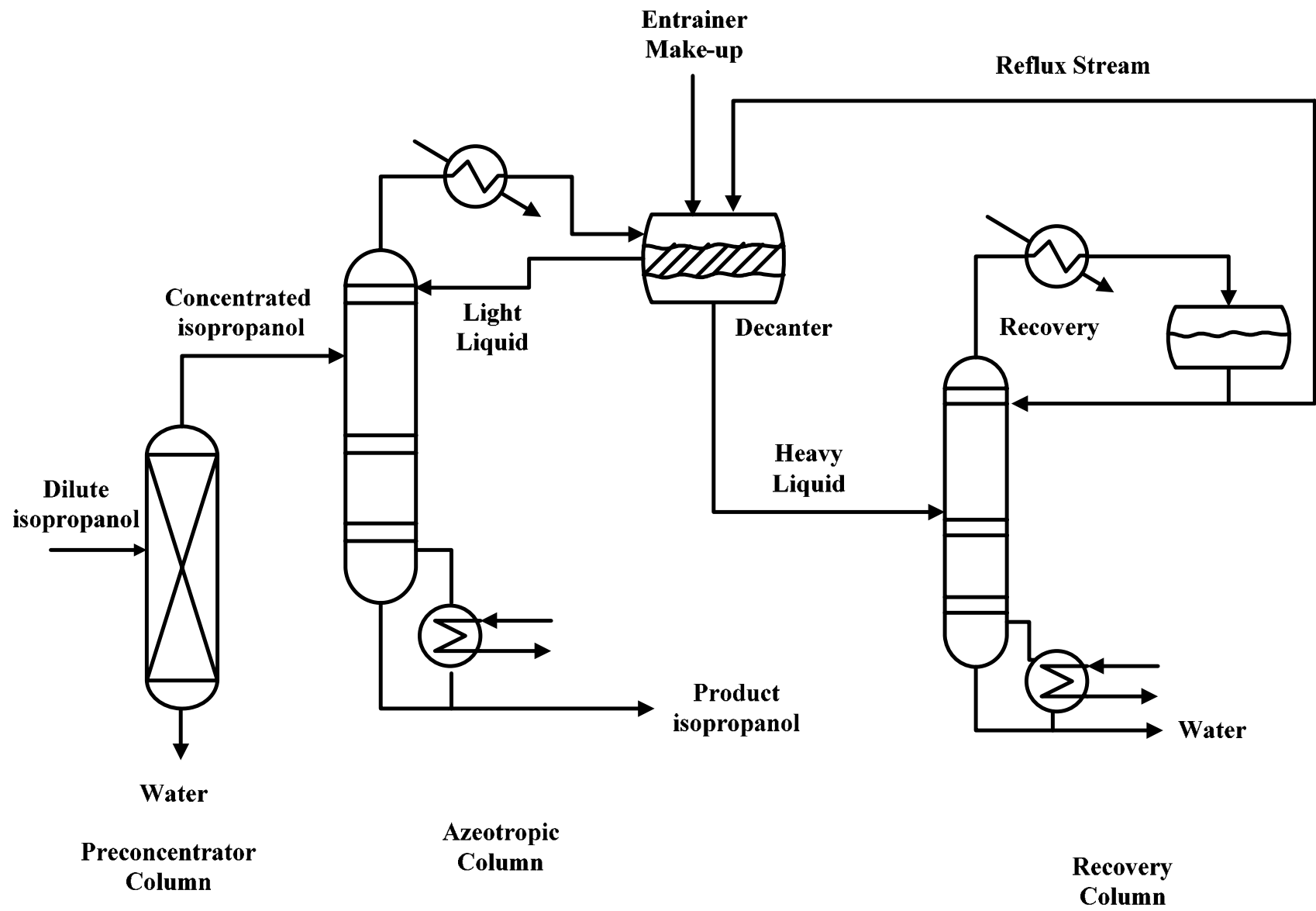


圖 1-1 一般異相共沸蒸餾程序之流程

度。本研究以異丙醇-環己烷-水(isopropanol-cyclohexane-water)作為研究主體，針對共沸塔和回收塔探討三成分異相共沸蒸餾系統之程序設計與控制。研究中，以 RGA (relative gain array)、NI (Niederlinski index) 為基礎，配合工程經驗之判斷(heuristic engineering judgement)，並以電腦模擬的方式進行不同操作條件下的模擬與探討。研究中，提出以不同進料位置和不同回流位置來探討對其產物濃度的影響；並提出以共沸塔之再沸器熱值控制共沸塔塔底異丙醇之純度，同時由回收塔之再沸器熱值控制回收塔塔底排放水純度的控制策略。研究結果顯示，進料由共沸塔進入和回收塔回流到分相器其所需的能耗是最少的。若只考慮單一共沸塔塔頂與塔底純度的雙組成控制(dual composition control)策略，常因操作條件的不同或外在的干擾的改變而無法達到理想的控制。然而，若是同時考慮回收塔與共沸塔的雙塔控制方式，在相同的情況下將可有較佳的可控制性。此外，本研究亦提出可獲得高純度的異丙醇並同時具有穩定的蒸餾塔操作雙塔控制方式，其結果將可做為未來相關的異相共沸蒸餾系統之控制系統模擬與設計上的參考。