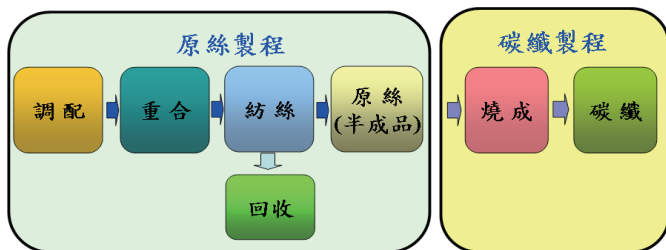


碳纖廠製程低壓蒸汽 回收再利用改善

台塑麥寮碳纖廠

一、前言

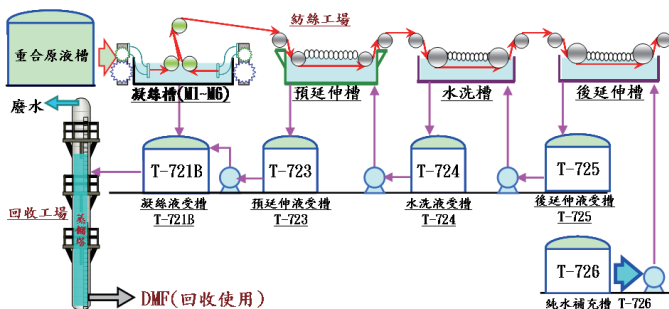
碳纖廠製程如下圖一方塊圖所示，主要分為原絲製程與碳纖製程兩部分，反應單體經調配重合反應完成之重合原液經紡絲工場以二甲基甲醯胺 (DMF) 作為溶劑，讓水滲入原絲中的速度減緩，使凝絲時結晶生成速度下降，能提升原絲緻密性。原絲於紡絲工場水洗延伸過程，絲中殘存 DMF 溶劑量逐漸降低，經塗佈油劑乾燥後收取為原絲 (半成品)。於燒成過程中，原絲先經氧化製程處理並轉化為耐熱結構，再經過低溫預碳化爐及高溫後碳化爐加熱後，轉化為碳纖維成品。



▲圖一、碳纖廠製程方塊圖

碳纖廠原絲 (半成品) 製程中因使用 DMF 作為溶劑，為減少原物料耗用，故規劃將溶劑回收再使用以降低生產成本；

故於紡絲工場之紡絲過程中，如圖二紡絲工場與 DMF 回收工場關聯圖中所示，由凝絲液及水洗預延伸液受槽等部份所沖洗出來之 DMF 水溶液 (濃度約 50%) 予以蒸餾回收使用，達到溶劑充份利用的目標。再如圖二所示，回收工場設立的目的，即是回收紡絲過程中的 DMF 液，並予以蒸餾純化至濃度 99.9%，而回收之後的 DMF 提供給重合工場做為重合調配時之溶劑再使用。



▲圖二、紡絲工場與 DMF 回收工場關聯圖

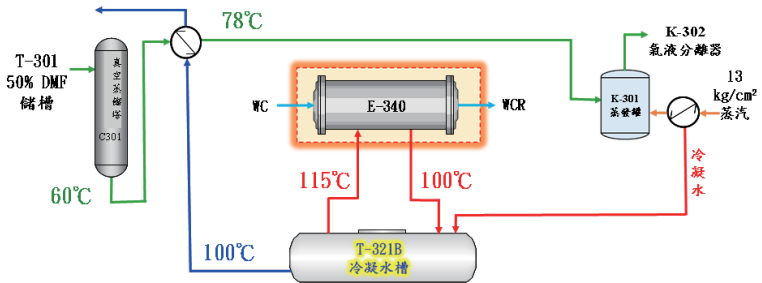
DMF 回收工場係使用 $13\text{kg}/\text{cm}^2$ 蒸汽作為加熱源，因此使用後之低壓蒸汽及產生之冷凝水均需積極回收及處理，否則會於無形中造成能源浪費，也不符合公司節能減碳的政策。因此在設定節水節能目標前，我們先收集其他相關廠處節水節能之優良改善技術及經驗，並加入本廠製程人員專業知識及腦力激盪，試著提供最佳可行方式進行低壓蒸汽及冷凝水餘熱回收再利用，減少蒸汽排放損失以達最大能源使用效益。

二、改善前說明

回收工場蒸發罐 (K-301) 蒸汽加熱後所產生之高溫冷凝水回收入冷凝水槽 (T-321B) 後，部分蒸發為約 3.0 噸 / 小時的 $0.9\text{ kg}/\text{cm}^2$ 、 119°C 的低壓蒸汽，其中 1.9 噸 / 小時的蒸汽已回收至

製程中使用，但仍有 1.1 噸 / 小時的蒸汽尚未善加利用，造成熱能及純水浪費。

如下圖三改善前流程圖中，真空蒸餾塔 (C-301) 槽底 DMF 出料至蒸發罐 (K-301) 管線，使用冷凝水受槽 (T-321B) 輸送冷凝水進行預熱，溫度由 60°C 提高至 78°C，T-321B 槽頂低壓蒸汽則經 E-340 換熱器配置冷卻水進行換熱降溫，其槽頂低壓蒸汽溫度為 115°C，冷卻低壓蒸汽成 100°C 冷凝水。



▲圖三、改善前流程圖

三、改善後說明

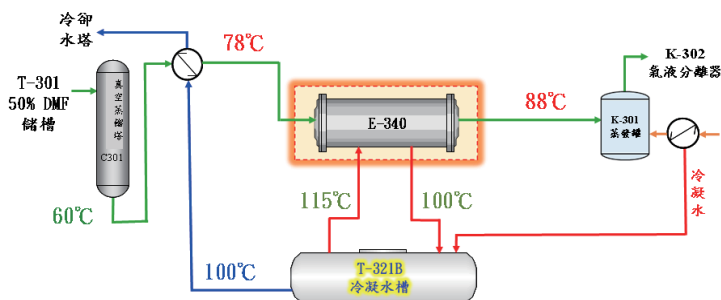
(一) 改善重點：

經檢討蒸發罐 (K-301) 入料使用 T-721B 冷凝水預熱後，擬以剩餘低階蒸汽熱源回收再利用，如下圖四改善後流程圖，修改 T-321B 槽頂 E-340 換熱器相關配置，將原本以冷卻水回收 T-321B 槽頂低階蒸汽配管，修正為以真空蒸餾塔 (C-301) 槽底出料，使用 T-721B 冷凝水預熱後至蒸發罐 (K-301) 之管線，再配管至 E-340 換熱器中用槽頂低壓蒸汽二次預熱，以降低蒸發罐 K-301 之 13kg/cm² 蒸汽用量，且可降低水塔冷卻水蒸發損失。以 T-321B 槽頂低壓蒸汽二次預熱改善後，可將蒸發罐 (K-301) 入料溫度由 78 °C 提高至 88°C，蒸汽用量由 103

噸/日降至 55 噸/日，減少 48 噸/日，降低比率達 46%。

(二) 改善效益：

1. 投資金額：相關配管等工程費用共計 100 仟元。
2. 年效益：48 噸蒸汽/日 \times 668 元/噸 \times 365 日/年 = 11,703 仟元/年。
3. CO₂ 減量：48 噸蒸汽/日 \times 365 日/年 \times 0.2971 CO₂ 噸/噸 = 5,205 噸/年。



▲圖四、改善後流程圖

四、未來改善方向

目前本廠除持續提升雨水回收率及空壓機冷凝水回收改善案外，未來擬再規劃其他製程區低階蒸汽回收再利用，以降低全廠蒸汽用量；另針對蒸餾塔的操作設定上作測試調整，以達到最優化操作條件及最低能耗之表現，並降低全廠能耗及減少 CO₂ 排放。

全球暖化與氣候變遷的效應為現今國際最關注的議題之一，所以提高能源使用效率與製程廢熱回收是本廠未來最重要的努力目標，希望在不影響製程的本質安全及產品品質之下，能持續降低能源耗用量，達成節能減碳及提升營運績效之目的。