

第2屆大專校院綠色化學創意競賽 創意說明書

一、主題

活性碳的循環使用：水熱再生活性碳並同時降解被吸附的污染物

二、動機

活性碳是有效的吸附劑，廣泛用於空氣污染控制、溶劑回收和廢水處理過程(染料、重金屬、清潔劑)。當活性碳達到吸附飽和時，通常會直接將活性碳丟棄或傾倒在垃圾掩埋場中。活性碳製造需經過碳化與活化程序，所需要的能量與成本均相當高。因此，為了在經濟上與其他提純方法競爭，就必須發展活性碳再生的方法。活性碳再生是指將吸附飽和的活性碳經由特定條件的處理後再次活化，恢復其原有之活性，以達到重複使用，再生後的活性碳仍可重複使用及再生。活性碳的再生可以大量減少石化和生質資源的消耗、減少污染的產生、降低營運成本，具有明顯的環境與經濟效益。而目前再生方法有：熱再生法、化學再生法、微生物再生法等等。而在工業上最成熟且廣泛應用的活性碳再生方法是加熱再生法。熱再生法效率高、應用範圍廣，但有顯著的碳損失、高耗能、高投資成本等缺點。

本設計主要是以亞臨界再生法(又稱為水熱再生法)再生廢棄活性碳，可在相對低溫的水條件下進行反應，水可作為反應物、作為觸媒、壓力的生成與傳播、促進原子與分子再排列以及促進物質的溶解。而吸附在活性碳上的污染物也會在被脫附、轉化和破壞。最近的一項研究表明，即使在水溶液中，也可以在水熱處理下(255°C)分解多種化學物質，將有機高分子聚合物水解成水溶性低分子聚合物，然後將分子內氫鍵和分子間氫鍵分解成簡單的單體，如：二氧化碳、乙酸、生物碳等等。而無機化合物(如金屬鹽類)的不良溶劑，經過水熱處理下，促使吸附的金屬離子脫附至溶液中，再形成金屬固體氧化物沉澱，相對於易處理。因此，水熱法的再生過程可同時處理廢棄活性碳中的有機和無機吸附物，是其優於傳統再生方法的主因。另外，水熱法可整合碳化和活化程序以簡化再生過程，並於反應過程中溶解無機物質以修復原始多孔結構、減少灰份。水熱法較傳統乾熱方法簡化製程、減少化學藥劑、降低能源消耗。

三、目的

我們以亞臨界法作為活性碳再生方法，利用亞臨界法再生廢棄活性碳，除了可以獲得活性回覆率高的再生活性碳之外，所使用的水溶液也可達到直接放流水的標準，無需後處理成本。設計擬探討操作參數對再生活性碳的吸附能力的影響，多次的吸附/再生循環迴圈將可評估本技術的經濟成本以及其競爭力。我們預計改變原有活性碳使用/廢棄的模式，使其可不斷地循環再利用，再生的同時將吸附的污染物完全分解，因此，在此一建構的循環程序中，輸入的是廢水、清水與能量，而輸出的是放流水，可以說是運用能量、不消耗物質或產生廢棄物之下，達到處理廢水的目的。

四、設計大綱(含流程圖及照片更佳)

(表格不敷使用請自行增減)

1. 設計流程

首先，將商業顆粒狀活性碳用 30 目篩網篩選，通過篩網的細小活性碳去除，只使用留在篩網上的活性碳接續實驗。秤取特定重量活性碳，加入亞甲基藍水溶液中，進行第一次吸附，吸附 3 小時後，抽氣過濾，將液體收集，透過分光光度計換算其吸附的濃度，同時將濾紙上活性碳收集，隔夜烘乾。接著，將經染料吸附的活性碳置於 300 毫升水熱釜內，加入特定蒸餾水後，密封上蓋持續攪拌 20 分鐘，開始加熱至設定溫度，記錄壓力變化，經過特定時間的脫附後，等待壓力值降為零，接著抽氣過濾，以約 1 公升蒸餾水沖洗，將濾紙上活性碳收集，隔夜烘乾。接著，再一次進行吸附，將經亞臨界再生法的活性碳加入相同濃度的亞甲基藍水溶液中，進行第二次吸附，程序與第一次吸附相同。紀錄兩次的吸附濃度，計算活性碳的回覆率。

吸附容量計算：

$$q_e = \frac{V(C_i - C_f)}{m}$$

q_e ：吸附容量，mg/g

V ：最初溶液體積，L

C_i ：溶液初始濃度，mg/L

C_f ：吸附後溶液濃度，mg/L

m ：活性炭克重，g

回覆率計算：

$$R = \frac{q_r}{q_e} \times 100\%$$

R ：回覆率，%

q_r ：新鮮活性碳的吸附容量，mg/g

q_e ：再生後活性碳的吸附容量，mg/g

2. 活性碳在亞臨界再生法的最佳參數

預計探討參數為：(1)再生溫度、(2)水熱溶劑中添加氧化劑:雙氧水、(3)水熱釜的水位、(4)再生時間。先找到活性碳回覆率之最高點的脫附溫度，再加入雙氧水，尋找最佳的活性碳回覆率。接著，在不影響最佳的活性碳回覆率的情況下，加入再生時間及水熱釜的水位參數，已達到節省能源與減少廢水得產生之目標。

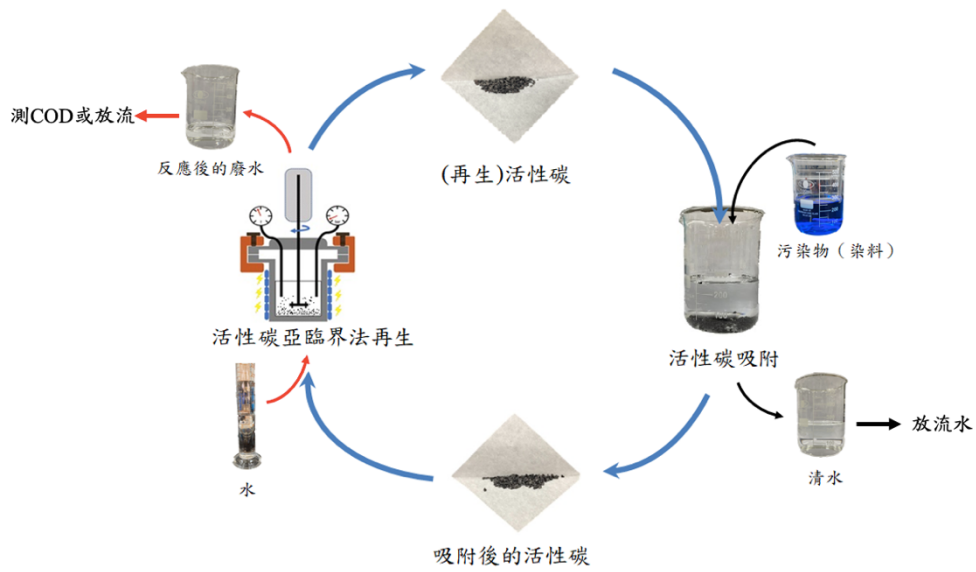


圖 1、本設計所提出的循環概念圖

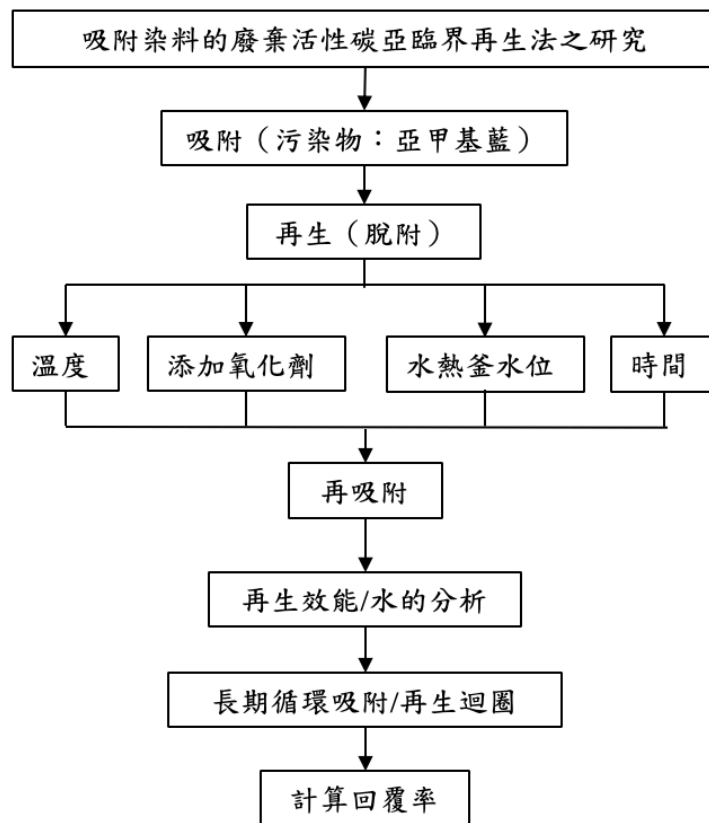


圖 2、設計架構圖