

## 第2屆大專校院綠色化學創意競賽 創意說明書

### 一、主題

化學鍍鎳廢液分離回收磷、鎳之研究

### 二、動機

化學鍍鎳採用溶液自然氧化還原以達到鍍層表面鎳金屬的沉積，使用次、亞磷酸鹽做為還原劑(Małecki and Micek-Ilnicka, 2000)，因而廢水中存在大量高溶解度的還原劑次、亞磷酸鹽，使得廢水中總磷濃度高且處理不易。此外，由於鍍液中需添加Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA)、Nitrilotriacetic acid (NTA)、檸檬酸鹽及酒石酸鹽等螯合劑提升鎳之溶解度，鎳離子與螯合劑形成螯合態後使處理難度大增。本研究以印刷電路板化學鍍鎳廢液作為目標，研究處理化學鍍鎳廢液中含高濃度總磷及鎳的問題。

對於廢水總磷的去除，可以生物或化學程序進行處理，其中化學沉澱較為常用，其優點是磷的去除不依賴微生物，微生物可能對廢水溫度或其他抑制物質敏感而難以穩定操作維護致去除效果不佳，然而對於本研究欲處理之化鎳廢液，化學沉澱法存在一難題，即鍍鎳廢液中的磷主要以次磷酸鹽及亞磷酸鹽的形式存在，此兩種還原態的磷物種因具高溶解度而無法直接以沉澱法處理，回顧目前文獻，對於次/亞磷酸鹽通常以高級氧化程序將其氧化為正磷酸鹽後再加以化學沉澱法除磷。

### 三、目的

本研究研發以臭氧為基礎的高級氧化程序(Advanced oxidation processes, AOPs)來進行高濃度化鎳廢液處理技術，評估臭氧在不同加藥量下與改變不同廢液pH值對於此廢液中次/亞磷酸鹽的氧化、螯合鎳的螯合破壞及後續化學沉澱法對總磷及鎳的去除效率，並期望能將產生之沉澱物(鎳、磷)回收再利用以達綠色化學節能減廢之目的。

### 四、設計大綱 (含流程圖及照片更佳)

本研究將從兩個方向處理化鎳廢水，第一是次/亞磷酸的氧化去除，第二為整合鎳的螯合劑去除以增進鎳的沉澱。

次磷酸鹽為化學鍍鎳過程中理想的還原劑，因此鍍鎳廢水中含有高量的還原態的磷。次磷酸鹽的溶解性高，例如次磷酸鈣  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$  在水中溶解度常溫時為 167 g/L，因此不易以沉澱去除。本研究計畫將次磷酸以及廢水中其它還原態磷物種以氧化劑氧化成正磷酸鹽後添加鈣鹽，利用  $\text{CaHPO}_4$  之低溶解度的特性(0.088 g/L)將其沉澱回收。

以臭氧氧化法處理之另一目的，為破壞化鎳廢水中之螯合劑，前述已提及螯合劑大幅增加以氫氧化鎳沉澱去除鎳之難度。本計畫將評估氧化去除螯合劑所需之能力，氧化反應同時，若二價鎳處於高 pH 環境下會形成氫氧化鎳沉澱，此階段評估在調整不同 pH 下形成氫氧化鎳沉澱回收鎳之比例，氫氧化鎳沉澱量亦為螯合鎳破壞程度的指標。

含鎳/磷廢液處理技術研究策略及方法實驗步驟操作流程圖如下圖所示，將處理後水中殘餘鎳含量、磷含量以及產出的污泥量來評估此處理流程的效能，並計算此處理流程所需成本，以評估此處理程序之效益及其產生沉澱物之再利用可行性。



