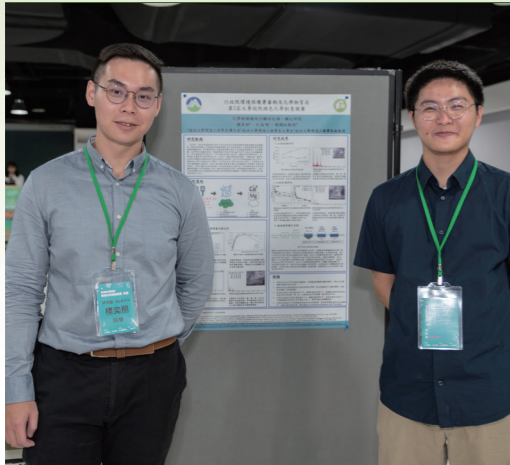


## 國立成功大學環境工程學系「磷鎳，我都要」團隊 化學鍍鎳廢液分離回收磷、鎳之研究

指導老師 / 陳婉如 副教授 學生 / 標奕朋、孔為鳴



文 / 黃亭慈

桃園工業區匯集大量印刷電路板工廠，其鍍鎳廢液中含有重金屬及有機物，以往皆使用大量水資源及化學藥劑處理，對環境及資源仍造成負擔與浪費；倘若能轉化思維，從中提煉出有用物質，即可形成「廢液再生」的綠色循環。



### 廢水再生！從工業廢液中提煉經濟價值原料

第2屆大專校院綠色化學創意競賽研究組得主—國立成功大學環境工程學系，由陳婉如副教授帶領標奕朋、孔為鳴研究生進行「化學鍍鎳廢液分離回收磷、鎳」之研究，榮獲銅獎殊榮。團隊使用印刷電路板廢液進行實驗，經過高級氧化及沉澱程序，成功去除97%的鎳、98%的磷，並取得含磷、鎳之沉澱物，可作為再利用的工業原料。

### 轉化污染思維 廢水提煉運用

由於化學鍍鎳是採用次、亞磷酸鹽做為還原劑，使金屬自然氧化還原，以達到鍍金屬沉積鍍層表面的加工技術，因此過程中產生的廢液存在高濃度且高溶解度的還原劑次、亞磷酸鹽；加上鍍液中添加了各種鎳螯合劑，因此處理的難度大幅增高。團隊成員標奕朋表示，「以往工業都是用『去除及淨化污染源』的思維在處理廢液，但以化學鍍鎳的廢液為例，裡面含有高濃度鎳及磷，若我們能轉化廢水只是污染的思維，反方向操作，將其視為資源，從中提取有用物質，就能創造廢水再利用的價值。」

有鑒於桃園工業區匯集許多印刷電路板工廠，在加工製程中會產生大量化學鍍鎳廢液，因此團隊選擇「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。為了從廢液中提煉出鎳與磷的成分，團隊在鹼性環境下採用臭氧進行高級氧化程序，將廢液中的次磷酸鹽、亞磷酸鹽氧化成正磷酸鹽，並同時去除廢液中的鎳螯合劑，先行取得鎳沉澱物後，接續於廢液中加入氫氧化鈣和氯化鈣以促進總磷沉澱，後取得磷酸鈣沉澱物，成功去除廢液中97%的鎳及98%的磷。

### 挹注工業原料 打造綠色循環

由於整個實驗過程要不斷試驗 pH 值與臭氧劑量的比例，因此團隊至少實驗了 30 次，得出在高 pH 值的鹼性環境下，臭氧可有效將廢液中的次 / 亞磷酸鹽 100% 氧化成正磷酸鹽。標奕朋說明，「其實團隊在思考要使用何種氧化物進行高級氧化程序時就下了許多功夫，因為要考慮到氧化能力強弱與後續污泥再利用等等。為了更容易從污泥中獲得重金屬及有機物的沉澱物，最後團隊選擇用臭氧作為氧化物，以使污泥組成成分單純更利於再利用。」

團隊亦針對鎳沉澱物及磷酸鈣沉澱物的成分進行研究，其中鎳沉澱物的鎳含量高達 60%，磷酸鈣沉澱物的鎳含量則小於檢測極限，兩者皆具有回收經濟價值。標奕朋強調，「目前臺灣都是從國外進口鎳礦，其鎳含量只有 1~2%，因此 60% 的鎳含量沉澱物勢必能挹注國內工業原料，在不銹鋼及面板的製程中發揮效益。而磷

酸鈣沉澱物的部分，雖然礙於來源是事業有害廢棄物，無法應用於飼料、肥料及食品添加劑，但仍可再生利用，化身工業用磷酸等化學品項，達到綠色循環理念。

