

流體化床電解回收設備的使用對於污泥減量的實務探討

吳仲謀

摘要

目前台灣所所安裝的流體化床電解回收設備約有60多台（若以'S'型計算）。若以化學混凝法來處理重金屬廢水將產生大量污泥。因台灣缺乏重金屬工業故其污泥的末端處理採用固化掩埋。故增加生產加工成本甚多。若以流體化床電解法回收重金屬將可大量減少污泥並且於廠內將其資源化成可用之金屬材料。

本文將以理論推算，杯瓶試驗及探訪化學混凝法採用的工廠提出污泥產生量的報告。並對化學混凝法的總成本做單元分析。並針對多數工廠未能確實執行化學混凝法操作的原因提出探討。

【關鍵詞】

1. 流體化床電解回收 2. 重金屬 3. 污泥漿 4. 污泥餅

* 福傳企業有限公司負責人

Practical Case Study of Sludge Reduction by the Utilization of Fluidised Bed Electrolytic Recovery Units

John C. M. Wu

Abstract

At the present time, there are many installations of fluidised bed electrolytic recovery units equipped by plating industry, printed circuit boards industry and copper foil manufacturer in Taiwan.

Due to the conventional process for heavy metal wastewater treatment generated huge slurry and sludge, meanwhile, the heavy metal industry has not built in Taiwan, the final treatment of sludge was solidified and then to dispose of solidified sludge in a qualified landfill, therefore add up the cost of production quite a lot.

By adaptation of fluidised bed electrolytic recovery units in the production lines, the heavy metal sludge reduced drastically, besides the recovered metal was pure to be able to reuse in the production line or to be sold.

In this paper, by theoretical calculation, jar test and visits to many plants which generated sludges by conventional treatment, gave the volume of sludge which generated by the treatment, analyzed the unit cost of the general cost using conventional wastewater treatment. Inspected the reasons why the traditional treatment could not be operated adequately in many plants.

【Keywords】

1. fluidised bed electrolytic recovery 2. heavy metal 3. slurry 4. sludge

President, Futran, Inc.

一、前　　言

電鍍工業及印刷電路板工業會產生重金屬工業廢水，許多工業化國家由於設定嚴格的排放水規定，導致許多工廠由於生產成本大量提高而紛紛關廠，相關工業的萎縮，世界最早工業化的英國及鄰近的工業大國日本都有同樣的遭遇，傳統的化學混凝處理方法，不僅須增加處理藥品費用的生產成本，以美國為例一個投資NT\$2,106,000的傳統式廢水處理廠，其一年的廢水處理費用高達NT\$2,565,594處理藥品費用僅佔總處理成本的13.9%設備折舊佔23.0%污泥餅(sludge)處置成本佔20.2%，其他費用佔10.6%，故工業化國家都積極研究開發，減少廢水並可將廢水中的重金屬成份再回收利用，流體化床電解回收設備是目前廣被使用的設備，若與離子換樹脂、電透析、逆滲透設備並用更可使廢水大量減少接近零排放的最高目標，大大降低廢水處理費用。

二、製程簡介

電鍍工業會產生大量的重金屬廢水，台灣有很大的電鍍工業，主要分為三部分。

第一部分為裝飾性電鍍，如銅、鎳、鉻電鍍及金、銀、青銅電鍍，主要鍍件為腳踏車汽機車零件眼鏡、手錶、樂器、雨傘、電子、及裝飾品零件。

第二部分則為功能性電鍍，如硬鉻電鍍及化學鎳電鍍用於工業用滾筒、模具、機械耐磨零件、軸心零件的電鍍，黑鉻電鍍則用於一般零件及太陽能吸熱板。

第三部分則為印刷線路板及電子零件的電鍍，通常在台灣印刷電路板廠的電鍍廠規模都比較大，電子零件的金、銀電鍍大都採用帶狀的連續電鍍(reel to reel plating)。

三、廢污來源

重金屬廢水的來源主要來自電鍍過程中水洗的部分，當鍍件從鍍液中提起須充分的將其所附著的鍍液清洗乾淨，故清洗液中會含有重金屬的成份，造成工業廢水。

至於印刷電路板工業，則於腐蝕及微蝕的過程中會產生大量的銅廢水，印刷電路板工業亦產生電鍍銅、化學銅及電鍍金的廢水。

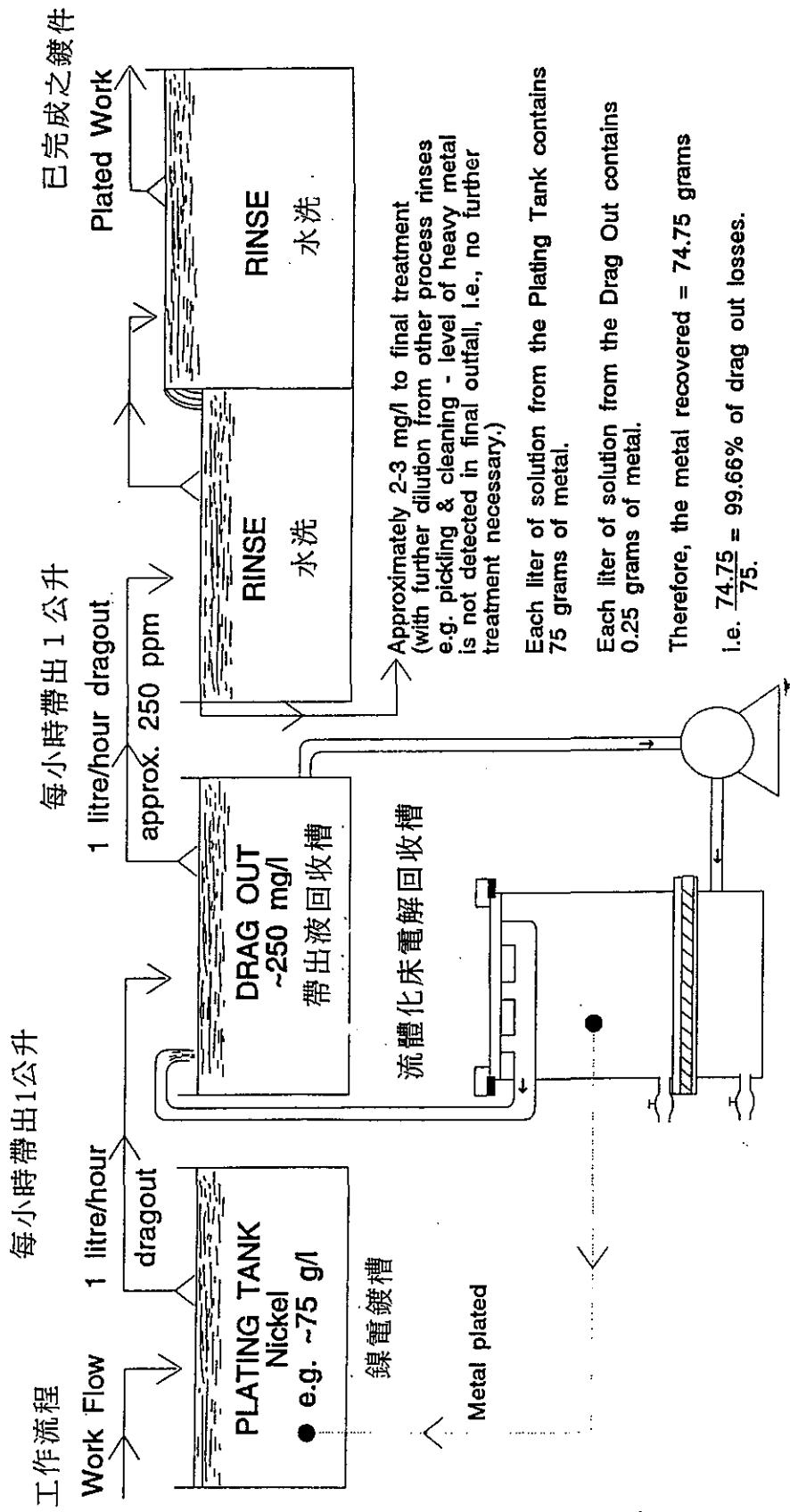
四、廢污質量及特性

電鍍廠的廢水量通常為 4 噸／日 ~ 100 噸／日，其特性是與鍍液的組成相同（各股廢水未相混前）但濃度較低，此一與鍍液組成相同的特性，故日本電鍍界的前輩石田武男，鼓勵日本電鍍業採用濃縮法，將其回收使用，而濃縮法於實務上卻常遭到濃縮液內導入不純物的難題，而不純物的移除並非易事。

印刷電路板廠主要為銅廢水，腐蝕及微蝕的過程會產生非常大量的含銅廢水，廢水量有高達 3,000 噸／日，廢水處理費用高達 NT\$2,000,000／月。

通常污泥餅中重金屬含量只佔 15% 以下故會形成大量事業廢棄物，在污泥漿 (Sludge) 的階段，重金屬甚至僅佔污泥漿體積的 200 分之 1，可輕易由杯瓶試驗得之。

五、處理流程及其特點

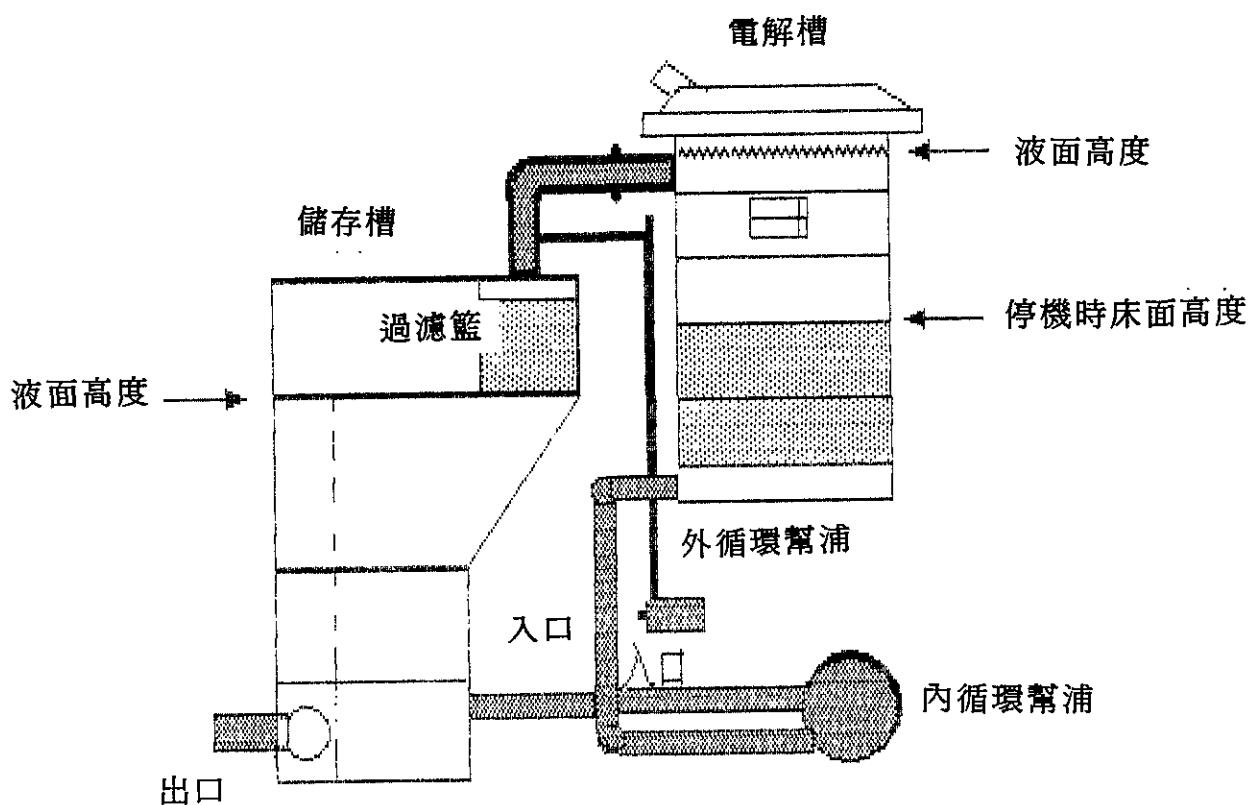
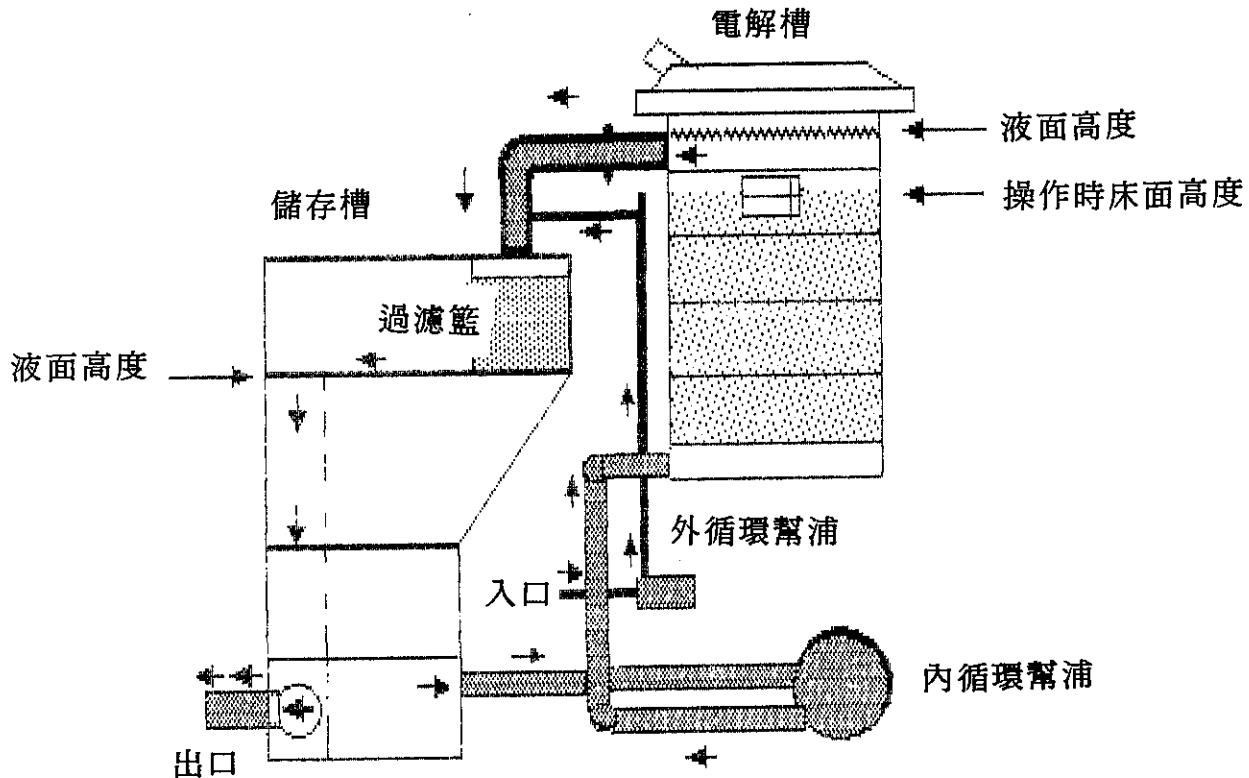


典型電鍍線上的流體化床電解回收槽之操作流程

六、設備概要

流體化床電解回收機

電解回收液流動圖



七、處理效果

試驗報告：

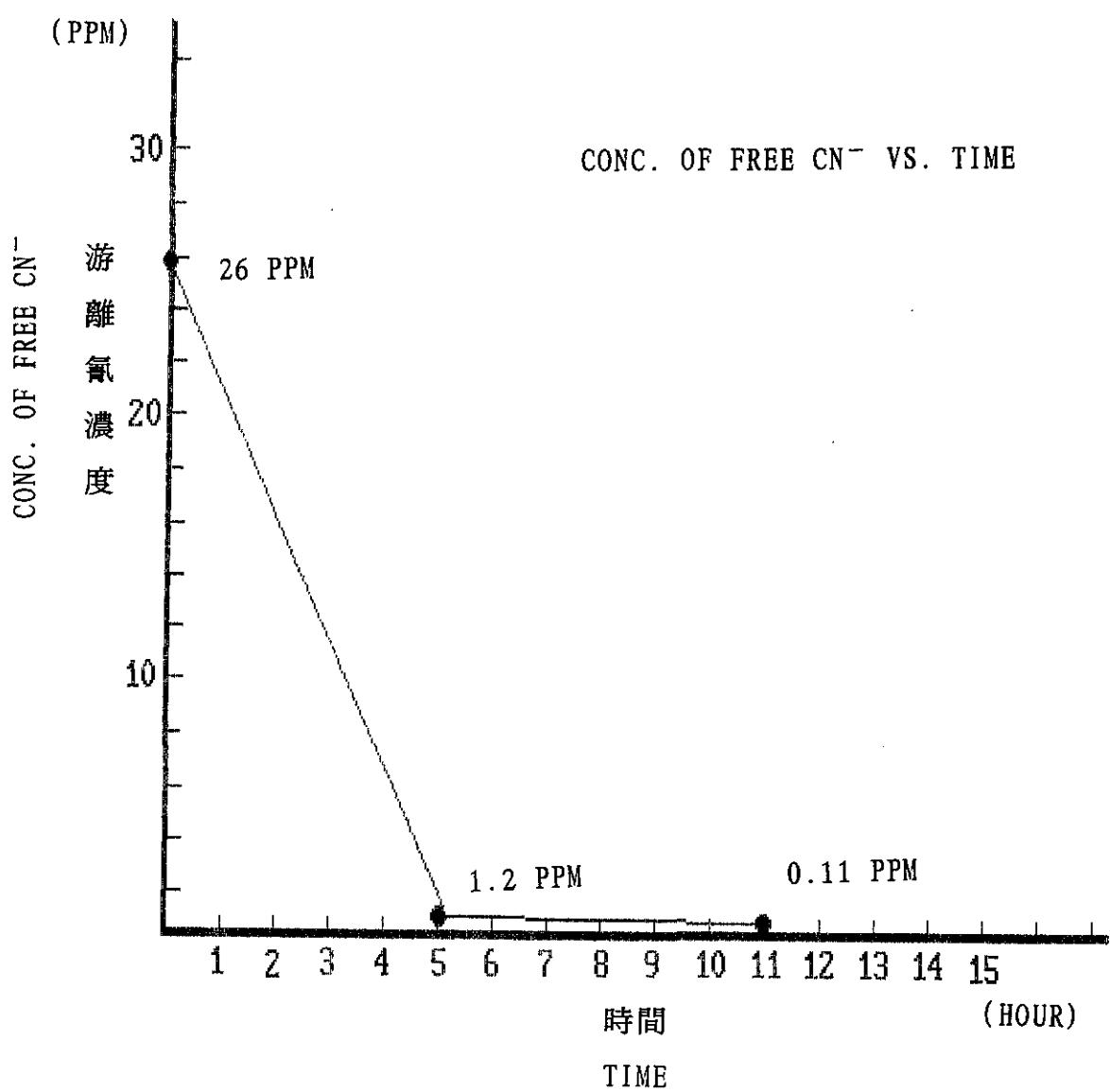
試驗日期：10.1.1992

樣品來源：鍍錫工廠有氯化銅電鍍線

樣品成份：游離氯（氯化銅鍍液）

試驗儀器：流體電解機，WAL分光光度計

試驗內容：以流體化床電解機分解游離氯的效率圖



金屬回收	回收槽維持濃度 毫克/公升	回 收 率 公斤/1000安培. 小時	電化學效率
金	20	0.8	10%
銀	50	1.5	40%
鎳	250	0.5	50%
銅	500	1.0	40% (氯) 20% (酸)
錫	500	1.0	50% (酸)
鎔	50	0.3	15%
鋅	500	0.5	40%

八、操作管理問題與對策

流體化床電解回收設備除了少數金屬回收須控制回收液的PH值須加入少量的氫氧化鈉之外，一般的金屬回數及氯的破壞並不須要加入任何化學藥品，操作管理上須注意防止陰陽極的短路，及防止鈍性玻璃珠回流到幫浦以致損壞幫浦。

陰陽極的短路會導致陽極破損且會使貴金屬被護的陽極使用壽命縮短。

九、結論建議

採用流體化床電解回收處理重金屬廢水的問題，很顯然的可以減少重屬污泥的產生量，並同時可破壞具有急毒性的氯化物，流體化床電解回收法另一優點是回收的金屬純度極高，無雜質累積的問題，通常其他濃縮法的回收製程都會有雜質累積的現象以致重複使用會有製品不良的難題，若能與離子交換樹脂的設備

共用則不僅能使水回收使用，更可將廢水資源化作有用的金屬，並且操作成本低，不造成大量的有害事業廢棄物，流體化床電解法於甚低濃度如 1 ppm 的濃度下仍能回收多種金屬且於低濃度的條件下回收效率仍然甚高，故是達成接近零排放（Zero Discharge）目標的實務上有效的工具。

十、參考文獻

1. 雍知盛“裝飾性銅、鎳、鉻之電鍍”，總匯，台北（1980）。
2. 雍知盛，“硬鉻電鍍之理論及應用”，總匯，台北（1980）。
3. 友野理平“ペラスチックめつき實務讀本”，才一ム社，東京(昭和44年)。
4. F.A.Lowenheim, "Modern Electroplating", The Electrochemical Society , Inc., princeton,N.J. (1974) 。
5. 林忠夫等“石田武男先生追悼集”，電氣鍍金研究會，大阪（平成 3 年）
6. A.K.Graham, "Electroplating Engineering Handbook", Jenkintown, Pa (1975) 。
7. 楊萬發，“水及廢水處理化學”，國立編譯館，台北（1990）。
8. G.A.DiBar, “放流水的管理及電鍍業防止公害的管制（工業減廢的國際觀）”，表技勵進會第144次研討會 台北，pp5-6，(1994) 。
9. 萬其超，“電鍍與表面處理”，表面工業雜誌社，台北（1994）。
10. T.E. Such, "An Alternative to Pollution-Electrolytic Recovery of Metals from Rinse Waters using the Fluidised Bed Principle" , "Transactions of Metal Finisher's Association of India" , Vol. I No. I Jan-Mar, (1992) 。
11. P.R.Kellner, "Case studies of Economic Waste Minimisation Systems in Printed Circuit Board & Copper Foil Manufacturing Processes" Proceedings of the International Conference on Industrial Waste Minimization '92 ,pp315-318 (1992) 。
12. 張柏成，張傳進，“電鍍液鉻及鎳之回收實例”，第三屆環境與工業研討會論文集，第47-56頁（1990）。

- 13.D.Tomlinson, "Practical Methods for the Control of Industrial Pollution and Recycling of Waste Materials", 工業污染控制及廢水回收重金屬的實用方法研討會，生產力中心（1990）。
- 14.D.P.Duffy etc, "A Survey of Metal Finishing Wastewater Treatment Costs", Plating and Surface Finishing, Vol-74, NO.4, pp30-34, (April 1987) 。
- 15.C.L.Loez-Cacicedo, "The electrolytic recovery of metals from dilute effluent streams", I.Separ, Proc. Technol., 2(1)34-39 (1981) 。
- 16.M.R.Hillis , "Treatment of Cyanide Wastes by Electolysis", Trans, Inst.Met,Finish, Vol.53,pp65-73, (1975) 。