

Resource recovery of copper sludge

簡長清、李清華

E-mail: 9607387@mail.dyu.edu.tw

ABSTRACT

The copper sludge may seriously pollute the environment, if it is not properly disposed of. In order to recover the copper from copper sludge, a series of tests of leaching, crystallization and replacement are conducted in this study. The results of this study reveal that the copper sludge can be 100% dissolved into a leaching solution by adding 36N sulfuric acid and deionized water. After first crystallization, a high purity of CuSO₄ crystal can be obtained from this leaching solution. The remaining crystallization solution which contains 6.28% of copper is sent back to the leaching and crystallization process to enhance the copper recovery. After second crystallization, the remaining crystallization solution which contains 4.32% of copper is subjected to a replacement process by adding iron powder to recover the copper of this solution. A maximum of 99.57% of copper can be recovered by this process. The remaining replacement solution (FeSO₄) which contains 6.24% of ferrous ion can be used as a flocculant reagent for waste water treatment. This study can achieve a 100% recovery of copper and zero waste discharge for copper sludge recycling.

Keywords : copper, sludge, resource, recovery, leaching, crystallization, replacement

Table of Contents

目錄 封面內頁 簽名頁 授權書.....	iii	中文摘要.....	iv	英文摘要.....
要.....	v	誌謝.....	vi	目錄.....
錄.....	x	表目錄.....	xii	第一章 緒論.....
言.....	1.1.1	研究目的.....	1.1.2	前.....
及處理方式.....	1.2.1	銅污泥之特性.....	1.2.2	銅污泥相關回收
之介紹.....	1.2.3	銅金屬之特性與用途.....	1.2.4	濕式冶金法
離.....	1.2.4.1	預處理.....	1.2.4.2	溶蝕浸漬.....
收集、乾燥及粉碎.....	1.2.4.3	固液分	1.2.4.4	純化及回收.....
比重分析.....	1.3.1	銅污泥之收	1.3.2	ICP有價金屬全含量分析.....
21.3.2.3 水份及灰份分析.....	1.3.2.1	銅污泥之性質分析.....	1.3.2.2	18.3.2.1
銅污泥依不同配比混合之研究.....	1.3.2.3	21.3.2.3	銅污泥之性質分析.....	18.3.2.2
24.3.4 銅污泥之浸漬溶蝕.....	1.3.2.4	水份及灰份分析.....	22.3.2.4	23.3.3
25.3.5.1 晶析法.....	1.3.3	銅污泥依不同配比混合.....	24.3.4	銅回收之研究.....
25.3.5.2 探討晶析殘留液之浸漬效果.....	1.3.4	24.3.5	25.3.5.2	置換法.....
3.6 硫酸亞鐵混凝效果測定之研究.....	1.4.1	銅污泥之浸漬溶蝕.....	26.3.5.3	26
論.....	1.4.2	25.3.5.3	探討晶析殘留液之浸漬效果.....	置換法.....
39.4.1 銅污泥之收集.....	1.4.3	26.3.5.4	26.3.5.4	置換法.....
量分析.....	1.4.4	39.4.2	銅污泥之性質分析.....	26.3.5.4
40.4.2.2 比重分析.....	1.4.5	39.4.2.1	ICP金屬全含	置換法.....
顯微鏡分析.....	1.4.6	41.4.2.3	39.4.2.1	量分析.....
42.4.3 銅污泥依不同配比混合.....	1.4.7	41.4.2.4	40.4.2.2	ICP金屬全含
去離子水添加比例之研究.....	1.4.8	43.4.4	41.4.2.3	量分析.....
45.4.4.2 浸漬劑劑量之研究.....	1.4.9	44.4.1	42.4.2.4	ICP金屬全含
47.4.4.4 浸漬溫度之研究.....	1.4.10	44.4.2	43.4.4	量分析.....
47.4.4.5 最佳浸漬溶蝕與晶析條件.....	1.4.11	44.4.3	44.4.2	ICP金屬全含
48.4.5 不同污泥配比之初次浸漬溶蝕與	1.4.12	46.4.4.3	44.4.3	量分析.....
初次晶析實驗....	1.4.13	47.4.4.5	46.4.4.3	ICP金屬全含
48.4.5.1 不同污泥配比與晶析時間之研究.....	1.4.14	48.4.5	47.4.4.5	量分析.....
49.4.6 二次浸漬溶蝕與二次晶析實驗.....	1.4.15	49.4.6	48.4.5	ICP金屬全含
51.4.7 鐵	1.4.16	50.4.7	49.4.6	量分析.....
粉置換之結果與討論.....	1.4.17	51.4.7	50.4.7	ICP金屬全含
53.4.8 硫酸亞鐵副產品混凝成效之探討.....	1.4.18	52.4.8.1	51.4.7	量分析.....
54.4.8.1 硫酸亞鐵混凝廢水(pH = 7.13)之研究.....	1.4.19	53.4.8	52.4.8.1	ICP金屬全含
55.4.8.2 硫酸亞鐵混凝廢水(pH = 9.0)之研究.....	1.4.20	54.4.8.2	53.4.8	量分析.....
56.4.9 最佳銅污泥整合性資源回收及處理流程.....	1.4.21	55.4.9	54.4.8.2	ICP金屬全含
57.第五章 結論與建議.....	1.4.22	56.4.9	55.4.9	量分析.....
91.5.1 結論.....	1.4.23	57.第五章	56.4.9	ICP金屬全含
91.5.2 建議.....	1.4.24	58.第五章	57.第五章	量分析.....
93.參考文獻.....	1.4.25	59.第五章	58.第五章	ICP金屬全含
95.附錄一 銅金屬化合物之資料整理.....	1.4.26	60.第五章	59.第五章	量分析.....
	1.4.27	61.第五章	60.第五章	ICP金屬全含
	1.4.28	62.第五章	61.第五章	量分析.....
	1.4.29	63.第五章	62.第五章	ICP金屬全含
	1.4.30	64.第五章	63.第五章	量分析.....
	1.4.31	65.第五章	64.第五章	ICP金屬全含
	1.4.32	66.第五章	65.第五章	量分析.....
	1.4.33	67.第五章	66.第五章	ICP金屬全含
	1.4.34	68.第五章	67.第五章	量分析.....
	1.4.35	69.第五章	68.第五章	ICP金屬全含
	1.4.36	70.第五章	69.第五章	量分析.....
	1.4.37	71.第五章	70.第五章	ICP金屬全含
	1.4.38	72.第五章	71.第五章	量分析.....
	1.4.39	73.第五章	72.第五章	ICP金屬全含
	1.4.40	74.第五章	73.第五章	量分析.....
	1.4.41	75.第五章	74.第五章	ICP金屬全含
	1.4.42	76.第五章	75.第五章	量分析.....
	1.4.43	77.第五章	76.第五章	ICP金屬全含
	1.4.44	78.第五章	77.第五章	量分析.....
	1.4.45	79.第五章	78.第五章	ICP金屬全含
	1.4.46	80.第五章	79.第五章	量分析.....
	1.4.47	81.第五章	80.第五章	ICP金屬全含
	1.4.48	82.第五章	81.第五章	量分析.....
	1.4.49	83.第五章	82.第五章	ICP金屬全含
	1.4.50	84.第五章	83.第五章	量分析.....
	1.4.51	85.第五章	84.第五章	ICP金屬全含
	1.4.52	86.第五章	85.第五章	量分析.....
	1.4.53	87.第五章	86.第五章	ICP金屬全含
	1.4.54	88.第五章	87.第五章	量分析.....
	1.4.55	89.第五章	88.第五章	ICP金屬全含
	1.4.56	90.第五章	89.第五章	量分析.....
	1.4.57	91.第五章	90.第五章	ICP金屬全含
	1.4.58	92.第五章	91.第五章	量分析.....
	1.4.59	93.第五章	92.第五章	ICP金屬全含
	1.4.60	94.第五章	93.第五章	量分析.....
	1.4.61	95.第五章	94.第五章	ICP金屬全含
	1.4.62	96.第五章	95.第五章	量分析.....
	1.4.63	97.第五章	96.第五章	ICP金屬全含
	1.4.64	98.第五章	97.第五章	量分析.....
	1.4.65	99.第五章	98.第五章	ICP金屬全含
	1.4.66	100.第五章	99.第五章	量分析.....
	1.4.67	101.第五章	100.第五章	ICP金屬全含
	1.4.68	102.第五章	101.第五章	量分析.....
	1.4.69	103.第五章	102.第五章	ICP金屬全含
	1.4.70	104.第五章	103.第五章	量分析.....
	1.4.71	105.第五章	104.第五章	ICP金屬全含
	1.4.72	106.第五章	105.第五章	量分析.....
	1.4.73	107.第五章	106.第五章	ICP金屬全含
	1.4.74	108.第五章	107.第五章	量分析.....
	1.4.75	109.第五章	108.第五章	ICP金屬全含
	1.4.76	110.第五章	109.第五章	量分析.....
	1.4.77	111.第五章	110.第五章	ICP金屬全含
	1.4.78	112.第五章	111.第五章	量分析.....
	1.4.79	113.第五章	112.第五章	ICP金屬全含
	1.4.80	114.第五章	113.第五章	量分析.....
	1.4.81	115.第五章	114.第五章	ICP金屬全含
	1.4.82	116.第五章	115.第五章	量分析.....
	1.4.83	117.第五章	116.第五章	ICP金屬全含
	1.4.84	118.第五章	117.第五章	量分析.....
	1.4.85	119.第五章	118.第五章	ICP金屬全含
	1.4.86	120.第五章	119.第五章	量分析.....
	1.4.87	121.第五章	120.第五章	ICP金屬全含
	1.4.88	122.第五章	121.第五章	量分析.....
	1.4.89	123.第五章	122.第五章	ICP金屬全含
	1.4.90	124.第五章	123.第五章	量分析.....
	1.4.91	125.第五章	124.第五章	ICP金屬全含
	1.4.92	126.第五章	125.第五章	量分析.....
	1.4.93	127.第五章	126.第五章	ICP金屬全含
	1.4.94	128.第五章	127.第五章	量分析.....
	1.4.95	129.第五章	128.第五章	ICP金屬全含
	1.4.96	130.第五章	129.第五章	量分析.....
	1.4.97	131.第五章	130.第五章	ICP金屬全含
	1.4.98	132.第五章	131.第五章	量分析.....
	1.4.99	133.第五章	132.第五章	ICP金屬全含
	1.4.100	134.第五章	133.第五章	量分析.....
	1.4.101	135.第五章	134.第五章	ICP金屬全含
	1.4.102	136.第五章	135.第五章	量分析.....
	1.4.103	137.第五章	136.第五章	ICP金屬全含
	1.4.104	138.第五章	137.第五章	量分析.....
	1.4.105	139.第五章	138.第五章	ICP金屬全含
	1.4.106	140.第五章	139.第五章	量分析.....
	1.4.107	141.第五章	140.第五章	ICP金屬全含
	1.4.108	142.第五章	141.第五章	量分析.....
	1.4.109	143.第五章	142.第五章	ICP金屬全含
	1.4.110	144.第五章	143.第五章	量分析.....
	1.4.111	145.第五章	144.第五章	ICP金屬全含
	1.4.112	146.第五章	145.第五章	量分析.....
	1.4.113	147.第五章	146.第五章	ICP金屬全含
	1.4.114	148.第五章	147.第五章	量分析.....
	1.4.115	149.第五章	148.第五章	ICP金屬全含
	1.4.116	150.第五章	149.第五章	量分析.....
	1.4.117	151.第五章	150.第五章	ICP金屬全含
	1.4.118	152.第五章	151.第五章	量分析.....
	1.4.119	153.第五章	152.第五章	ICP金屬全含
	1.4.120	154.第五章	153.第五章	量分析.....
	1.4.121	155.第五章	154.第五章	ICP金屬全含
	1.4.122	156.第五章	155.第五章	量分析.....
	1.4.123	157.第五章	156.第五章	ICP金屬全含
	1.4.124	158.第五章	157.第五章	量分析.....
	1.4.125	159.第五章	158.第五章	ICP金屬全含
	1.4.126	160.第五章	159.第五章	量分析.....
	1.4.127	161.第五章	160.第五章	ICP金屬全含
	1.4.128	162.第五章	161.第五章	量分析.....
	1.4.129	163.第五章	162.第五章	ICP金屬全含
	1.4.130	164.第五章	163.第五章	量分析.....
	1.4.131	165.第五章	164.第五章	ICP金屬全含
	1.4.132	166.第五章	165.第五章	量分析.....
	1.4.133	167.第五章	166.第五章	ICP金屬全含
	1.4.134	168.第五章	167.第五章	量分析.....
	1.4.135	169.第五章	168.第五章	ICP金屬全含
	1.4.136	170.第五章	169.第五章	量分析.....
	1.4.137	171.第五章	170.第五章	ICP金屬全含
	1.4.138	172.第五章	171.第五章	量分析.....
	1.4.139	173.第五章	172.第五章	ICP金屬全含
	1.4.140	174.第五章	173.第五章	量分析.....
	1.4.141	175.第五章	174.第五章	ICP金屬全含
	1.4.142	176.第五章	175.第五章	量分析.....
	1.4.143	177.第五章	176.第五章	ICP金屬全含
	1.4.144	178.第五章	177.第五章	量分析.....
	1.4.145	179.第五章	178.第五章	ICP金屬全含
	1.4.146	180.第五章	179.第五章	量分析.....
	1.4.147	181.第五章	180.第五章	ICP金屬全含
	1.4.148	182.第五章	181.第五章	量分析.....
	1.4.149	183.第五章	182.第五章	ICP金屬全含
	1.4.150	184.第五章	183.第五章	量分析.....
	1.4.151	185.第五章	184.第五章	ICP金屬全含
	1.4.152	186.第五章	185.第五章	量分析.....
	1.4.153	187.第五章	186.第五章	ICP金屬全含
	1.4.154	188.第五章	187.第五章	量分析.....
	1.4.155	189.第五章	188.第五章	ICP金屬全含
	1.4.156	190.第五章	189.第五章	量分析.....
	1.4.157	191.第五章	190.第五章	ICP金屬全含
	1.4.158	192.第五章	191.第五章	量分析.....
	1.4.159	193.第五章	192.第五章	ICP金屬全含
	1.4.160	194.第五章	193.第五章	量分析.....
	1.4.161	195.第五章	194.第五章	ICP金屬全含
	1.4.162	196.第五章	195.第五章	量分析.....
	1.4.163	197.第五章	196.第五章	ICP金屬全含
	1.4.164	198.第五章	197.第五章	量分析.....
	1.4.165	199.第五章	198.第五章	ICP金屬全含
	1.4.166	200.第五章	199.第五章	量分析.....
	1.4.167	201.第五章	200.第五章	ICP金屬全含
	1.4.168	202.第五章	201.第五章	量分析.....
	1.4.169	203.第五章	202.第五章	ICP金屬全含
	1.4.170	204.第五章	203.第五章	量分析.....
	1.4.171	205.第五章	204.第五章	ICP金屬全含
	1.4.172	206.第五章	205.第五章	量分析.....
	1.4.173	207.第五章	206.第五章	ICP金屬全含
	1.4.174	208.第五章	207.第五章	量分析.....
	1.4.175	209.第五章	208.第五章	ICP金屬全含
	1.4.176	210.第五章	209.第五章	量分析.....
	1.4.177	211.第五章	210.第五章	ICP金屬全含
	1.4.178	212.第五章	211.第五章	量分析.....
	1.4.179	213.第五章	212.第五章	ICP金屬全含
	1.4.180	214.第五章	213.第五章	量分析.....
	1.4.181	215.第五章	214.第五章	ICP金屬全含
	1.4.182	216.第五章	215.第五章	量分析.....
	1.4.183	217.第五章	216.第五章	ICP金屬全含
	1.4.184	218.第五章	217.第五章	量分析.....
	1.4.185	219.第五章	218.第五章	ICP金

量/減容及資源化關鍵技術研討會暨說明會論文集，民國94年12月。 9. 丘芳榆，含銅污泥調質及水泥固化之研究，成功大學碩士論文，民國93年6月。 10. 王志平，有害事業廢棄物回收處理場個案之研究，元智大學碩士論文，民國92年6月。 11. 經濟部工業局，含重金屬污泥處理技術之探討，資源化產業資訊月刊（第03期），民國92年6月。 12. Chin-Jung Chang、J.C.Liu，“Feasibility of copper leaching from an industrial sludge using ammonia solutions”，Journal of Hazardous 58, p.121-132, 1998. 13. 樂頌光、魯君樂編著，“再生有色金屬生產”，中南工業大學出版社，民國86年。 14. 財團法人台灣綠色生產力基金會，含銅污泥火法熔煉回收再利用簡介，綠色生產力通訊月刊（第7期），民國96年1月。 15. 滕紀奴，含銅污泥資源化之可行性探討，國立屏東科技大學碩士論文，民國95年6月。 16. 經濟部工業局，印刷電路板製造業廢棄物資源化案例彙編，p.230-258，民國95年。 17. 經濟部工業局資源化工業網網頁：
<http://www.iw-recycling.org.tw/iwopt03-0502.asp> 18. 網頁：<http://www.yung-yuan.com.tw/chinese/> 19. 周瑋珊、蕭宏蓀、施勵行、蔡敏行，電鍍業含重金屬污泥產出調查之研究，第三屆重金屬污泥減量/減容及資源化關鍵技術研討會暨說明會論文集，民國94年3月。 20. 奧斯朋出版編輯群，黃經良譯，圖解化學辭典，天下遠見出版股份有限公司，民國93年。 21. 網頁：<http://www.hhhs.tp.edu.tw/tinfly2/teach/PPT/金屬元素.files/frame.htm#slide0023.htm> 22. 網頁：<http://www.ngensis.com/NGE/0.htm> 23. 網頁：<http://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=%E9%93%9C&variant=zh-tw> 24. 網頁：
<http://www.webelements.com/webelements/elements/text/Cu/key.html> 25. 柯清水，新世紀化工化學大辭典，正文書局，民國89年2月。 26. 延陵化學元素志網頁：<http://www.ngensis.com> 27. 洪崇欽，砷化鎵廢棄物資源回收之研究，大葉大學碩士論文，民國92年6月。 28. 蕭孟官，廢脫硝觸媒資源回收之研究，大葉大學碩士論文，民國93年6月。 29. 邱太銘，濕式冶金技術在廢棄物回收之應用，何英礎工業技術研究院，民國79年4月。 30. 蔡敏行，提煉冶金概論講義，成功大學資源工程學系，民國91年1月。 31. 環保署環檢所網頁：
<http://www.niea.gov.tw/> 32. 中井資，最新晶析理論，復漢出版社，民國76年1月。 33. 彭御賢，廢液晶顯示器資源回收之研究，大葉大學碩士論文，民國94年6月。 34. Fang-Chih Chang、Shang-Lien Lo、Chun-Han Ko，“Recovery of copper and chelating agents from sludge extracting solutions”，Separation and Purification Technology 53, p.49-56, 2007. 35. 曹簡禹、黃定加，物理化學實驗學，正中書局，民國76年6月。 36. 網頁：<http://www.dyu.edu.tw/%7Eee5040/laboratory/h361.htm> 37. Stefanowicz、T. M. Osinska、and S. Napieralskazagozda，“Copper Recovery by Cementation Method”，Hydrometallurgy Vol.47, P.69-90, 1997.