

# Risk Assessment and Effect of Stack Flue Gases from Secondary Copper Smelters on Concentration Distribution of Heavy Met

唐麗秋、林啟文

E-mail: 9707445@mail.dyu.edu.tw

## ABSTRACT

The goal of this study is to calculate the risk factors for emission from secondary copper smelters factories in Changhua County. Exhaust air samples, ambient samples and dust samples from ground were collected to examine the heavy metal concentrations. The maximum ground level concentrations were obtained using ISCST3 model by providing exhaust emission for dust from smelting furnace. The carcinogenicity risk was assessed by substituting the metal concentrations from ambient and ground surface. The results from field sampling in A and B factories showed heavy metals (lead, cadmium, mercury, chromium and copper) from flue gas are below the current national control standard. Compares to U.S. EPA SPECIATE V4.0 database, the criteria pollutants are Al, Fe, Cu and Zn. Copper rolls zone in A factory and copper product casting operation area in B factory provide the major emission for heavy metals from ambient heavy metal sampling. The lead, zinc, chromium and copper exceed the soil pollution monitor standard. The maximum ground level concentration for metal is  $0.00836 \mu\text{g}/\text{m}^3$  predicted by ISCST3 model. In addition, Winter plays an important role on heavy metal distribution in the air. The predicted ambient concentration in Changhua air quality station (3-5 kilometers from sources of pollution) is  $0.0047 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . This indicates that pollution source contributed 1% to Changhua station, and revealed that other sources of pollution probably contributed from nearby factories. The carcinogenicity risk was  $2.2 \times 10^{-3}$  for cadmium and  $3.6 \times 10^{-3}$  for chromium, which all exceeded the carcinogenicity risk. However, the HI value was 0.746, and lower than marginal value of 1. The carcinogenic risk value for cadmium and chromium is bigger than  $10^{-6}$ , and showed the carcinogenic risk.

Keywords : Secondary Copper Smelters ; Heavy Metals ; Risk Assessment ; ISCST3

## 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	v	誌謝	vi	目錄	vii	圖目錄	x	表目錄	xi	第一章	前言	1	1.1	研究緣起	1	1.2	研究內容	2	第二章	理論背景與文獻回顧	3	2.1	銅二級冶煉業製程類型與特性	3	2.2	重金屬特性及管制情形	5	2.2.1	金屬元素分類及特性	5	2.2.2	污染來源與特徵元素	8	2.2.3	國內外管制情形	9	2.3	空氣品質模式與風險評估	16	第三章	研究內容與方法	18	3.1	研究流程	18	3.2	廠家特性與採樣行程規劃	18	3.2.1	廠家特性	18	3.2.2	採樣行程規劃	18	3.3	採樣方法	21	3.3.1	煙道中重金屬	21	3.3.2	大氣懸浮微粒組成分析(PM10)	24	3.3.3	周界道路粉塵採集及分析	26	3.4	品保品管作業措施	26	3.4.1	檢量線製作	29	3.4.2	品保品管作業流程	33	3.5	ISCST3擴散模擬	36	3.5.1	模式的種類與選擇	36	3.5.2	ISCST3模式基本理論	39	3.6	風險評估	42	第四章	結果與討論	49	4.1	檢測結果	49	4.1.1	煙道重金屬	49	4.1.2	銅煉製廠周界重金屬檢測	53	4.1.3	銅煉製廠周界道路粉塵中重金屬檢測	56	4.2	ISCST3模擬結果	63	4.2.1	輸入資料	63	4.2.2	模擬結果	63	4.3	風險評估	72	4.3.1	空氣品質與康風險評估	72	4.3.2	道路粉塵污染與健康風險評估	76	第五章	結論與建議	82	5.1	結論	82	5.2	建議	84	參考文獻	85	附錄一	ISCST3程式輸入輸出檔	90	圖目錄	圖2.1-1	銅二級冶煉製造流程	4	圖3.1-1	研究流程與架構	19	圖3.2-1	採樣位置圖	20	圖3.3-1	煙道排氣中重金屬採樣組裝	23	圖3.3-2	煙道排氣中重金屬採樣分析流程	23	圖3.3-3	感應耦合電漿原子發射光譜儀分析流程	25	圖3.4-1	採樣前準備工作流程圖	28	圖3.4-1	品保品管作業流程	34	圖3.4-2	分析品管流程	35	圖3.5-1	空品模式運用之評估程序流程圖	37	圖4.1-1	煙道重金屬檢測結果(1/2)	51	圖4.1-1	煙道重金屬檢測結果(2/2)	52	圖4.1-2	銅煉製廠周界空氣重金屬檢測結果	55	圖4.1-3	銅煉製廠周界道路粉塵中重金屬之檢測結果	57	圖4.1-5	巷道現勘照片	60	圖4.2-1	A廠 ISCST3大氣擴散模擬結果	66	圖4.2-2	B廠 ISCST3大氣擴散模擬結果	66	圖4.2-3	A廠與B廠 ISCST3大氣擴散模擬結果	67	圖4.2-4	季節ISCST3大氣擴散模擬結果(1/2)	69	圖4.2-4	季節ISCST3大氣擴散模擬結果(2/2)	70	圖4.2-5	附近污染源 ISCST3大氣擴散模擬結果	71	圖4.5-6	彰化縣境內測站重金屬組成情形	71	表目錄	表2.2-1	重金屬特性及可能來源	7	表2.2-2	污染來源與重金屬特徵元素之種類	8	表2.2-3	國內已發佈之重金屬管制及排放標準	10	表2.2-4	各國已發佈之重金屬管制及排放標準(1/5)	11	表2.2-4	各國已發佈之重金屬管制及排放標準(2/5)	12	表2.2-4	各國已發佈之重金屬管制及排放標準(3/5)	13	表2.2-4	各國已發佈之重金屬管制及排放標準(4/5)	14	表2.2-4	各國已發佈之重金屬管制及排放標準(5/5)	15	表3.2-1	採樣廠家基本資料	19	表3.3-1	污染物檢測項目及檢測方法	22	表3.4-1	樣品保存方法	28	表3.4-2	採集輸送樣品注意事項	29	表4.1-1	煙道重金屬檢測當日生產及防制設備操作情形	50	表4.1-2	煙道重金屬檢測結果	51	表4.1-3	美國環保署SPECIATE V4.0資料庫成分組成比對	52	表4.1-4	銅煉製廠周界空氣中重金屬檢測結果	54	表4.1-5	銅煉製廠周界道路粉塵中重金屬之檢測結果	56	表4.1-6	巷道工廠名稱及行業別	59	表4.1-7	各污染源業別產生之主要重金屬種類	61	表4.2-1	ISCST3輸入資料	65	表4.2-2	模擬最大著地濃度及座標位置	67	表4.2-3	煙道排放量對周界檢測之貢獻	68
----	------	-----	-----	-----	------	----	------	---	----	----	----	-----	-----	---	-----	----	-----	----	---	-----	------	---	-----	------	---	-----	-----------	---	-----	---------------	---	-----	------------	---	-------	-----------	---	-------	-----------	---	-------	---------	---	-----	-------------	----	-----	---------	----	-----	------	----	-----	-------------	----	-------	------	----	-------	--------	----	-----	------	----	-------	--------	----	-------	------------------	----	-------	-------------	----	-----	----------	----	-------	-------	----	-------	----------	----	-----	------------	----	-------	----------	----	-------	--------------	----	-----	------	----	-----	-------	----	-----	------	----	-------	-------	----	-------	-------------	----	-------	------------------	----	-----	------------	----	-------	------	----	-------	------	----	-----	------	----	-------	------------	----	-------	---------------	----	-----	-------	----	-----	----	----	-----	----	----	------	----	-----	---------------	----	-----	--------	-----------	---	--------	---------	----	--------	-------	----	--------	--------------	----	--------	----------------	----	--------	-------------------	----	--------	------------	----	--------	----------	----	--------	--------	----	--------	----------------	----	--------	----------------	----	--------	----------------	----	--------	-----------------	----	--------	---------------------	----	--------	--------	----	--------	-------------------	----	--------	-------------------	----	--------	----------------------	----	--------	-----------------------	----	--------	-----------------------	----	--------	----------------------	----	--------	----------------	----	-----	--------	------------	---	--------	-----------------	---	--------	------------------	----	--------	-----------------------	----	--------	-----------------------	----	--------	-----------------------	----	--------	-----------------------	----	--------	-----------------------	----	--------	----------	----	--------	--------------	----	--------	--------	----	--------	------------	----	--------	----------------------	----	--------	-----------	----	--------	-----------------------------	----	--------	------------------	----	--------	---------------------	----	--------	------------	----	--------	------------------	----	--------	------------	----	--------	---------------	----	--------	---------------	----

表4.3-1 計算吸入空氣污染物風險評估參數 73 表4.3-2空氣中重金屬鉛之風險評估 73 表4.3-3空氣中重金屬銅之風險評估 74  
表4.3-4空氣中重金屬鋅之風險評估 74 表4.3-5空氣中重金屬鉻之風險評估 74 表4.3-6空氣中重金屬鎘之風險評估 75 表4.3-7  
空氣中各採樣點危害商值(QI)與危害指數(HI) 75 表4.3-8 計算道路粉塵風險評估參數 77 表4.3-9揚塵係數輸入參數 78  
表4.3-10道路粉塵重金屬鉛之風險評估 78 表4.3-11道路粉塵重金屬銅之風險評估 79 表4.3-12道路粉塵重金屬鋅之風險評估  
79 表4.3-13道路粉塵重金屬鉻之風險評估 80 表4.3-14道路粉塵重金屬鎘之風險評估 80 表4.3-15道路粉塵各採樣點危害商  
值(QI)與危害指數(HI) 81

## REFERENCES

- 1.Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, (2004) " Thirteenth Ordinance on the Implementation of the Federal Immission Control Act (Ordinance on Large Combustion Plants and Gas Turbine Plants-13. BImSchV)x\*" of 20 July 2004 (Federal Law Gazette I p. 1717) corrected on 15 November 2004 (Federal Law Gazette I p. 2847) ". 2.Glover, D.M., P.K. Hopke, S.J. Vermette, S. Landsberger, D.R. D'Auben, (1991) " Source Apportionment with Site Specific Source Profiles " Journal of the Air & Waste Management Association, 41: 294-305. 3.Levy, J.I., J.K. Hammitt, Y. Yanagisawa, J.D. Spengler, (1999) " Development of a New Damage Function Model for Power Plants: Methodology and Applications " Environmental Science & Technology, 33: 4364-4372. 4.Paasivirta, J., (1991) " Chemical Ecotoxicology " Lewis Publishers Inc., Boca Raton, New York. 5.Emission Inventory Guidebook, (1996) " Processes with Contact Secondary Copper Production " . 7.Schmid, J., A. Elser, R. Strobel, (2000) " Dangerous Substances in Waste " Technical Report No. 38, Mathew Crowe, EPA, Ireland, European Environment Agency. 8.IRIS-USEPA and HEAST Research in Jan, 1991. 10.Klein, D.H., A.W.Andren, J.A. Carter, J.F. Emery, C. Feldman, W. Fulkerson, W.S. Lyon, J.C. Ogle, Y. Talmi, R.I. VanHook, N. Bolton, (1975) " Pathways of Thirty-Seven Trace Elements Through Coal-Fired Power Plant " Environmental Science Technology, 9: 973-979. 11.Mathews, A.P., (1989) " Chemical Equilibrium Analysis of Lead and Beryllium Speciation in Hazardous Waste Incinerators " Proceedings of the Second International Symposium on Metals Speciation, Separation and Recovery, II: 73-84. 12.U.S EPA, (1994) " Toxicity values from the U.S. Environmental Protection Agency Integrated Risk Information System and Health Effects Assessment Summary Table " DOE; USDOE, Washington, DC. 13.U.S. EPA, (1995) " Environmental Protection Agency Integrated Risk Information System " . 14.U.S. EPA, (1998) " A Study of Hazardous Air Pollutant Emissions from Electric Utility Steam Generating Units: Final Report to Congress " EPA-453/R-98-004a, Office of Air Quality Planning and Standards, U.S. Government Printing Office, Washington, DC. 15.U.S. EPA, (2000) " National Air Pollutant Emission Trends, 1900-1998 " EPA-454/R-00-002, Office of Air Quality Planning and Standards, U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC. 16.U.S. EPA, " Environmental Protection Agency, 40 CFR parts 262, 264, 265, 270, and 271 " IL-64-2-5807; FRL-RIN 2060-AG44, Hazardous Waste Treatment, Storage, and Disposal Facilities and Hazardous Waste Generators; Organic Air Emission Standards for Tanks, Surface Impoundments, and Containers. 17.U.S. EPA, " Environmental Protection Agency 40 CFR, Part 60 " EPA-HQ-OAR-2005-0117; FRL-RIN2060-AL97, Standard of Performance for New Stationary Sources and Emission Guidelines for Existing Sources; Large Municipal Waste Combustors. 18.台灣省環保處, 二仁溪流域現存重金屬污染移除工作調查及規劃實施計畫, 民國81年。 19.台灣省政府環境保護處, 二仁溪流域現存重金屬污染移除工作調查及規劃報告書, 民國82年3月。 20.經濟部工業局, 非鐵金屬鑄造業空氣污染防治技術, 經濟部工業局編印, 民國84年。 21.行政院環境保護署, 台灣地區重金屬污染來源與土壤負荷量之研究-製革、電鍍、畜牧業之研究, 民國84年。 22.謝嘉文, 空氣污染受體模式與擴散模式之驗證與應用, 國立清華大學原子科學研究所碩士論文, 民國88年。 23.湯忠達, 「地下水污染之暴露與健康風險評估-以桃園RCA場址為例」, 國立台灣大學環境工程研究所碩士論文, 民國89年。 24.蔡俊男, 焚化爐煙道排放風險評估之不確定性分析, 國立台灣大學環境工程研究所環境規劃與管理組碩士論文, 民國90年。 25.郭崇義、張文華, 台中地區89年度中秋節大氣中重金屬之濃度變化及其排放量之推估, 第九屆氣膠科技研討會, 民國90年。 26.賴彥伶, 台灣地區焚化爐排放戴奧辛之健康風險評估, 國立台灣大學職業醫學與工業衛生研究所工業衛生組, 第12-56頁, 民國90年。 27.桃園縣環境保護局, 桃園縣農田土壤污染整治規劃計畫期末報告, 民國90年3月。 28.行政院「行政院永續發展委員會 健康風險組」報告, 民國91年11月。 29.行政院環境保護署, 土壤污染管制標準, 民國90年11月。 30.何嘉達, 鋼鐵工業懸浮微粒物化特性及暴露評估, 國立中山大學環境工程研究所, 民國92年。 31.行政院環境保護署, 醫療廢棄物焚化爐附近環境及居民健康風險評估計畫-以雲林縣長鄉日友環保科技股份有限公司為例, 民國93年。 32.行政院環境保護署, 台灣地區重金屬污染來源與土壤負荷量之研究-化工、電子及陶瓷、玻璃業之研究, 民國94年。 33.行政院環境保護署, 固定污染源重金屬排放量調查與控制技術評估及減量管制策略研擬, 民國95年5月。 34.行政院環境保護署, 廢棄物焚化爐空氣污染物排放標準, 民國95年12月。 35.林明輝, 中部科學園區(台中園區)大氣懸浮微粒中含砷濃度的調查研究, 國立中興大學環境工程研究所, 民國95年。 36.彰化縣環保局, 93年度彰化地區PM10懸浮微粒調查分析與管制計畫, 95年12月。 37.行政院環境保護署, 固定污染源重金屬排放量調查與控制技術評估及減量管制策略研擬, 民國95年。 38.彰化縣環保局, 95年度彰化縣固定污染源重金屬及持久性有機物調查檢測計畫, 96年09月。 39.歐洲污染物排放清冊 [http://eper.ec.europa.eu/eper/emissions\\_pollutants.asp](http://eper.ec.europa.eu/eper/emissions_pollutants.asp) 40.環境?, 平成11年度地方公共?體等????有害大??染物質????調?結果????, 平成12年(2000年), 日本。 41.環境省「?????類」, 2005, 日本。 42.環境省, ?????類?排出量?目?, 平成18年(2006年), 日本。 43.環境省, 平成12~17年度?????類?係?環境調?結果, 平成13~18年(2001~2006年), 日本。