

室內裝修油漆工塗料重金屬 危害暴露調查

A Survey on Interior Decoration Painters' Exposure to Heavy Metal Hazards



室內裝修油漆工塗料重金屬危害暴露調查 ILOSH103-A303

勞動部勞動及職業安全衛生研究所

勞動部勞動及職業安全衛生研究所
INSTITUTE OF LABOR, OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH, MINISTRY OF LABOR



地址：新北市汐止區橫科路407巷99號
電話：(02) 26607600
傳真：(02) 26607732
網址：<http://www.ilosh.gov.tw>

ISBN 978-986-04-4693-7
00200

9 789860 446937

GPN:1010400760
定價：新台幣200元

室內裝修油漆工塗料重金屬危害暴露調查

**A Survey on Interior Decoration Painters'
Exposure to Heavy Metal Hazards**

勞動部勞動及職業安全衛生研究所

室內裝修油漆工塗料重金屬危害暴露調查

A Survey on Interior Decoration Painters' Exposure to Heavy Metal Hazards

研究主持人：賴嘉祥、楊崑苑

計畫主辦單位：勞動部勞動及職業安全衛生研究所

研究期間：中華民國103年6月20日至103年12月05日

本研究報告僅供參考用不代表本所意見
非經本所書面同意不得對外發表

勞動部勞動及職業安全衛生研究所
中華民國104年4月

摘要

油漆塗料製造程序為配料(固態或液態)→原料(含顏料)、樹脂、溶劑或水及添加劑攪拌混合→滾磨→成品→填充→出貨；易使作業勞工暴露於危害者：(1)配料區---有機溶劑暴露、粉塵暴露(2)固態原物料投料區---粉塵暴露(3)攪拌槽投料及清潔---有機溶劑暴露、墜落(4)成品填充---有機溶劑暴露。

依經濟部統計處工業產銷存動態調查資料有關顏料之分類與定義，有機顏料分為菁藍、菁綠及偶氮類，國產無機顏料主要以金屬為分子的基本成分，包含碳黑、鈦白粉、鉻黃、鉍鉻黃、鉬紅、鉬橙等。由塗料製造工廠訪視資料得知，有機顏料主要為偶氮類顏料，其中酞菁類之藍色顏料與綠色顏料含銅金屬；無機顏料中，黑色顏料皆使用碳黑；白色顏料為二氧化鈦(含鈦與鋁金屬)；紅色與黃色顏料多為氧化鐵成分(含鐵金屬)；藍色顏料是鋁矽化硅酸鈉(含鋁金屬)；有含鉻之綠色及黃色顏料被使用；防鏽漆則使用含鉛金屬之紅丹粉。

塗料製造之作業環境重金屬元素暴露分析可知，整體作業環境測定之重金屬元素濃度均低於容許濃度 (PEL-TWA)。在塗料使用之作業環境測定中，僅某通風設備工廠之產品表面噴漆作業，其使用防鏽漆(紅丹漆)之區域採樣平均鉛濃度為 $0.098 \pm 0.012 \text{ mg/m}^3$ ，超過八小時日時量平均容許濃度 0.05 mg/m^3 (PEL-TWA)，且其防鏽漆噴漆作業短時間勞工個人採樣之可呼吸性粉塵鉛濃度為 0.23 mg/m^3 ，亦超過鉛之短時間時量平均容許濃度 0.15 mg/m^3 (PEL-STEL)。國際癌症研究署(International Agency for Research on Cancer IARC)已將鉛列為疑似對人類致癌 (IARC: group 2B)，動物實驗證實且指出，鉛暴露對雄鼠精子發育和活動有抑制作用，唯人體實驗尚未確定；故勞工在使用防鏽漆相關產品時應注意防護。

此外，目前國內塗料添加之固體原料(Aluminum Silicate)或白色顏料，大多含金屬鋁元素，參考國外資料，已針對鋁訂定有容許濃度，即總粉塵中鋁含量：OSHA, 15 mg/m^3 ；NIOSH 與 ACGIH, 10 mg/m^3 ；可呼吸性粉塵中鋁含量：OSHA, 5 mg/m^3 ，建議勞工主管機關本部職業安全衛生署未來修訂容許濃度 (PEL-TWA) 標準時納入參考，保護勞工健康。

關鍵詞：塗料、重金屬、危害暴露

Abstract

The process used in the manufacturing of paint generally includes 1) the preparation of ingredients (solid or liquid), 2) the mixing of materials including pigment, resins, additives, and solvents or water, 3) milling, and 4) canning. Throughout this process, workers face the risk of exposure to organic solvents and dusts. Data obtained during visits to paint factories identifies azo compounds as the primary organic pigments and phthalocyanine blue and phthalocyanine green as the primary sources of copper. Inorganic pigments include carbon black, titanium dioxide, iron oxides, sulfonated aluminum silicate, as well as chrome and lead.

Our results obtained in the work areas of a paint factory reveal heavy metal concentrations below the permissible exposure limits (PEL-TWA). The average concentration of lead in a ventilated spray booth used for the application of anticorrosive (red lead paint) is measured at $0.098 \pm 0.012 \text{ mg/m}^3$, which exceeds the eight-hour time-weighted average concentration permissible exposure limit of 0.05 mg/m^3 (PEL-TWA). The concentration of lead in inhalable dusts among short-term worker samples is 0.23 mg/m^3 , which also exceeds the short-term exposure limit of 0.15 mg/m^3 (PEL-STEL). The International Agency for Research on Cancer (IARC) lists lead as a possibly carcinogenic to humans, and animal tests have proven that lead exposure can inhibit the development and activity of sperms in mice. Despite the fact that the effects on humans are inconclusive, workers should still adopt protective measures when using anticorrosive paint products. Many of the solid materials (aluminum silicate) and white pigments added to paint in Taiwan contain aluminum. Foreign institutes have stipulated permissible concentration limits for aluminum as follows: OSHA— 15 mg/m^3 ; NIOSH and ACGIH — 10 mg/m^3 in total dusts and OSHA— 5 mg/m^3 in inhalable dusts. We suggest that authorities include PEL-TWA standards in future regulation revisions to protect the health of workers.

Keywords: Paints, Heavy metal, Hazard Exposure

目錄

摘要	i
Abstract	ii
目錄	iii
圖目錄	v
表目錄	vii
第一章 計畫概述	1
第一節 背景	1
第二節 重金屬之健康危害	3
第三節 研究目的	5
第二章 研究方法	6
第一節 研究架構	6
第二節 國內油漆製造及使用之重金屬成分蒐集、調查	7
第三節 油漆塗料製造業重金屬原料使用狀況，及作業勞工重金屬危害暴露基本資料庫建立	7
第四節 綠建材標章有/無之同性質塗料重金屬濃度差異	14
第五節 油漆塗料製造及使用之作業勞工重金屬危害暴露安全衛生注意事項推廣摺頁製作	14
第三章 結果與討論	15
第一節 蒐集、調查國內油漆製造及使用之重金屬成分	15
第二節 油漆製造重金屬原料使用狀況，及勞工重金屬危害暴露基本資料庫建立	22
第三節 綠建材標章有/無之同性質塗料重金屬濃度差異	67
第四節 油漆塗料製造及使用重金屬危害暴露之安全衛生注意事項推廣摺頁	72

第四章 結論與建議.....	74
第一節 結論.....	74
第二節 建議.....	75
致 謝.....	77
參考文獻.....	78

圖目錄

圖 1 塗料應用領域.....	2
圖 2 研究架構.....	6
圖 3 A 廠所生產之水性塗料與合成樹脂塗料製程流程圖.....	23
圖 4 水性塗料與合成樹脂塗料投料區.....	23
圖 5 A 廠成品包裝區.....	24
圖 6 A 廠所生產之有色油性塗料製程流程圖.....	24
圖 7 A 廠油性塗料之顏料配料室.....	25
圖 8 A 廠油性塗料之混合區.....	25
圖 9 A 廠所生產之粉體塗料製程流程圖.....	26
圖 10 A 廠粉體塗料之顏料配料室.....	26
圖 11 B 廠水性塗料之製程流程圖.....	29
圖 12 B 廠水性塗料之投料攪拌區.....	30
圖 13 油性塗料之製程流程圖.....	30
圖 14 B 廠備料與調配秤重.....	31
圖 15 B 廠調配溶劑與助劑.....	31
圖 16 B 廠油性塗料之投料攪拌區.....	32
圖 17 C 廠所生產之水性塗料之製程流程圖.....	34
圖 18 D 廠之水性塗料之製程流程圖.....	37
圖 19 水性塗料固定式高速分散機槽投料區.....	37
圖 20 D 廠之油性塗料製程流程圖.....	38
圖 21 顏料調配區.....	38
圖 22 移動式攪拌桶投料區.....	39
圖 23 油性塗料固定式高速分散機槽投料區.....	39
圖 24 A 廠之廠區平面圖及環境測定製程區.....	42
圖 25 A 廠水性漆製造廠(攪拌槽)之採樣位置(A1 與 A2)與.....	43
圖 26 油性漆製造廠區之配料室採樣位置(A3 與 A4)與局部抽氣設備.....	44
圖 27 粉體塗料配料室採樣位置(A5 與 A6)與局部抽氣設備.....	45
圖 28 B 廠廠房平面圖及環境測定製程區.....	47
圖 29 B 廠水性塗料製程投料區(攪拌槽)之採樣位置(B1 與 B2)與局部抽氣設備.....	48
圖 30 B 廠油性塗料製程投料區(攪拌槽)之採樣位置(B3 與 B4)與局部抽氣設備.....	49
圖 31 B 廠油性塗料配料室之採樣位置(B5 與 B6).....	50

圖 32 D 廠之平面圖及環境測定製程區	52
圖 33 D 廠水性塗料製程投料區(攪拌槽)之採樣位置(D1 與 D2)與局部抽氣設備	53
圖 34 D 廠水性塗料製程投料區(攪拌槽)之採樣位置(D3 與 D4)與局部抽氣設備	54
圖 35 D 廠油性塗料製程投料區(攪拌槽)之採樣位置(D5 與 D6)與局部抽氣設備	55
圖 36 大樓新成屋之室內牆面噴漆作業	57
圖 37 室內牆面噴漆作業區域平面圖	58
圖 38 汽車鈹金噴漆作業	60
圖 39 汽車鈹金噴漆作業區域平面圖	60
圖 40 通風設備廠之物件面漆噴漆作業	62
圖 41 通風設備廠之物件防鏽噴漆作業	62
圖 42 通風設備廠漆噴漆作業區域平面圖	63
圖 43 胸腔性粉塵與可呼吸性粉塵中的金屬含量與總粉塵之金屬含量之比值	66
圖 44 安全衛生注意事項推廣摺頁內容(正面)	72
圖 45 安全衛生注意事項推廣摺頁內容(反面)	73

表目錄

表 1 經濟部統計處工業產銷存動態調查之顏料與塗料之生產量資料.....	2
表 2 金屬元素之毒性資料與 IARC 分類.....	4
表 3 台灣地區製漆業與塗料製造廠之訪視名單.....	7
表 4 標準品之檢量線方程式與品質管制.....	12
表 5 微波消化之金屬濃度回收率測試.....	13
表 6 油漆塗料之原料種類與特性.....	15
表 7 顏料種類與成分特性.....	16
表 8 經濟部統計處之顏料分類與定義.....	18
表 9 A 牌塗料之安全資料表成分標示.....	19
表 10 B 牌塗料安全資料表成分標示.....	19
表 11 C 牌塗料安全資料表成分標示.....	20
表 12 D 牌塗料產品之安全資料表.....	21
表 13 A 廠油漆塗料產品.....	22
表 14 A 廠塗料之顏料種類與特性.....	27
表 15 B 廠產品種類.....	29
表 16 B 廠塗料之顏料種類與特性.....	32
表 17 C 廠產品種類.....	34
表 18 C 廠塗料之顏料種類與特性.....	35
表 19 D 廠產品種類.....	36
表 20 D 廠塗料之顏料種類與特性.....	40
表 21 4 廠商之油漆塗料製造廠之原料與顏料差異分析.....	41
表 22 A 廠油漆塗料製程區之現場濾紙空白試驗(單位:µg/L).....	45
表 23 A 廠油漆塗料製程區與配料室之粉塵中重金屬暴露濃度.....	46
表 24 B 廠油漆塗料製程區之現場濾紙空白試驗(單位:µg/L).....	50
表 25 B 廠油漆塗料製程區與配料室之粉塵中重金屬暴露濃度.....	51
表 26 D 廠油漆塗料製程區之現場濾紙空白試驗(單位:µg/L).....	55
表 27 D 廠油漆塗料製程區之粉塵中重金屬暴露濃度.....	56
表 28 大樓建案之新成屋室內牆面噴漆作業之現場濾紙空白試驗(單位:µg/L).....	58
表 29 大樓建案之新成屋室內牆面噴漆作業之粉塵中重金屬暴露濃度.....	59
表 30 汽車鈹金噴漆作業之現場濾紙空白試驗(單位:µg/L).....	61
表 31 汽車鈹金噴漆作業之氣膠粉塵中重金屬暴露濃度.....	61

表 32	通風設備廠之物件防鏽與面漆噴漆作業之現場濾紙空白試驗(單位:μg/L)	63
表 33	通風設備廠之物件防鏽與面漆噴漆作業之粉塵中重金屬暴露濃度	64
表 34	通風設備廠之物件防鏽與面漆噴漆作業之勞工個人短時暴露重金屬濃度	65
表 35	通風設備廠噴漆作業之噴漆塗料中粉塵不同粒徑中金屬濃度之分佈	66
表 36	市售 10 種不同品牌或型號之塗料種類名稱	67
表 37	實驗室濾紙空白試驗(單位:μg/L)	67
表 38	市售二種品牌之綠建材與非綠建材標章之乾塗料中含重金屬成分分析	69
表 39	市售三種品牌之紅色漆之重金屬成分分析	70
表 40	市售三種品牌之紅丹漆之重金屬成分分析	71

第一章 計畫概述

第一節 背景

房屋裝修或金屬表面、家具等產品物件表面噴漆，勞工行業別不同，但均有使用油漆塗料，作業過程存在有粉塵與有機溶劑之危害暴露。近年數起油漆工申請職業疾病(重金屬)鑑定案，顯示油漆塗料之製造及使用作業，有關重金屬危害暴露問題的重要性。

為提升國人居住健康品質，國內塗料業者已有多家將其塗料產品進行綠建材標章申請認證，綠建材標章評定基準對非金屬材料之重金屬成分，係依據「事業廢棄物毒性特性溶出程序(Toxicity characteristic leaching procedure, TCLP)」規範重金屬檢出值不得超過之濃度規定：總汞 0.005mg/L、總鎘 0.3mg/L、總鉛 0.3 mg/L、總砷 0.3 mg/L、六價鉻 1.5 mg/L、總銅 0.15 mg/L、總銀 0.05mg/L [1]。然多數勞工使用之物件表面噴漆係溶劑型塗料，不易申請綠建材標章，且塗料因不同顏色所添加之顏料金屬成分含量與濃度較難管制。

塗料添加重金屬鹽類之目的是為使顏料有較高的遮蓋力、著色力、耐候性與耐熱性，廣泛應用於油墨、油漆、塗料與油彩等產品。表 1 係經濟部統計處工業產銷存動態調查資料，民國 98~102 年塗料(含:溶劑型、水性、粉體及其他)與顏料(含:有機、無機、及調製)之平均年產量為 414,413 公噸/年與 99,724 公噸/年，內銷量分別佔 67.3%及 44.8% [2]，顯示塗料產品在國內需求量頗高，又參考塗料之應用資料可知[3]，工業塗料佔 39%為最大應用，其次分別為建築塗料與特殊塗料之 38.7%及 22.3%(圖 1)。因此，製程及使用之作業勞工為均為重金屬危害暴露群，其健康狀況值得注意。

參考相關塗料或顏料衍生產品之重金屬研究可知，化妝品、食品容器及玩具等之成分中含有重金屬--鉛[4-8]，產品中的鉛最常出現的方式為鉛鉻黃；鉻酸鉛與硫酸鉛的混合物[9-10]。另塗料原料中所添加之其他重金屬鹽類，因塗料用途及等級不同，所添加之重金屬鹽類亦不同，例如：鉻酸鉍、鉻酸鋅及鉻酸鋇等三種主要之鉻酸鹽塗料，鉻酸鉍是使用在水性塗料、鉻酸鋇是使用在油性塗料[11]。有資料指出，英國建築物之剝落油漆中已檢測出鉻[12]，且塗料中可能尚存在有銅、鉛及鋅等其他重金屬[13-14]。

表 1 經濟部統計處工業產銷存動態調查之顏料與塗料之生產量資料

項目別	生產量		內銷量		直接外銷量	
	顏料 (公噸)	塗料 (公噸)	顏料 (公噸)	塗料 (公噸)	顏料 (公噸)	塗料 (公噸)
98 年	94,610	370,007	41,899	256,778	50,843	100,055
99 年	109,810	430,389	48,728	285,018	60,087	126,985
100 年	101,790	424,763	44,191	287,338	56,831	123,014
101 年	97,649	410,512	43,473	279,493	53,807	121,477
102 年	94,762	436,394	44,925	286,404	53,268	132,143
年平均	99,724	414,413	44,643	279,006	54,967	120,735

資料來源:[2]

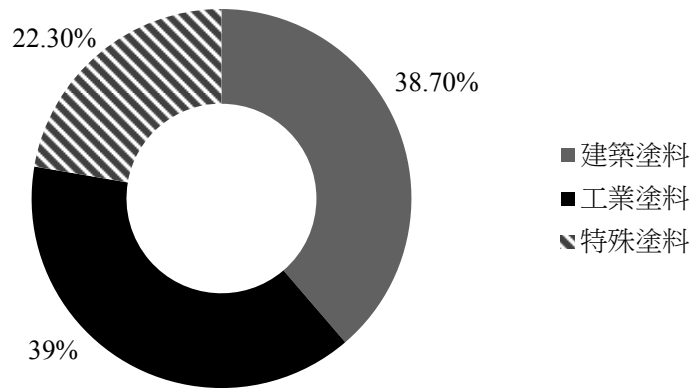


圖 1 塗料應用領域[3]

在勞工重金屬危害暴露方面，國外學者曾針對 400 位製漆廠作業勞工隨機挑選 50 位勞工進行尿液重金屬分析，結果顯示，漆廠作業勞工平均尿液鉛濃度為 240 $\mu\text{g/L}$ ，高於非工廠勞工之 110 $\mu\text{g/L}$ 。勞工之平均尿液鉻濃度為 200 $\mu\text{g/L}$ 亦高於非工廠勞工之 6 $\mu\text{g/L}$ [15]。

有資料顯示，對塗料製造廠勞工頭髮及健康人員頭髮之樣本進行重金屬成分分析，製程勞工之頭髮其含鉛、錳之濃度明顯高於健康組人員且達統計之顯著差異[16]。塗料製造與使用之作業勞工，因製造原料或噴漆，及油漆表面研磨，產生含重金屬之粉塵，會隨勞工之呼吸系統進入體內，長期作業即可能導致重金屬累積而影響健康。

因此，塗料製造與使用之作業勞工其作業場所危害暴露除有機溶劑外，塗料原料中重金屬之危害亦值得深入調查與分析，除可藉以建立完整之本土塗料製造與使用勞

工危害暴露基本資料，亦可提供勞工職業疾病鑑定或勞工暴露危害預防策略擬定之參考。

第二節 重金屬之健康危害

參考勞動部職業安全衛生署 GHS 危害物資訊查詢網之重金屬安全資料表及國際癌症研究署(International Agency for Research on Cancer, IARC)之危害性分類，彙整出表 2 之資料，由表中資料可知，IARC 已將塗料成分中常見之重金屬鉛列為疑似對人類致癌 (IARC: group 2B)，動物實驗亦已證實鉛暴露對雄鼠精子之發育和活動是有抑制作用[17,18]，唯人體試驗尚未確定。又 IARC 亦將鎳(Ni)列為疑似對人類致癌 (IARC: group 2B)，可能導致肺癌與鼻癌。鎘(Cd)、砷(As)已被 IARC 列為確定人體致癌(Group 1)，鎘(Cd)危害可能導致人類之肺癌及前列腺癌，砷(As)危害則可能導致人類之肺癌(吸入案例)、膀胱癌與腎癌(飲用水案例)、皮膚癌(農藥殘留/飲用水案例)、肝癌(飲用水案例)及前列腺癌(井水案例)，值得勞工注意。

國內、外研究指出，鉛中毒會引起腎臟功能不全、痛風性腎病變、近端腎小管損傷、過濾功能破壞、再吸收能力喪失、尿中出現蛋白、糖及磷酸鹽等[19,20]。Copper 於 1985 年與 1988 年進行 2 世代之研究，其中實驗組(鉛工廠作業人員)與對照組(白人男性)相比，致死率增加皆與惡性腫瘤及慢性腎臟疾病有關[21,22]。

流行病學調查發現，鉛暴露對血壓有相當之影響，血中鉛濃度每增加 2 μ g/dL，收縮壓增加 1mmHg [23,24]。腹絞痛(colic)是職業性鉛中毒的早期症狀，血中鉛濃度通常約在 100~200 μ g/dL [25]。鉛對造血系統之血質合成酵素(ALAD)合成會產生抑制作用，造成血質合成下降，進而影響血紅素濃度下降[26]。長期鉛暴露亦會傷害腦部神經系統[27-29]。長期鎘暴露則會造成肺水腫、缺氧及腎臟損壞[30] [31]。慢性鋅中毒引起血銅濃度大幅下降相關之貧血[32-34]、白血球稀少症[35]及免疫力受損、體重減輕等症狀。慢性銅金屬暴露會導致鼻中膈穿孔、肺部肉芽腫、肺間質纖維化(Vineyard Sprayer's Lung)及肺癌，亦會累積在第十三對染色體上，造成銅運輸酶的基因發生異常，產生銅代謝異常之威爾森氏症(Wilson Disease)，致無法正常排出體內過多的銅，造成銅堆積在不同的器官如肝、腎、腦、眼睛，導致組織的破壞而產生相關的併發症，其中影響最大的就是肝臟與腦[36,37]。

表 2 金屬元素之毒性資料與IARC分類

金屬元素	安全資料表之毒性資料[1]	IARC 分類[2]
Al	急毒性:吸入高濃度之粉塵會造成物理性之磨擦，亦會沉積與鼻子通路；大顆粒粉塵因摩擦會對眼鏡與皮膚產生刺激。	—
Co	長期暴露導致呼吸道刺激、過敏性皮膚炎，動物實驗顯示肝臟、腎臟及胰臟出現退化。	Group 2B
Cr	長期暴露鉻化合物導致鼻中膈穿孔、喉嚨和下呼吸道刺激，直接暴露於鉻金屬的人沒有這些反應。3 價鉻可造成呼吸道刺激、白血球危害效應；6 價鉻可刺激皮膚、呼吸道與眼睛。	Group 3
Mn	長期暴露影響神經系統、呼吸道、錳因性肺炎	—
Mo	—	
Ni	長期毒性可能會造成肺癌及鼻癌	Group 2B
Pb	長期暴露導致食慾不振、牙齒有鉛沉澱的鉛線、男性生殖性受損等症狀	Group 2B 無機鉛或鉛化合物 (Group 2A)
Zn	長期接觸會造成皮膚乾燥、刺激感及龜裂。	—
Ti	急毒性可能對皮膚產生刺激、吸入可能刺激呼吸道，造成胸痛、咳嗽與呼吸困難等症狀。	—
Cd	長期暴露可能引起不可逆之肺氣腫型的肺臟損傷、鼻中隔潰瘍等症狀。	Group 1
As	長期暴露砷化物可能引起皮膚和眼睛刺激，且增加肺癌與皮膚癌之危險	Group 1
Hg	汞不易自消化道吸收，主要毒性來自呼吸，一般急毒性都來自汞蒸氣引起之神經系統、消化道及腎臟之危害。	Group 3

註: [1]勞動部職業安全衛生署 GHS 危害物資訊查詢網 <http://ghs.osha.gov.tw/CHT/intro/search.aspx> ;
 [2]IARC 分類 Group 1: Carcinogenic to humans ; Group 2A: Probably carcinogenic to humans ; Group 2B: Possibly carcinogenic to humans; Group 3: Not classifiable as to its carcinogenicity to humans ; —:表示無資料。

第三節 研究目的

為了解油漆塗料製造及使用勞工危害暴露情形，藉由製造及使用油漆塗料重金屬危害現場環境測定，作業場所濃度、特性及製程、重金屬原料種類調查，建立此類作業勞工重金屬危害基本資料，提醒勞工注意油漆重金屬暴露之危害並教導其正確之危害預防方法，達到政府維護勞工健康之目的。計畫執行有：

- 一、 國內製造及使用油漆塗料之重金屬成分蒐集、調查。
- 二、 油漆塗料製造業重金屬原料使用狀況，作業勞工重金屬危害暴露基本資料庫建立。
- 三、 綠建材標章有/無之同性質塗料重金屬濃度差異。
- 四、 油漆塗料製造及使用之作業勞工重金屬危害暴露安全衛生注意事項推廣摺頁製作。

第二章 研究方法

第一節 研究架構

本計畫之研究架構如圖 2，包含資料蒐集及調查、製程訪視與作業環境測定、分析比較不同塗料之重金屬成分及宣導單張製作與研究成果。

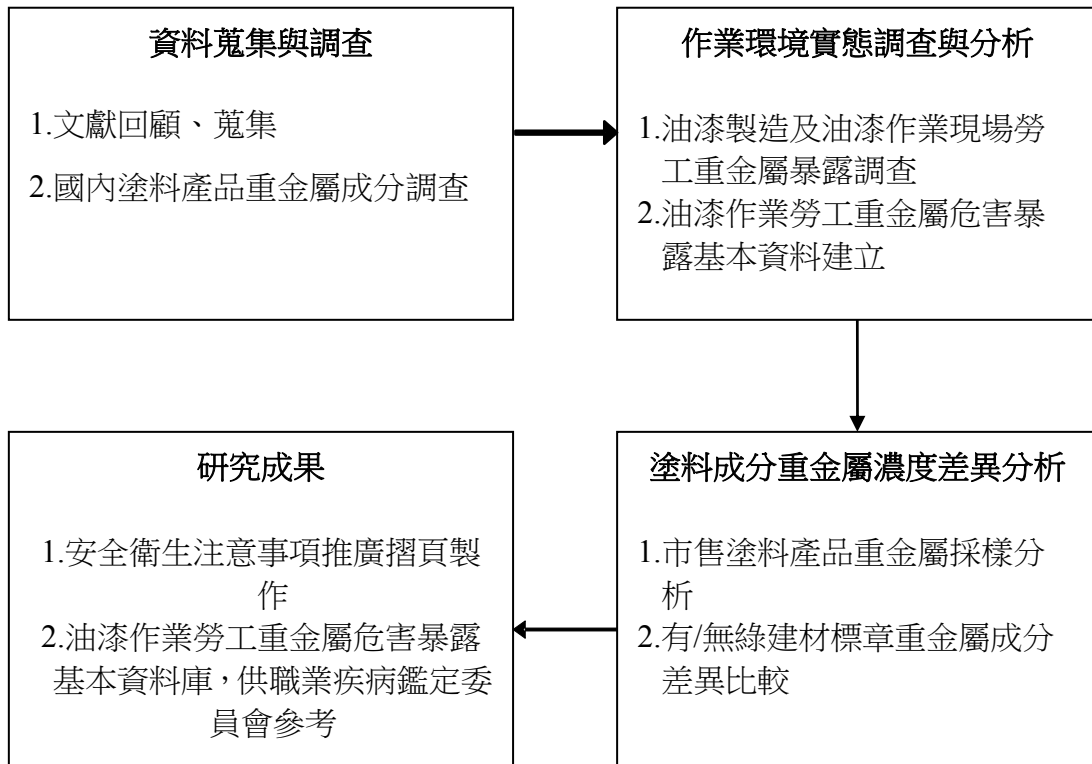


圖 2 研究架構

第二節 國內油漆製造及使用之重金屬成分蒐集、調查

利用資料蒐集法調查國內販售之塗料品牌及其物質安全資料表，藉以了解塗料產品標示是否含有重金屬及是否申請綠建材認證。為了解塗料製造廠原料中是否添加重金屬鹽類，透過國內塗料生產工廠訪視，建立塗料重金屬成分基本資料。

表 3 係本計畫篩選國內目前常見之市售塗料品牌製造廠，徵詢現場訪視與採樣之同意後，實地資料蒐集與作業環境採樣。

表 3 台灣地區製漆業與塗料製造廠之訪視名單

工廠名稱	製漆項目
A 廠	塗料(油性、水性、粉體)
B 廠	建築塗料、重防蝕塗料、船舶塗料
C 廠	油漆、乳膠漆、水泥漆
D 廠	建築、罐頭、防霉用漆等

第三節 油漆塗料製造業重金屬原料使用狀況，及作業勞工重金屬危害暴露基本資料庫建立

一、油漆塗料製造業重金屬原料使用狀況

藉由表 3 之 4 家塗料生產製造廠進行現場製程訪視，並調查蒐集相關油漆塗料之製造流程、原料(顏料為主)、製造設備及作業現場環境條件，資料可供了解目前國內相關油漆塗料製造過程之可能危害因子，亦可作為噴、油漆作業現場勞工重金屬暴露危害調查分析之比對。

二、作業勞工重金屬危害暴露基本資料庫建立

由訪視之 4 家塗料生產製造廠，選擇 3 家進行作業環境現場區域或個人採樣作業環境測定。在作業勞工使用塗料之危害暴露調查方面，選擇 3 處房屋裝修或產品物件噴漆作業勞工現場塗料噴漆時之重金屬危害暴露濃度測定及特徵分析。由於油漆塗料製造廠含重金屬原料之勞工暴露製程區以配料區或原料投料區為主，採樣次數規劃上

已具有代表性。

作業環境採樣方法，可呼吸性粉塵依勞動部公告之 CLA4001 建議方法，總粉塵測定則採用勞動部公告 CLA4002 建議方法。金屬元素分析方法則參考 CLA3011 建議方法。作業環境現場以區域採樣及個人採樣方式進行，再將採集之塗料粉塵樣本及噴漆作業之塗料粉塵以感應耦合電漿源子發射光譜儀(ICP/AES)進行重金屬定性與定量分析，樣本前處理係使用微波消化器進行消化，效果與速度較傳統硝酸混和過氯酸消化為佳，且可避免傳統消化過程中使用硝酸等加熱時，散發酸性氣體對操作人員健康之危害。本計畫分析之金屬元素計有 Al, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Ti, Zn, Mo, As, Hg，主要是參考國內、外相關塗料調查報告及經濟部統計處之工業產銷存動態調查資料對顏料之分類與定義而規劃。

(一) 研究材料

1. 濃硝酸：65% HNO₃，分析級，MERCK。
2. 濃過氯酸：60% HClO₄，分析級，MERCK。
3. 消化酸溶液：HNO₃/HClO₄ = 4:1 (v/v)
4. 稀釋酸溶液：取50 mL(4% HNO₃ + 1%HClO₄)至600mL去離子水中，再稀釋定量至1L。
5. 分析物：ICP 金屬元素標準品
ICP綜合標準液：濃度1,000mg/L(Al, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Ti, Zn in 2% HNO₃)，Merck
ICP標準液：Mo (2%HNO₃+0.1%HF)，濃度1,000mg/L，High-Purity Standard
ICP標準液：As (濃度:1,000 mg/L)，MERCK；Hg(濃度:1,000 mg/L)，MERCK
6. 氬氣(Argon)，99.99%。
7. 去離子水。

(二) 儀器設備

1. 採樣介質：纖維素酯濾紙(SKC, Low BGD, w/Support Pad, 0.8μm, 37mm)
2. 採集設備：纖維素酯濾紙置於濾紙匣中，可呼吸性粉塵搭配濾紙匣附旋風分粒採樣器。
3. 旋風分粒採樣器套件(可呼吸性粉塵cut-off diameter:4μm)：Gillian Cyclone

& Cassette Holder Assembly Kit

4. 採樣幫浦：廣用流量Gillian Gilaur 5；低流量Gillian LFS-113DC。
5. 乾式流量校正器：Bios USA, DC-Lite。
6. 分析勞工作業場所之懸浮微粒濃度與粒徑分析是利用美國MSP Corporation所販售之多層衝擊板且多用途之氣懸膠採樣器 (Micro-orifice Uniform Deposit Impactor, MOUDI™)。MOUDI採樣器分五大部分：衝擊器、變壓器、外殼、旋轉元件及真空馬達，本計畫所使用之型號為Moudi Model-110 (10階)，在設計流量30 L/min之操作下，所採集粒狀物之粒徑(cut points diameter)為 $> 18\mu\text{m}$ 、 $10\mu\text{m}$ 、 $5.6\mu\text{m}$ 、 $3.2\mu\text{m}$ 、 $1.8\mu\text{m}$ 、 $1.0\mu\text{m}$ 、 $0.56\mu\text{m}$ 、 $0.32\mu\text{m}$ 、 $0.18\mu\text{m}$ 、 $0.1\mu\text{m}$ 及 $0.056\mu\text{m}$ 。
7. 精密電子天平：DENVER Instrument, Model: TB215D。
8. 電子式除濕箱:相對濕度設定為45%。
9. 微量吸管：Orange Scientific Tipor-V⁺ (1-5mL)
10. 量瓶：10mL、25mL)
11. 微波消化器:美國CEM公司, MARS MARSXpress
12. 微波消化器反應內瓶材質：MARS Xpress™ 反應瓶組(鐵氟龍材質PFA, 75mL)，溫度耐受最高溫230°C、壓力最高耐受500psi。感應耦合電漿源子發射光譜儀(ICP/AES)：HORIBA Jobin Yvon ULTIMA 2000
 - (1) 清洗樣品管線時間為10秒(用5% MERCK硝酸)
 - (2) 樣品輸送時間為30 sec.，穩定時間 3 sec.
 - (3) 氬氣壓力設定為:7kg/cm²

(三) 採樣方式

1. 個人採樣泵連結纖維素酯濾紙置於濾紙匣中，進行流率校正。
2. 採樣泵流率：總粉塵為 1~4 L/min，可呼吸性粉塵為 $1.7 \pm 2\%$ L/min。
3. 採樣完成將濾紙匣加蓋封裝。

(四) 樣品前處理

1. 打開濾紙匣，取出樣本與空白樣本，分別置於微波消化反應瓶。
2. 每一消化反應瓶中，加入消化酸溶液 10 mL，立即蓋上瓶蓋，即進行微

波消化。

3. 微波消化試條件：微波消化設定功率1,200W (溫度設定200°C；升溫時間6.5 min)→溫度200°C (持續10min)→冷卻(20min)。
4. 待消化液冷卻後，將溶液倒入25mL定量瓶，加入稀釋酸溶液定量至25mL。

(五) 現場空白試驗

參考行政院勞工委員會公告之標準方法「採樣分析方法通則篇」，每一批樣品裡，至少要有一組空白樣本，這組濾紙除了不抽入空氣外，均需與樣品有相同的處理程序。將採集之纖維素酯濾紙帶至現場，在採樣後經開封後，立即加蓋密封；其用意是在偵測樣品於採樣後處理，運送過程及送實驗室等待分析期間，是否受到污染。

(六) 檢量線製作與品管

1. 加已知量的標準品於盛有稀釋用酸的100 mL的量瓶中，再進行稀釋至其刻度。
2. 除砷與汞金屬元素外，配置6種不同濃度(0 mg/L、0.03 mg/L、0.05mg/L、0.07mg/L、0.10 mg/L、0.20 mg/L)，以建立檢量線(表3)。砷配置6種不同濃度(0 µg/L、0.2µg/L、1.0µg/L、5.0 µg/L、10.0 µg/L、20.0 µg/L) (表3)；汞配置6種不同濃度(0 µg/L、0.6µg/L、1.0µg/L、3.0 µg/L、5.0 µg/L、10.0 µg/L) (表4)。
3. 將樣品標準溶液與試藥空白樣品一起分析。
4. 以放射光譜線強度(Intensity)對分析物的濃度繪製檢量線。
5. 檢量線之濃度範圍應包括待測樣品的濃度，檢量線的線性相關係數(r) \geq 0.995以上。
6. 為確定檢量線的可靠性，參考行勞動部勞動及職業安全衛生研究所公告之「作業環境有害物採樣分析參考方法驗證程序(第三版)」，品質管制樣本分析結果數值的偏差應 \leq 10 %。本研究亦有執行樣本分析查核，每10個樣品應同時分析1個查核樣品，其配置0.08 mg/L查核分析3次(除砷、汞外)，其RPD見表3。而砷及汞則分別配置5.0 µg/L及3.0 µg/L進行查核分析。品管樣本配置量應在檢量線的中間濃度至最低濃度間。

相對誤差(Relative Percent Deviation, RPD)=

$$\frac{|\text{量測濃度} - \text{配置濃度}|}{\text{配製濃度}} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

7. 方法偵測極限 (Method Detection Limit, MDL)

(1)準備稀釋用酸，稀釋用酸中不得有待測物或干擾物之干擾（即待測物或干擾物之濃度應低於 MDL）。

(2)於稀釋用酸中添加待測物配製成 7 個待測樣品，使其濃度為預估 MDL 之 1 至 5 倍。

(3)分析 7 個待測樣品(分析步驟與檢測方法中待測物之分析步驟完全一樣)，並將測得之結果依檢測方法規定之計算方法求得濃度。

(4)如下計算 7 次測定值之標準偏差 S：

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 / n - 1} \dots\dots\dots(2)$$

其中：X_i = 待測樣品之個別測定值

\bar{X} = 待測樣品測定值之平均值

n = 測定次數 (7 次)

(5)如下計算方法偵測極限 (MDL)：(表 3)

$$MDL = 3 \times S$$

8. 微波消化之金屬濃度回收率測試

表5為微波消化之金屬濃度回收率測試，本研究配置1.25μg與2.5μg之金屬標準液濃度添加於濾紙上(各別添加量之n=6)，並經微波消化與ICP/AES進行分析，而砷以ICP/MS分析，汞以原子吸收光譜儀分析。其微波消化設定參數與分析步驟皆與樣品分析相同，並計算分析變異係數 (Analysis Coefficient of Variation，簡稱CV_a)。

$$CV_a = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)CV_1^2 + (n_2 - 1)CV_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} \dots\dots\dots(3)$$

式中 n₁：為第一筆添加量配製樣本數；n₂：為第二筆添加量配製樣本數

(七) 濃度計算

$$C = \frac{(C_s V_s - C_b V_b)}{V} \quad (4)$$

其中：

C：空氣中有害物濃度(mg/m³)

V：採集氣體體積(m³)

C_s：樣本濃度 (mg/L)

C_b：平均空白樣本濃度 (mg/L)

V_s：樣本溶液體積 (L); V_b：空白樣本溶液體積 (L)

表 4 標準品之檢量線方程式與品質管制

金屬元素	波長 (nm)	檢量線方程式	R2	RPD1 (%) (n=3)	RPD2 (%) (n=3)	MDL (µg/L)
鋁 (Al)	309.271	Y=406.37x+146,043	0.999137	4.6	1.2±1.1	5.1
鈷 (Co)	228.616	Y=389.85x+13,077	0.999970	5.5	2.5±1.5	2.7
鉻 (Cr)	283.563	Y=942.79x+33,321	0.999984	2.9	1.7±1.6	2.6
銅 (Cu)	324.754	Y=2,264.1x+54,806	0.999959	3.1	1.5±0.8	5.1
鐵 (Fe)	259.940	Y=785.33x+1,006.6	0.999200	4.3	3.4±1.5	4.2
錳 (Mn)	257.610	Y=3,859.6x+14,351	0.999918	3.9	1.4±0.2	2.8
鉬 (Mo)	202.030	Y=173.24x+5,445.1	0.999901	5.1	1.6±1.2	2.7
鎳 (Ni)	221.647	Y=245.42x+11,240	0.999996	4.8	0.8±0.3	3.1
鉛 (Pb)	220.353	Y=39.7339x+10,581	0.999639	2.9	3.2±2.0	2.9
鋅 (Zn)	213.856	Y=752.3x+10,446	0.999938	4.3	1.9±1.8	5.2
鈦 (Ti)	334.90	Y=11,921.58+12,421	0.99996	1.6	0.2±0.1	5.1
鎘 (Cd)	228.802	Y=1,098.9x+493,20	0.99930	3.9	2.2±1.3	1.2
砷 3 (As)		Y=2,017.9x	0.999997	1.0	1.5±0.8	0.01
汞 3 (Hg)		Y=0.00842x	0.999693	4.1	0.9±0.3	0.3

¹檢量線配置查核；²樣品分析查核；³砷與汞為本研究委託清華科技檢驗股份有限公司分析，砷以ICP/MS分析，汞以原子吸收光譜儀分析，其檢量線沒有截距，是因使用強迫歸零。

表 5 微波消化之金屬濃度回收率測試

金屬元素	添加量 (μg) (n=6)	平均回收率 (%)	分析變異係數 (%)
鋁 (Al)	1.25、2.5	91.0	2.6
鈷 (Co)	1.25、2.5	102.7	4.6
鉻 (Cr)	1.25、2.5	104.8	3.5
銅 (Cu)	1.25、2.5	99.3	4.8
鐵 (Fe)	1.25、2.5	96.3	3.5
錳 (Mn)	1.25、2.5	98.2	1.4
鉬 (Mo)	1.25、2.5	100.9	3.7
鎳 (Ni)	1.25、2.5	99.0	1.9
鉛 (Pb)	1.25、2.5	109.1	1.8
鋅 (Zn)	1.25、2.5	96.7	3.1
鈦 (Ti)	1.25、2.5	94.1	3.5
鎘 (Cd)	1.25、2.5	99.3	4.2
砷 (As)	1.25、2.5	99.5	3.5
汞 (Hg)	1.25、2.5	98.9	4.2

註:1. 平均回收率 $\geq 75\%$; 2. 分析變異係數(CVa) $\leq 7\%$; 3. 採樣濾紙為 SKC Lot No. 14706-7DE-224 纖維素酯濾紙。

第四節 綠建材標章有/無之同性質塗料重金屬濃度差異

購買市售10種品牌或型號之塗料產品進行重金屬成分分析，並參考ASTM D3618-05(2010)[38]、ASTM E1645-01(2007)[39]及事業廢棄物毒性特性溶出程序方法進行前處理；塗料測試前將油漆以烘箱進行105°C乾燥去除溶劑，再將塗料進行微波消化與重金屬元素分析，並比較無/有綠建材標章之同性質塗料成分中重金屬元素濃度差異。

執行方法係先將置於除濕箱調理 24 小時之 10 張乾淨 MCE 濾紙進行秤重後，再將 10 種塗料開罐，均勻攪拌，取出適量之塗料分別置於已調理秤重後之乾淨 MCE 濾紙上，再將濾紙置於坩鍋內放置 105°C 烘箱中進行烘乾，待烘乾濾紙稱重至恆量後，將其濾紙冷卻，置於除濕箱中進行調理與秤重，並計算各塗料於濾紙上之乾固體含量。其乾塗料中之重金屬含量之計算方式如下式：

$$\text{乾塗料之重金屬含量(mg/kg)} = \frac{\text{重金屬含量(mg)}}{(\text{乾塗料於濾紙重量} - \text{乾淨濾紙重量})(\text{kg})} \dots\dots(5)$$

第五節 油漆塗料製造及使用之作業勞工重金屬危害暴露安全衛生注意事項推廣摺頁製作

依職安法之立法精神為設計理念，彙整蒐集所得資料、作業環境測定及油漆塗料測定分析之結果，及塗料之重金屬危害暴露預防控制事項，以文字與插圖製作 A4 大小雙面三折之宣導單張，呈現油漆塗料製造及使用勞工之塗料重金屬危害暴露安全衛生注意事項之推廣摺頁，除供雇主於擬訂勞工安全衛生政策與措施參考，並藉以提供勞工有效之防護知識以確保自身健康。

第三章 結果與討論

第一節 蒐集、調查國內油漆製造及使用之重金屬成分

本計畫藉由蒐集與調查塗料業使用之顏料種類、市售油漆塗料之產品標示與物質安全資料表，以了解產品中是否有使用重金屬之相關原料，或塗料產品之物質安全資料表中是否提供足夠資訊供使用者參考，以避免製造及使用勞工危害健康。

油漆塗料之原料簡介

油漆塗料由樹脂、溶劑、顏料、助劑或添加劑等所組成，藉由原料、顏料及製程調整，產出不同特性之產品。表 6 為油漆塗料之原料種類與特性，但其原料使用種類與特性會依不同塗料廠牌、用途或不同製造生產國家之法規限制而有差異。

表 6 油漆塗料之原料種類與特性

原料	特性
樹脂	1.功能：將顏料與顏料連結，賦予塗膜光澤與硬度。 2.種類：(1)天然樹脂：松脂、蟲膠等；(2)合成樹脂：酚醛樹脂、醇酸樹脂、三聚氰胺樹脂、胺基樹脂、不飽和聚酯、環氧樹脂、聚丙烯酸酯(壓克力樹脂)等。 3.油漆塗料製程使用合成樹脂率佔 90%以上。
溶劑	1.功能：使樹脂與顏料溶液混和合成液體，依塗料之用途，其使用之溶劑稀釋液會有差異。 2.種類：(1)噴漆稀釋液：二甲苯、甲苯、醋酸乙酯、丁醇與甲乙酮； (2) 三聚氰胺烤漆稀釋液：二甲苯、甲苯與丁醇； (3)壓克力烤漆稀釋液：二甲苯、甲苯、醋酸乙酯、丁醇。
顏料	1.功能:能讓塗料著色。 2. 種類：(1)有機顏料：由石油及煤所合成之高分子色料； (2)無機顏料：著色顏料(賦予塗料色彩及遮蓋力)、體質顏料(具填充、耐研磨，用於中塗)； (3)防鏽顏料：抑制鏽發生，用於下塗。
添加劑	1.功能：改善油漆塗料與塗膜的性能。 2. 種類：(1)消泡劑；(2)潤濕劑；(3)催乾劑；(4)增塑劑；(5)防霉劑。

註：資料參考[40]，由本計畫整理。

(一) 顏料種類

顏料為塗料製造之添加物，顏料產品為一不溶於水或微溶於水之粒狀物質，分為無機性與有機性 2 種，無機顏料主要為鋅氧粉、鉛黃、群青及氧化鐵等，而有機顏料則為有機合成，色彩較為鮮豔。表 7 為彙整 9 種顏料種類與成分特性，其中無機顏料多數是含有金屬成分，但塗料廠商如要將產品申請綠建材標章或環保標章，則多數使用以氧化鐵為主之無機顏料取代含鉛、鉻之顏料或是以有機顏料取代無機顏料。

表 7 顏料種類與成分特性

顏料種類	成分特性
白色顏料	<p>1.鋅氧粉(ZnO)：純白色粉末，鹽基性顏料，可促進塗膜乾燥性及硬度，應用於一般油性塗料。</p> <p>2.鈦白粉(TiO₂)：屬中性顏料，市售品為二氧化鈦與硫酸鋇之混合物，具強著色力、耐酸鹼性，應用於廣泛之白色顏料。</p> <p>3.鉛白(2PbCO₃·Pb(OH)₂)：比重較大，易引起鉛中毒，容易於硫化物反應，已很少使用。</p> <p>4.立德粉(Lithopone)[硫酸鋇(BaSO₄)和硫化鋅(ZnS)混合物]：屬中性顏料，日照有變黑趨勢，遮蓋力與耐久性差，易粉化現象，耐鹼性與耐硫化氫較強，多用於室內或底漆塗裝。</p>
黑色顏料	<p>主要原料為碳或氧化鐵。</p> <p>1.碳黑：空氣不足的情況下燃燒碳氫化合物得到極細微碳黑粉，再與廢氣分離後所得之純黑粉末，碳煙的顏色極黑，被覆力極強，應用於輪胎製造或油墨、染料、油漆等產品。</p> <p>2.乙炔黑：乙炔氣體與空氣在加壓電器火花產生之不完全燃燒物。</p> <p>3.黑鉛：結晶狀碳，屬天然產物，工業以煤焦經電熱燒成人造黑鉛，副金屬光澤，小部份用於防銹顏料，主要用於電極材料及鉛筆。</p>
紅色顏料	<p>1.紅丹(Pb₃O₄ 為主含量>95%)：另含有 PbO、PbO₂，其中 Pb₃O₄ 純度愈高，顏色愈紅，屬鹽基性顏料，廣泛應用於防銹顏料。</p> <p>2.紅色有機顏料(Lake)：顏色鮮豔、種類多、著色力強、比重輕，經調配可得鮮艷色彩，但耐光性差。種類有 Toluidine Red、Lithol Red、Helio Fast Red。</p>

資料來源: [41]

表 7 顏料種類與成分特性(續)

顏料種類	成分特性
黃色塗料	<p>1.黃鉛：以鉻酸鉛為主，其含量多寡會影響其顏色，遮蓋力與著色力強，易乾及耐光性強，但會與硫磺化合物反應成黑色硫化鉛(PbS)。為常用之黃色顏料。</p> <p>2.黃色氧化鐵(黃土)：天然產物為含鐵量多之土壤，氧化鐵含量約 20%，令含有鋁、硫酸鈣、矽酸鹽類等。故顏色為黃帶黑，非純黃色。</p>
藍色顏料	<p>1.青(普魯士藍)：成分為亞鐵氰化鐵 $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$。富金屬光澤，著色力大，稍耐酸，耐鹼性弱，價格低廉，為常用之顏料。</p> <p>2.群青：鈉鋁之矽酸鹽和硫酸鹽之化合物 $\text{Na}_2\text{Al}_6(\text{SiO}_3)_6(\text{SO}_4)_2$，顏色鮮明，不能與含鉛之顏料調配，著色力差、耐酸鹼弱、稍耐鹼。</p> <p>3.特藍：半透明顏料，耐鹼與酸、著色力強、耐光、色彩鮮豔，為常用之高級顏料。</p>
綠色顏料	<p>1.鉻綠：由黃鉛與青(普魯士藍)之混合物，耐光性好、耐鹼性差、耐光，為常用之綠色顏料。</p> <p>2.氧化鉻綠：以三氧化二鉻(Cr_2O_3)及鹽基性氧化鉻($\text{CrO}(\text{OH})_2$)為主，耐光、耐酸、耐鹼、耐久，常用於塗料。</p>
褐色顏料	<p>1.氧化鐵(以 Fe_2O_3 為主)：有 75%及 90%兩種含量產品，製備以硫化鐵礦燃燒後之殘渣經粉碎取得，著色力強、易配色、價格低、活性低，一般作為鐵材防銹顏料。</p> <p>2.紅色氧化鐵：成分與氧化鐵相同，有 30%與 80%含量產品，顏色由紅色至帶黃色，也有帶褐色，價格低，使用量大。</p> <p>3.黃色氧化鐵：天然產出氧化鐵，含氧化鐵之土壤經水洗後乾燥取得，氧化鐵含量約 20%，顏色帶黑紅色。含有氧化錳者，顏色帶暗褐色。</p>
金屬顏料	<p>1.鋁金屬顏料：俗稱銀粉(Aluminium Powder)、銀漿(Aluminium Paste)，為鱗片狀，具金屬光澤，常作為耐高溫顏料，高級車輛金屬塗裝等應用。</p> <p>2.鋅粉：屬灰色粉末，主要作為防銹顏料，搭配環氧樹脂應用於鐵殼船外殼之防銹鋅粉漆。</p>
體質顏料	<p>或稱填充顏料，本身無著色力，乾燥狀態成白色粉末，與展合劑煉合成半透明白色狀，作為增量劑以降低塗料成本。</p> <p>1.碳酸鈣(CaCO_3)：易溶於酸，價格低，使用量大，一般使用重質碳酸鈣與輕質碳酸鈣。</p> <p>2.硫酸鋇(BaSO_4)：無活性、耐酸鹼。</p> <p>3.滑石粉：成分為矽酸鹽類(Silicate)，白色粉末，不溶於酸鹼、耐高溫，為輕質顏料所常用。</p> <p>4.高嶺土：天然產出白色黏土。</p>

資料來源: [41]

此外，參考經濟部統計處工業產銷存動態調查資料對顏料之分類與定義(表 8)，有機顏料分為菁藍、菁綠及偶氮類，而國內常見之色相為紅色系、黃色系、

藍青色系、橙色系等為主。國產無機顏料主要以金屬為分子的基本成分，主要包含碳黑、鈦白粉、鉻黃、鋅鉻黃、鉬紅、鉬橙等，依色系分別為黑色、白色、黃色、橙色、紅色、青色與綠色等。

表 8 經濟部統計處之顏料分類與定義

產品名稱	定義	範圍
有機顏料	有機顏料為與著色物質沒有親和力的有機化合物，須以黏著劑或膜物質固著在被著色物之表面上或相混在被著物內部之顯色。其來源可分為來自天然動、植物體中萃取的天然有機顏料及化學合成方法製造的合成有機原料，國產有機顏料都是以芳香族化合物為主要原料合成而來。可應用於纖維、塑膠、橡膠、合成皮、塗料、油墨及建材等地的著色。	按照發色團的不同可分為菁藍、菁綠及偶氮類等顏料。若以業者習慣用法，目前國內最常見色相分類，計有紅色系、藍青色系、橙色系等為主。
無機顏料	無機顏料包含有許多天然物料，主要得自礦物資源，國產無機顏料主要以金屬為分子的基本成份，故有最高的著色力及遮蔽力、耐光性、耐熱性、耐溶劑、耐酸鹼性強外，耐候性亦較有機顏料佳，對金屬及機械的防鏽效果良好，但缺乏有機顏料色彩鮮明及透明的優點。	主要包含碳黑、鈦白粉、鋅鉻黃、鉬紅、鉬橙等無機顏料，若依色別分類可分為黑色、白色、黃色、橙色、紅色、青色、綠色等 12 類。

資料來源：<http://dmz9.moea.gov.tw/gmweb/investigate/InvestigateDA.aspx>

(二) 塗料產品標示資料

本計畫以市售常見之品牌塗料為主，調查其塗料產品之標示或產品物質安全資料表，以了解產品是否含有重金屬成分。

1. A塗料品牌

表 9 為市售常見之 A 塗料品牌種類，其中水性調和漆與乳膠漆物質安全資料表僅標示「特丁淨」及「吡啶硫酮鋅」，其分別屬農藥除草劑類及外用抗真菌劑或抗菌劑，用於塗料可當防霉抗菌劑使用。乳膠漆原料中之吡啶硫酮鋅即為含有鋅之化合物，仍有使用無機顏料，並無法由安全資料表中了解其顏料種類或是否含重金屬。

表 9 A牌塗料之安全資料表成分標示

塗料名稱	用途	物質安全資料表成份標示(濃度 %v/v)
水性調和漆	室內用(液體)	特丁淨 (Terbutryn) (0—<1%)
乳膠漆	室內用(液體)	吡啶硫酮鋅(1-Hydroxypyridine-2-thione zinc salt) (0—<1%)
水泥漆/ 強力防水底膠	室外用(液體)	丙烯酸丁酯 (0—<1%)
全效底漆	室外用(液體)	Nonylphenol polyethylene glycol ether (1—<2.5%)
屋頂防水漆	室外用(液體)	特丁淨 (0—<1%) 5-氯-2-甲基-4-異噻唑-3-酮和 2-甲基-1-異噻唑-3-酮的混合物(3:1) (0—<1%)

2. B品牌塗料

表 10 為 B 品牌之塗料物質安全資料表成分標示，其中水性水泥漆與乳膠漆僅標示乙二醇，溶劑型之優利漆標示主要以有機溶劑為主，但室內外鋼構物及木材製品之防護與裝飾塗料之調和漆產品標示含有金屬原料之 2-乙基己酸鉛及鉻酸鉛之成分。

表 10 B牌塗料安全資料表成分標示

塗料名稱	用途	物質安全資料表成份標示(成分%)
水性水泥漆	水泥牆之保護與裝飾用塗料 (液體)	乙二醇(Ethylene glycol) (<2%)
水性乳膠漆	水泥牆之保護與裝飾用塗料 (液體)	乙二醇(Ethylene glycol) (<2%)
優利漆 (溶劑型)	機械、木材之裝飾防護漆(液體)	醋酸丁酯(Butyl acetate) (5—7.5%) 二甲苯(Xylene) (12.5—15%) 甲苯(Toluene) (7.5—15%)
調和漆 (溶劑型)	室內外鋼構物及木材製品之防護與裝飾塗料(液體)	松香水(NAPHTHA) (25—45%) 2-乙基己酸鉛 (LEAD Octoate) (<1%) 鉻酸鉛 (Lead chromate) (0—20%) 二甲苯(Xylene) (1.5—2.05%)

3. C 油漆品牌

表 11 為 C 油漆品牌之塗料物質安全資料表成分標示，其中水性水泥漆含有鈦金屬原料，油性水泥漆與鮮麗漆含有鋇與鈦之金屬原料，而各色

系調和漆因顏色未逐一提供安全資料表，故僅以顏料表示，無法判斷其使用之含金屬原料。

在紅丹漆部分，工程用紅丹漆與永保新紅丹漆分別含有紅丹粉(氧化鉛)與紅丹粉(氧化鉛)、銀金屬原料。而參考工程用紅丹漆之產品介紹，指出其為以鋅鉻黃與紅丹粉等顏料調配而成，但安全資料表中卻無鋅鉻黃之成分標示。

表 11 C牌塗料安全資料表成分標示

塗料名稱	用途	物質安全資料表成份標示(成分%)
水性水泥漆	水泥牆之保護與裝飾用塗料 (液體)	水性醋酸乙烯共聚物樹脂 (Vinyl-veova copolymer)(11-15%) 鈦白粉(titanium dioxide) (19-45%) 滑石粉(Talc) (9-14%) 白土 (Caly) (2-5%) 碳酸鈣 (Calcium carbonate) (2-6%) 矽藻土(Silica) (2-6%) 添加劑(Additives) (1-3%) 水(Water) (40-50%)
油性水泥漆	水泥外牆、混擬土、石膏泥灰等物面外牆之保護與裝飾用塗料 (液體)	醇酸樹脂(Acrylic resin) (<40%) 二甲苯(Xylene) (<15%) 輕鋇(barium sulfate) (<15%) 鈦白粉(titanium dioxide) (<40%)
各色系調和漆 (溶劑型)	一般鐵材及室內鋼鐵構造物之面漆(液體)	醇酸樹脂(Acrylic resin) (<80%) 油漆溶劑(Naphtha-150) (<15%) 顏料份(pigment) (<25%)
鮮麗漆 (溶劑型)	一般鐵材及室內鋼鐵構造物之面漆(液體)	醇酸樹脂(Alkyd resin) (<45%) 松香水 (Mineral Spirit) (<35%) 輕鋇(barium sulfate) (<15%) 鈦白粉(titanium dioxide) (<18%)
工程用紅丹漆 (溶劑型)	鋼構物防鏽底漆 (液體)	醇酸樹脂(Alkyd resin) (<50%) 松香水(NAPHTHA) (<15%) 碳酸鈣 (Calcium carbonate) (<20%) 紅丹粉(Lead oxide) (<35%) 白土 (Caly) (10<%)
永保新紅丹漆	橋梁、水渠、貯槽、工廠設備等鋼鐵構造物防蝕、防鏽用底漆	環氧樹脂(Epoxy resin) (<35%) 紅丹粉(Lead oxide) (<45%) 輕鋇(Barium sulfate) (<10%) 二甲苯(Xylene) (<15%) 正丁醇(n-Butanol) (<10%) 白土 (Caly) (10<%)

4. D品牌塗料

表 12 為 D 品牌塗料產品之物質安全資料表，其中水性塗料主要含樹脂及顏料等成分，油性水泥漆主要含溶劑、壓克力樹脂及顏料等成分，而粉體塗料主要含聚酯樹脂、顏料及功能性填充劑。但由其中之成分標示可知，資料中並未說明顏料種類或成分，其提供資料屬產品範用型之安全資料表，無法提供勞工有關顏料之危害資訊。

表 12 D牌塗料產品之安全資料表

塗料名稱	用途	物質安全資料表成份標示(成分%)
水性水泥漆	適用於室內水泥壁、木材、三夾板、石灰壁等之塗裝(液體)	色膏(Pigment paste) (0.5 – 1%) 碳酸鈣(CaCO ₃) (0 – 7%) 高嶺土 (Kaolin clay) (0 – 7%) 分散劑 (Dispersant) (0.2 – 0.5%) 消泡劑 (Defoamer) (0.2 – 0.5%) 樹脂 (Resin) (25 – 50%) 顏料(Pigment) (0 – 45%) 水(Water) (5 – 10%)
油性水泥漆	適用於水泥、石材、石棉板、磚塊及油性水泥漆材質(液體)	二甲苯 (Xylene) (15 – 20%) 顏料(Pigment) (10 – 15%) 壓克力樹脂(Acrylic Resin) (55 – 60%) 有機改性矽氧烷(Organo-modified polysiloxane) (1 – 2%) 硫酸鋇 (BaSO ₄) (5 – 10%)
粉體塗料	靜電槍噴塗或磨擦帶電槍噴塗，適用於鋁擠型材、鋁門窗、不鏽鋼、鋁合金鋼板、鍍鋅鋼板之帷幕牆及構造物…等。(粉體)	資料僅標示混和物成分名稱，但無成分百分比。 混和物成分名稱：聚酯樹脂(Polyester)、顏料(Pigment)、功能性填充劑(Filler)

第二節 油漆製造重金屬原料使用狀況，及勞工重金屬危害暴露基本資料庫建立

一、油漆製造流程與重金屬原料使用狀況

本計畫調查、訪視 4 家油漆塗料製造工廠，各廠使用之原料與製程分述如下：

(一) A 廠

表 13 為該公司所生產之液體塗料(水性與油性塗料)與粉體塗料，液體塗料月平均生產量約 200 噸/月，而粉體塗料月平均生產量約 300 噸/月。塗料生產部門勞工人數約 80 位，其中液體塗料製程員工約 22 人，粉體塗料製程員工約 58 人。

表 13 A廠油漆塗料產品

產品名稱	產品種類與應用
水性塗料	水性水泥漆、乳膠漆、水性環保金屬底漆等，主要應用於水泥壁面、木材、三夾板、石綿板、水泥板、矽酸鈣板塗裝與金屬底漆等。
油性塗料	油性底漆、防鏽底漆等，主要應用於水泥、石材、石棉板、磚塊及油性水泥漆材質、鐵件管路、PVC、木材、夾板…塗裝之前處理劑。
粉體塗料	室外耐候粉末塗料、氟碳粉末塗料等，以靜電槍噴塗或磨擦帶電槍噴塗，主要應用於鋁擠型材、鋁門窗、不鏽鋼、鋁合金鋼板、鍍鋅鋼板之帷幕牆及構造物等

1. 水性塗料與合成樹脂塗料之製程

圖 3 為 A 廠所生產之水性塗料與合成樹脂塗料之製程流程圖，該製程區為 2 類塗料共用區，其中原料 A 為水性塗料，而 B 原料為合成樹脂塗料。再將個別原料投入混合設備(攪拌槽)(圖 4)，顏料於此步驟進行投料，攪拌後進行研磨，再予混合，即為成品及包裝(圖 5)。

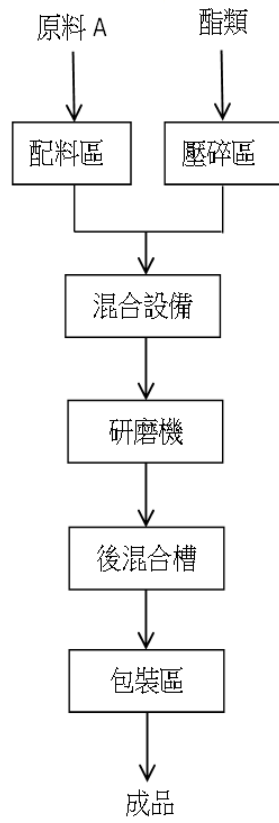


圖 3 A 廠所生產之水性塗料與合成樹脂塗料製程流程圖



圖 4 水性塗料與合成樹脂塗料投料區



圖 5 A 廠成品包裝區

2. 有色油性塗料之製程

圖 6 為 A 廠所生產之有色油性塗料之製程流程圖，該製程區是先將欲使用之顏料於配料室進行調配(圖 7)，接著將個別原料、溶劑及助劑等投入混合設備(攪拌槽)(圖 8)，顏料於此步驟進行投料，攪拌後進行滾磨，再進行混合，即為成品及包裝。

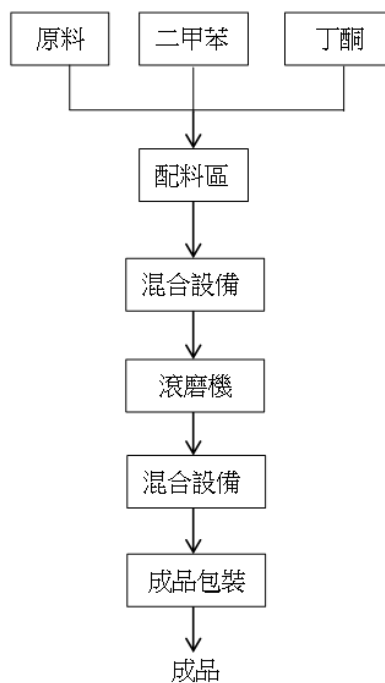


圖 6 A 廠所生產之有色油性塗料製程流程圖



圖 7 A 廠油性塗料之顏料配料室



圖 8 A 廠油性塗料之混合區

3. 粉體塗料之製程

圖 9 為 A 廠所生產之粉體塗料之製程流程圖，該製程區是先將欲使用之顏料於配料室進行調配(圖 10)，繼之將個別原料及顏料劑等投入押出成型機或混合設備(乾式)，再進行粉碎後，即為成品及包裝。

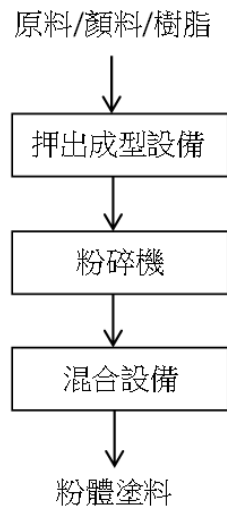


圖 9 A 廠所生產之粉體塗料製程流程圖



圖 10 A 廠粉體塗料之顏料配料室

4. 顏料使用種類

由於產品之安全資料表並未提供有關顏料是否含重金屬成分之資訊，本計畫進一步蒐集該廠所使用之個別顏料之物質安全資料表，以了解其成分與特性。表 14 為 A 廠塗料之顏料種類與特性，在液體塗料之顏料使用上約 4 類，以水性色膏顏料中，White(TiO_2)含鈦、U-blue($\text{Na}_6\text{Al}_4\text{Si}_6\text{S}_4\text{O}_{20}$)含鋁、Blue($\text{C}_{32}\text{H}_{16}\text{CuN}_8$)含銅、Green($\text{C}_{32}\text{Cl}_{16}\text{CuN}_8$)含銅、BAYFERROX 225 及 BAYFERROX 420 含鐵。在粉體塗料使用之顏料約 5 類，其中黃色氧化鐵、黑色氧化鐵、BAYFERROX 180M 皆含鐵，而群青藍顏料含鋁。

表 14 A廠塗料之顏料種類與特性

塗料種類	顏料種類	物質安全資料表成分標示(成分百分比)與特性
液體塗料	水性色膏 (Water-based color paste)	成分：樹脂(10-20%)、顏料 [white(TiO_2)、U-blue($\text{Na}_6\text{Al}_4\text{Si}_6\text{S}_4\text{O}_{20}$)](50-60%)、顏料 [Blue($\text{C}_{32}\text{H}_{16}\text{CuN}_8$)、Purple ($\text{C}_{34}\text{H}_{22}\text{Cl}_2\text{N}_4\text{O}_2$)、Green($\text{C}_{32}\text{Cl}_{16}\text{CuN}_8$)、Orange ($\text{C}_{32}\text{H}_{24}\text{Cl}_2\text{N}_8\text{O}_2$)、Red($\text{C}_{26}\text{H}_{22}\text{N}_4\text{O}_4$)、Black(Carbon Black)] (20-30%)、添加劑(0-1%)、水(加到 100%) 特性：調配綜合顏料、有色液狀(味淡)、分散水中
	碳煙(Carbon Black)	成分：非結晶質碳(100%) 特性：無機顏料、黑色顆粒/粉狀(無味)、 $\text{pH}>7$ 、不溶於水
	BAYFERROX 225 (紅色顏料)	成分：三氧化二鐵(Fe_2O_3) (成分%無標示) 特性：無機顏料、紅色粉狀(無味)、 $\text{pH}=4-8$ 、不溶於水、粒徑= $0.2\mu\text{m}$
	BAYFERROX 420 (黃色顏料)	成分：FeO(OH) (成分%無標示) 特性：無機顏料、黃色粉狀(無味)、 $\text{pH}=3.5-7.5$ 、不溶於水、粒徑 $<45\mu\text{m}$
粉體塗料	黃色氧化鐵 (Yellow Iron Oxide)	成分：三氧化二鐵(Fe_2O_3) (86%) 特性：無機顏料、黃色粉狀(無味)、不溶於水
	黑色氧化鐵 (Black Iron Oxide)	成分：四氧化三鐵(Fe_3O_4) (92%) 特性：無機顏料、黑色粉狀(無味)、不溶於水
	紅色顏料 (BAYFERROX 180M)	成分：三氧化二鐵(Fe_2O_3) (成分%無標示) 特性：無機顏料、紅色粉狀(無味)、 $\text{pH}=5-8$ 、不溶於水、粒徑= $0.7\mu\text{m}$

	群青藍顏料(鋁磺化 硅酸鈉)	成分：Silicic acid aluminum sodium salt sulfurized (成分%無標示) 特性：無機顏料、屬黏土礦物、藍色粉狀(無味)、pH=7-9、不溶於水
	C.I. Pigment Yellow 83 (黃色顏料)	成分：: C ₃₆ H ₃₂ Cl ₄ N ₆ O ₈ (成分%無標示) 特性：有機顏料(雙偶氮類)、黃色粉狀(無味)、pH=6-8

(二) B 廠

目前人員約 90 位，其中與油漆塗料製程有關之勞工約 50 位。該廠生產之水性塗料與油性塗料量約 7:3。表 15 為該廠生產之產品種類，本計畫調查係以液體水性塗料及液體油性塗料為主。

表 15 B廠產品種類

產品名稱	產品種類與應用
液體水性塗料	水泥漆、乳膠漆等，應用於牆面防護與裝飾用塗料
液體油性塗料	水泥漆、調和漆、彩鋼漆及優麗漆等，應用於牆面防護與裝飾用塗料及室內外各種鋼構物，鋼鐵製品及木材製品之防護與裝修用面漆
防水塗料	PU 面漆及 PU 底漆等，適用於建築物之屋頂及浴廁等防水材料。

1. 水性塗料之製程

圖 11 為 B 廠所生產之水性塗料之製程流程圖，主要原料為水、助劑、填料與顏料，經投入攪拌機後(圖 12)，再投入水性樹脂、水及助劑均勻混合，即可進行包裝與成品。

2. 油性塗料製程

圖 13 為 B 廠所生產之製程流程圖，先備料與調配秤重(圖 14)，於另一區移動式攪拌桶調配溶劑與助劑 (圖 15)，將調配好之原料與顏料投入已備好溶劑之移動式攪拌桶進行攪拌(圖 16)，再經研磨及調整後，即為成品。

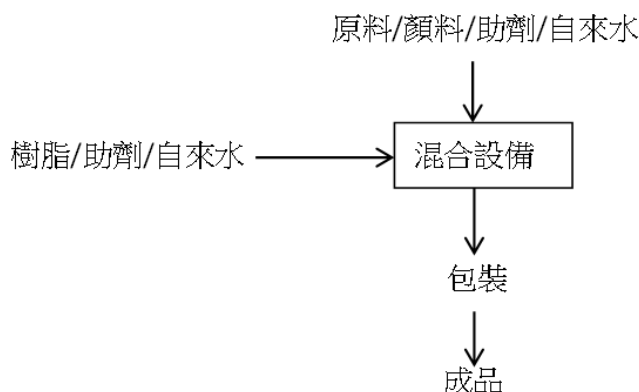


圖 11 B 廠水性塗料之製程流程圖



圖 12 B 廠水性塗料之投料攪拌區

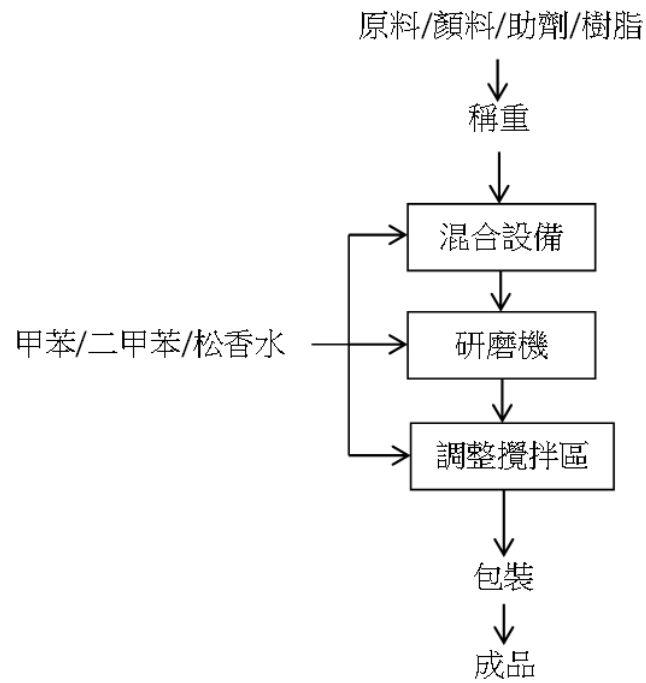


圖 13 油性塗料之製程流程圖



圖 14 B 廠備料與調配秤重



圖 15 B 廠調配溶劑與助劑



圖 16 B 廠油性塗料之投料攪拌區

3. 顏料使用種類

表 16 為 B 廠塗料之顏料種類與特性，有機顏料使用約 4 類，其中僅藍色顏料(酞菁藍)及綠色顏料(Pigment Geen 7)含銅，其餘無重金屬成分。無機顏料使用之顏料約 4 類，其中黃色氧化鐵、BAYFERROX 120M (紅色顏料)皆含鐵，而白色顏料(二氧化鈦)含鈦及鋁。

表 16 B廠塗料之顏料種類與特性

顏料種類	物質安全資料表成分標示(成分百分比)與特性
紅色顏料 (C.I. Pigment Red 57:1)	成分： $C_{18}H_{12}N_2O_6Ca$ (97%) 特性：有機顏料(單偶氮類)、紅色粉狀(無味)、pH=7-9、不溶於水
藍色顏料(酞菁藍) (C.I. Pigment Blue 15:4)	成分： $C_{32}H_{16}CuN_8$ (100%) 特性：有機顏料(酞菁類)、藍色粉狀(無味)、pH=7、不溶於水、甲醇、甲苯
黃色顏料 (C.I. Pigment Yellow 83)	成分： $C_3H_3Cl_4N_6O_8$ (100%) 特性：有機顏料(雙偶氮類)、黃色粉狀(輕微芳香味)、

	pH=7-10、不溶於水
綠色顏料 (C.I. Pigment Geen 7)	成分：C ₃₂ Cl ₁₆ CuN ₈ (100%) 特性：有機顏料(酞菁類)、深綠色粉狀(無味)、pH=6-8.5
黑色顏料 (碳黑)	成分：非結晶質碳(>99%) 特性：無機顏料、黑色顆粒/粉狀(無味)、pH<7、不溶於水
黃氧化鐵 (Ferroxide Yellow Iron Oxide, C.I. Pigment Yellow 42)	成分：FeO(OH) (>96%)、其他無機氧化物(<2%)、分散劑(<3%)、水(<1%) 特性：無機顏料、黃色粉狀(無味)、pH=3-7、不溶於水
紅色顏料 (BAYFERROX 120M)	成分：三氧化二鐵(Fe ₂ O ₃) (成分%無標示) 特性：無機顏料、紅色粉狀(無味)、pH=5-8、粒徑=0.11μm
白色顏料 (二氧化鈦)	成分：TiO ₂ (80-98%)、氫氧化鋁(0-9%)、二氧化矽(0-11%) 特性：無機顏料、白色固體(無臭)、不溶於水、粒徑<45μm
紅丹粉	成分：Pb ₃ O ₄ (>97%) 特性：無機顏料、紅色固態、溶於水<0.3%、粒徑<45μm

(三) C 廠

勞工人數約 150 人，塗料製程勞工約 30 人。表 17 為該廠生產之產品種類，除生產水性塗料外，還有生產罐頭漆，但因罐頭漆為機器噴塗，不列入執行範圍。本計畫調查係以勞工接觸較多之水性塗料為主。

表 17 C廠產品種類

產品名稱	產品種類與應用
內牆漆	水性水泥漆與乳膠漆，適用室內水泥牆面、天花板、矽酸鈣板。
外牆漆	屬水性塗料，產品為外牆防水漆、晴雨漆，適用室外水泥牆。
金屬/木材漆	水性調和漆，適用木質窗框/門板、踢腳板、欄杆；一般金屬門、鐵皮屋、陽台欄杆。
罐頭漆	屬油性塗料，適用罐頭外觀塗裝。

1. 水性塗料之製程

圖 17 為 C 廠生產水性塗料之製程流程圖，主要是將粉料加水入攪拌機攪拌後，再投入水性樹脂混合後，即可進行包裝與成品。

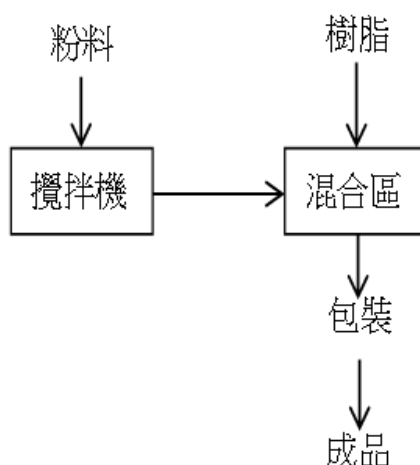


圖 17 C 廠所生產之水性塗料之製程流程圖

2.顏料使用種類

表 18 為 C 廠塗料之顏料種類與特性，有機顏料使用約 4 類，其中僅綠色顏料(Pigment Geen 7)含銅，其餘無重金屬成分。無機顏料使用之顏料約 4 類，其中土黃色顏料含鐵與鋁、暗紅色顏料含鐵與鈦，而白色顏料含鈦及鋁。

表 18 C廠塗料之顏料種類與特性

顏料名稱	成分與特性
綠色顏料 (C.I. Pigment Green 7)	成分：C ₃₂ Cl ₁₆ CuN ₈ 特性：有機顏料(酞菁類)、液體、pH=7、易混合於水
紫色顏料 (C.I. Pigment violet 23)	成分：C ₃₄ H ₂₂ Cl ₂ N ₄ O ₂ 特性：有機顏料(dioxazine 類)、液體、pH=7、易混合於水、粒徑=0.04-0.07μm
黃色顏料 (C.I. Pigment Yellow 3)	成分：C ₁₆ H ₁₂ Cl ₂ N ₄ O ₄ 特性：有機顏料(單偶氮類)、黃色液體、pH=8、易混合於水
紅色顏料 (C.I. Pigment Red 112)	成分：C ₂₄ H ₁₆ Cl ₃ N ₃ O ₂ 特性：有機顏料(單偶氮類)、pH=6-7、易混合於水
黑色顏料	成分：二甘醇(10-20%)、碳黑(>60%) 特性：無機顏料、黏性液體(微弱氣味)、pH=8-10
白色顏料	成分：二氧化鈦(Titanium dioxide)(80-98%)、 氫氧化鋁(Aluminum hydroxide) (0-9%)、 二氧化矽(Silicon dioxide) (0-11%) 特性：無機顏料、白色固態(無臭)、不溶於水
土黃色顏料 (氧化鐵黃色, Iron Oxide Yellow Pigment)	成分：氧化鋁(Aluminum oxide) (<1.5%)、氧化鐵黃色(Iron Oxide Yellow, Fe ₂ O ₃ .H ₂ O)(>96%) 特性：無機顏料、黃色粉狀(無味)、pH=3-6
暗紅色顏料 (BAYFERROX 130M)	成分：二氧化鈦(Titanium dioxide)(<2.5%)、三氧化二鐵(Fe ₂ O ₃) 特性：無機顏料、紅色粉狀(無味)、pH=5-8、粒徑=0.17μm

(四) D 廠

公司人員約 630 位，其中與塗料製程有關之勞工約 400 位。該廠生產之水性塗料與油性塗料之平均月產量分別為 1,500~1,800 噸/月與 2,000~2,200 噸/月。表 19 為該廠生產之產品種類，本計畫之調查係以液體水性塗料及液體油性塗料為主。

表 19 D廠產品種類

產品名稱	產品種類與應用
液體水性塗料	水泥漆、乳膠漆等，應用於牆面防護與裝飾用塗料
液體油性塗料	水泥漆、調和漆、彩鋼漆及優麗漆等，應用於牆面防護與裝飾用塗料及室內外各種鋼構物，鋼鐵製品及木材製品之防護與裝修用面漆
防水塗料	PU 面漆及 PU 底漆等，適用於建築物之屋頂及浴廁等防水材料。

1. 水性塗料製程

圖 18 為 D 廠生產水性塗料之製程流程圖，主要原料為合成樹脂、顏料、水、添加劑等，將其投入高速分散機後(圖 19)，再經攪拌混合後，即可進行包裝與成品。

2. 油性塗料製程

圖 20 為 D 廠生產油性塗料之製程流程圖，先備料與調配秤重(圖 21)，在另一區於移動式攪拌桶內(圖 22)調配溶劑與助劑或固定式高速分散機槽內(圖 23)，將調配好之原料與顏料投入備好溶劑移動式攪拌桶進攪拌，經研磨及調整後，即為成品。

助劑/樹脂/顏料/添加劑/水

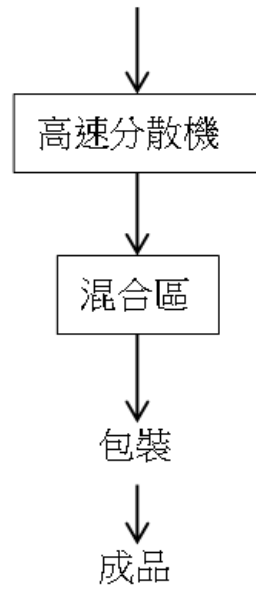


圖 18 D 廠之水性塗料之製程流程圖



圖 19 水性塗料固定式高速分散機槽投料區

助劑/樹脂/顏料/原料/添加劑

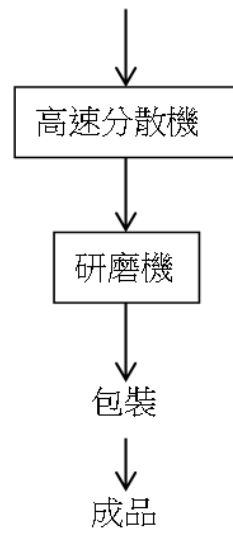


圖 20 D 廠之油性塗料製程流程圖



圖 21 顏料調配區



圖 22 移動式攪拌桶投料區



圖 23 油性塗料固定式高速分散機槽投料區

3. 顏料使用種類

由表 20 為 D 廠塗料之顏料種類與特性，在有機顏料使用上約 1 類，未含重金屬成分。無機顏料使用之顏料約 6 類含有重金屬，藍色顏料含鋁、土綠色顏料含鉻、黃色顏料含鐵、鈦與錫、白色顏料含鈦及鋁、紅丹粉含鉛，而黃色顏料含鉻(Cr)、銦(Sr)、鋇(Ba)。由顏料之化合物成分可知，綠色顏料(Cr_2O_3)屬 3 價鉻(Cr^{+3})，黃色顏料(SrCrO_4 、 BaCrO_4) 屬六價鉻(Cr^{+6})，但塗料於作業環境使用，3 價鉻(Cr^{+3})是否會氧化為 6 價鉻或是噴漆過程中 6 價鉻是否會吸附於塗料進入人體呼吸道中，建議未來應再進一步研究。

表 20 D廠塗料之顏料種類與特性

顏料名稱	成分與特性
紅色顏料 (Pigment Red 254)	成分：C ₁₈ H ₁₀ Cl ₂ N ₂ O ₂ 特性：有機顏料、pH=6-7、不溶於水
藍色顏料(群青藍)	成分：Na ₆ Al ₄ Si ₆ S ₄ H ₂₀ 特性：無機顏料、藍色粉狀(無味)、pH=8.5-10.5、粒徑=2-6μm、不溶於水
綠色顏料 (PIGMENT GREEN 17)	成分：Cr ₂ O ₃ (98.5-99.5%) 特性：無機顏料、綠色粉狀(無味)、pH=5-7、不溶於水
黃色顏料	成分：二氧化鈦(TiO ₂)、氧化鐵(Fe ₂ O ₃)、氧化錫(Tin dioxide)(1-10%) 特性：無機顏料、黃色粉狀(無臭)、pH=6-9、不溶於水、粒徑=10-60μm
白色顏料	成分：二氧化鈦(Titanium dioxide)(91-95%)、氫氧化鋁(Aluminum hydroxide) (2-6%)、二氧化矽(Silicon dioxide) (1-5%) 特性：無機顏料、白色固態(無臭)、不溶於水
紅丹粉	成分：Pb ₃ O ₄ (>97%) 特性：無機顏料、紅色固態、溶於水<0.3%、粒徑<45μm
黃色顏料 (SrCrO ₄)	成分：SrCrO ₄ (97%)、BaCrO ₄ (3%) 特性：無機顏料、黃色粉狀、pH=6-9、溶於水

二、顏料資料彙整

綜合上述，彙整 4 家油漆塗料製造廠之原料與顏料可知，各家使用原料會受品牌、用途、特性與客製化等因素影響。由表 22 可知，固態原料(含助劑)主要相似原料為碳酸鈣、高嶺土、硫酸鋇，而僅滑石粉、矽藻土與矽酸鋁鈉有差異，這些原料亦稱為填充顏料，本身無著色力，乾燥狀態成白色粉末，與展合劑煉合成半透明白色狀，作為增量劑以降低塗料成本。

而有機顏料多數為偶氮類顏料及酞菁類顏料，其中僅酞菁類之藍色顏料與綠色顏料含銅金屬；而無機顏料中黑色顏料皆使用碳黑，白色顏料為二氧化鈦(含鈦與鋁金屬)，紅色與黃色顏料含氧化鐵成分(含鐵金屬)，藍色顏料則為鋁矽化硅酸鈉(含鋁金屬)，但含鉻之綠色及黃色顏料仍被使用及防鏽漆所使用之紅丹粉則含鉛金屬。

表 21 4廠商之油漆塗料製造廠之原料與顏料差異分析

製造廠商	固態原料 (含助劑)	顏料	
		有機顏料	無機顏料
A 廠 (液體塗料)	碳酸鈣、高嶺土	Blue(C ₃₂ H ₁₆ CuN ₈) Purple (C ₃₄ H ₂₂ Cl ₂ N ₄ O ₂) Green(C ₃₂ Cl ₁₆ CuN ₈) Orange (C ₃₂ H ₂₄ Cl ₂ N ₈ O ₂) Red(C ₂₆ H ₂₂ N ₄ O ₄)	黑色顏料(碳黑) 紅色顏料(Fe ₂ O ₃) 黃色顏料(FeO(OH)) 白色顏料(TiO ₂) U-blue(Na ₆ Al ₄ Si ₆ S ₄ O ₂₀)
A 廠 (粉體塗料)	石灰石	黃色顏料(C ₃₆ H ₃₂ C ₄ N ₆ O ₈)	黃色顏料(Fe ₂ O ₃) 黑色顏料(Fe ₃ O ₄) 紅色顏料(Fe ₂ O ₃) 群青藍顏料(鋁矽化硅酸鈉)
B 廠 (液體塗料)	碳酸鈣、高嶺土、矽酸鋁鈉 (Aluminum Silicate)	紅色顏料(C ₁₈ H ₁₂ N ₂ O ₆ Ca) 藍色顏料(C ₃₂ H ₁₆ CuN ₈) 黃色顏料(C ₃₆ H ₃₂ Cl ₄ N ₆ O ₈) 綠色顏料(C ₃₂ Cl ₁₆ CuN ₈)	黑色顏料(碳黑) 黃色顏料(FeO(OH)) 紅色顏料(Fe ₂ O ₃) 白色顏料(TiO ₂) 紅丹粉(Pb ₃ O ₄)
C 廠 (液體塗料)	碳酸鈣、硫酸鋇	綠色顏料(C ₃₂ Cl ₁₆ CuN ₈) 紫色顏料(C ₃₄ H ₂₂ Cl ₂ N ₄ O ₂) 黃色顏料(C ₁₆ H ₁₂ Cl ₂ N ₄ O ₄) 紅色顏料(C ₂₄ H ₁₆ Cl ₃ N ₃ O ₂)	黑色顏料(碳黑) 白色顏料(TiO ₂) 土黃色顏料(Fe ₂ O ₃ .H ₂ O) 暗紅色顏料(Fe ₂ O ₃)
D 廠 (液體塗料)	滑石粉(矽酸鎂)、白土(高嶺土)、碳酸鈣、矽藻土、輕鋇(輕質硫酸鋇)、二氧化矽(平光粉)	紅色顏料(C ₁₈ H ₁₀ Cl ₂ N ₂ O ₂)	綠色顏料(Cr ₂ O ₃) 黃色顏料(Fe ₂ O ₃) 白色顏料(TiO ₂) 藍色顏料(Na ₆ Al ₄ Si ₆ S ₄ H ₂₀) 紅丹粉(Pb ₃ O ₄) 黃色顏料(SrCrO ₄)
差異分析	滑石粉、矽藻土、矽酸鋁鈉	皆為偶氮類顏料	綠色顏料(Cr ₂ O ₃)、黑色顏料(Fe ₃ O ₄)、黃色顏料(SrCrO ₄)

三、勞工之作業環境之重金屬暴露分析

本計畫選定 3 家油漆塗料製造工廠進行量化及塗料原料配料或投料作業時勞工暴露之粉塵重金屬元素濃度分析。此外，亦選定室內裝修牆面噴漆現場、汽車板金噴漆現場與通風設備生產廠噴漆現場進行塗料噴漆作業環境暴露測定，每場次至少採集 6 個樣本(3 個總粉塵與 3 個可呼吸性粉塵)。其中每場次之總粉塵與可呼吸性粉塵於同一作業環境進行個別採樣，再將其各別採集之濾紙進行金屬濃度分析。

(一) 油漆塗料製造勞工之作業環境重金屬暴露分析

1. A 廠

圖 24 為 A 廠之廠房平面圖，分別於 A 廠第五廠區之水性漆製造廠(攪拌槽)、油性漆製造廠區(配料室)與粉體一廠(配料室)進行區域環境之作業環境檢測，作業環境檢測時間為上午 8:20~下午 15:30 (約 6.2 小時)。

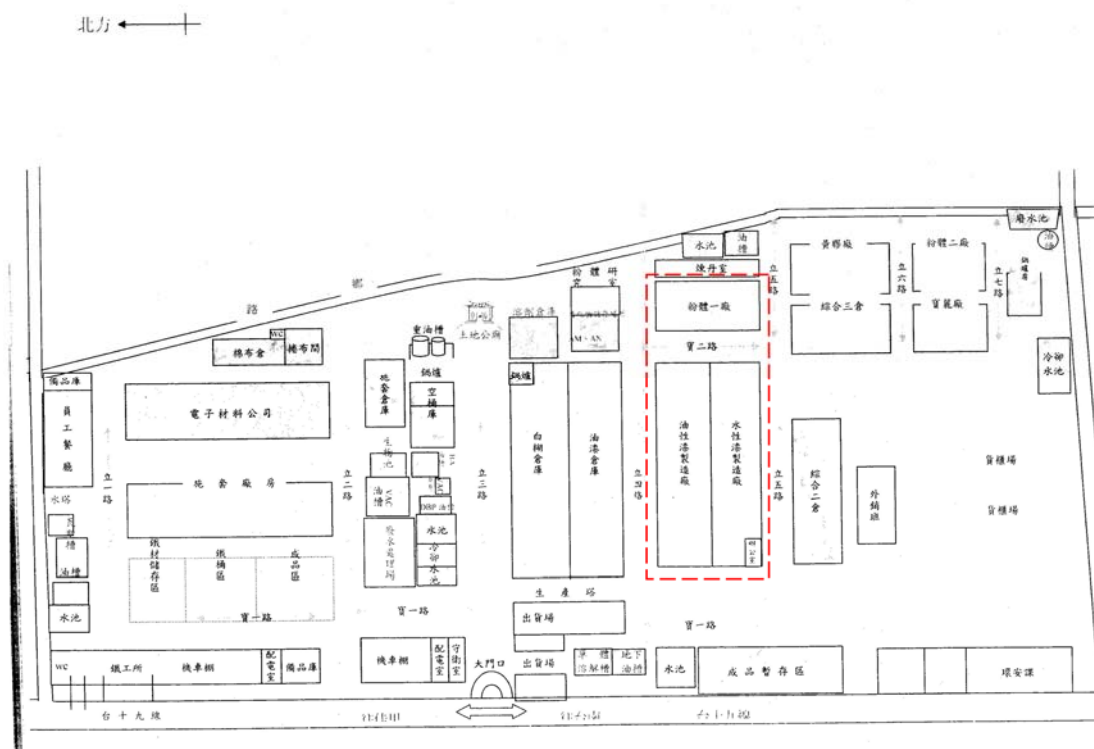


圖 24 A 廠之廠區平面圖及環境測定製程區

表 22 為 A 廠油漆塗料製程區之現場濾紙空白試驗，而表 23 為 A 廠油漆塗料製程區與配料室之區域環境檢測資料，此場次之金屬濃度檢測分析數據符合八小時日時量平均濃度之計算。水性塗料投料區以自然通風進行換氣，但其攪拌槽有設置局部抽氣

設備(圖 25)。該製程之不論是總粉塵或可呼吸性粉塵濃度中之金屬濃度以鐵之 2.09 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)與 3.26 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)最高，其次為 Zn 之 1.50($\mu\text{g}/\text{m}^3$)與 1.86($\mu\text{g}/\text{m}^3$)，而整體金屬濃度都低於八小時日時量平均容許濃度(PEL-TWA)。雖然表 24 中有部分可呼吸性粉塵中之金屬濃度大於總粉塵之濃度，由於總粉塵與可呼吸性粉塵之採樣放置地點雖靠近，但作業環境現場會因投料之角度不同或採樣器採樣口角度不同等因素，而影響採樣及分析結果。

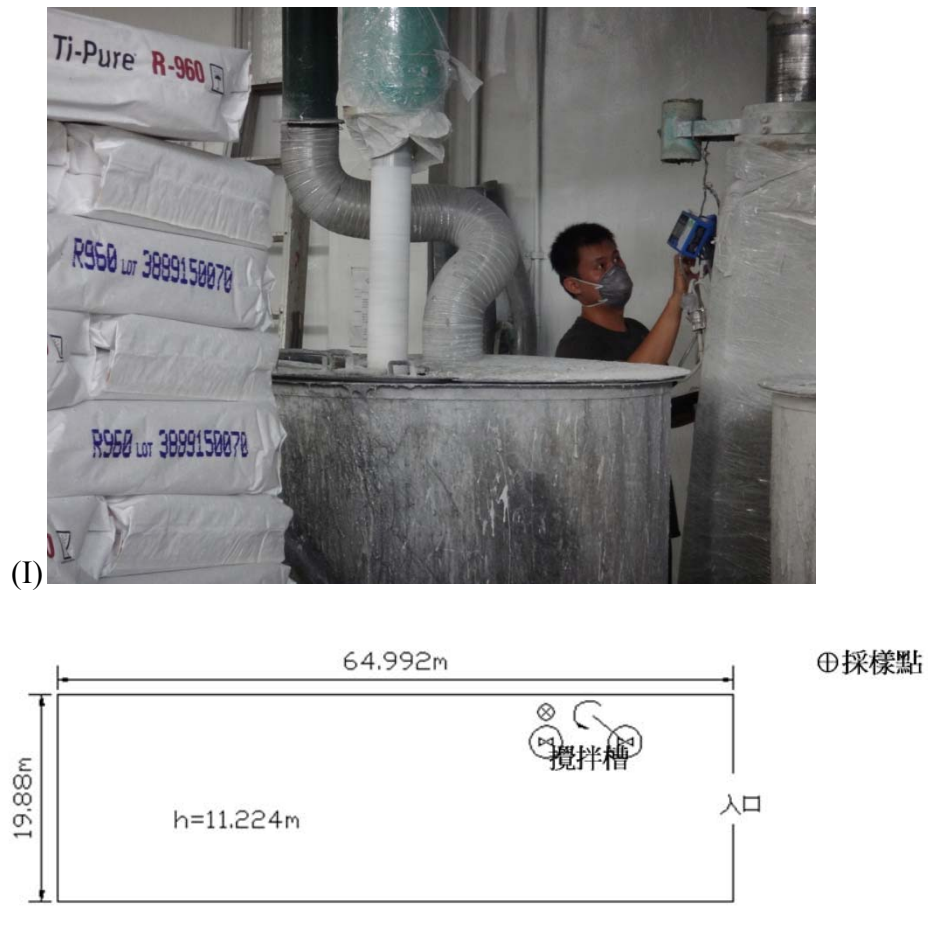


圖 25 A 廠水性漆製造廠(攪拌槽)之採樣位置(A1 與 A2)與局部抽氣設備:(I)現場採樣示意圖(II)採樣現場尺寸

油性漆製造廠區於環測當日並未有投料作業，僅有配料室勞工不定期進行配料作業，該區為半開方式空間，設置有局部排氣設備(圖 26)，故本計畫即規劃於配料室進行區域測定。

由表 23 可知，粉塵中重金屬濃度以鐵之 2.33 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)與 7.02 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)最高，然整體作業環境空氣中重金屬濃度都低於八小時日時量平均容許濃度(PEL-TWA)。但配料室

可呼吸性粉塵，Cr、Mn 與 Zn 濃度高於總粉塵中之濃度，其危害性值得注意。

粉體塗料配料室，為一密閉空間，設置有一台空調與局部排氣設備(圖 27)。由表 23 可知，粉塵中重金屬濃度以鐵之 $5.57(\mu\text{g}/\text{m}^3)$ 與 $2.82(\mu\text{g}/\text{m}^3)$ 最高，其次為鉛 $0.94(\mu\text{g}/\text{m}^3)$ 與 $1.91(\mu\text{g}/\text{m}^3)$ 、鋅 $0.71(\mu\text{g}/\text{m}^3)$ 與 $1.50(\mu\text{g}/\text{m}^3)$ ，整體重金屬濃度都低於八小時日時量平均容許濃度(PEL-TWA)。

(I) 現場採樣示意圖



(II) 採樣現場尺寸

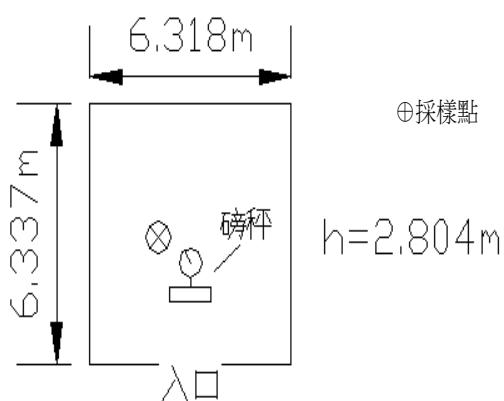


圖 26 油性漆製造廠區之配料室採樣位置(A3 與 A4)與局部抽氣設備

(I) 現場採樣示意圖



(II) 採樣現場尺寸

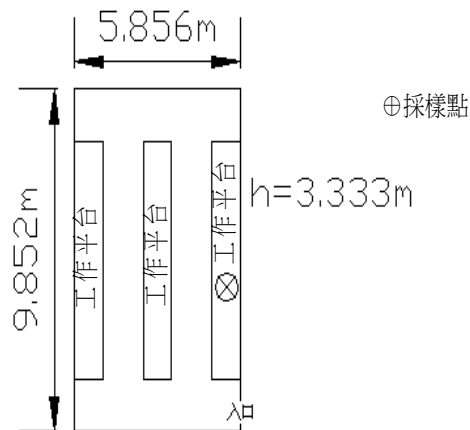


圖 27 粉體塗料配料室採樣位置(A5 與 A6)與局部抽氣設備

表 22 A廠油漆塗料製程區之現場濾紙空白試驗(單位:µg/L)

Metal	Al	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Mo
BK	31.69	2.89	2.89	5.29	11.74	4.48	4.31
Metal	Ni	Pb	Zn	Ti	Cd	As	Hg
BK	5.81	33.71	19.49	ND[1]	ND[2]	0.02	ND[3]

註:BK(Blank):空白試驗；[1] Ti 濃度低於 MDL=5.1 µg/L；[2]濃度低於 MDL=1.2 µg/L；[3]濃度低於 MDL=0.3 µg/L

表 23 A廠油漆塗料製程區與配料室之粉塵中重金屬暴露濃度

單位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

採樣點 (編號)	水性塗料投料區		油性塗料配料室		粉體塗料配料室		容許濃度[1]
	總粉塵 (A1)	可呼吸性粉塵 (A2)	總粉塵 (A3)	可呼吸性粉塵 (A4)	總粉塵 (A5)	可呼吸性粉塵 (A6)	
Al	0.50	0.42	0.2	0.18	0.64	0.27	總粉塵中鋁濃度：15,000[2]、10,000[3,4] 可呼吸性粉塵中鋁濃度：5,000[2]
Co	0.03	0.02	0.03	0.01	0.05	0.06	50
Cr	0.08	0.40	0.10	2.54	0.15	0.11	1,000
Cu	0.01	0.02	0.02	0.03	0.12	0.06	1,000
Fe	2.09	3.26	2.33	7.02	5.57	2.82	10,000
Mn	0.02	0.03	0.01	1.13	0.01	0.02	5,000(高)
Mo	0.22	0.03	0.34	0.31	0.30	0.55	5,000
Ni	0.40	0.09	0.35	0.25	0.28	0.48	1,000
Pb	0.67	0.15	1.09	0.97	0.94	1.91	50
Zn	1.50	1.86	0.96	1.21	0.71	1.50	5,000 (ZnO)
Ti	0.42	0.11	0.32	0.12	0.43	0.21	—
Cd	ND[5]	ND	ND	ND	ND	ND	50(瘤)
As	—	—	—	—	0.002	—	10(瘤)
Hg	—	—	—	—	0.44	—	50(皮)

註:[1]我國之八小時日時量平均容許濃度(PEL-TWA);[2]OSHA Exposure limit;[3]NIOSH Exposure limit;[4]ACGIH Exposure limit; [5]表示 Cd 濃度低於 MDL=1.2 $\mu\text{g}/\text{L}$; “—”表示無資料; 作業環境之區域採樣與勞工個人採樣時間為 6.2 小時。

2. B 廠

圖 28 為 B 廠之廠房平面圖，本計畫於 B 廠之水性塗料投料區(攪拌槽)、油性塗料投料區與油性塗料配料室進行區域環境測定，作業環境測定時間為上午 9:00~下午 16:00(約 6 小時)。

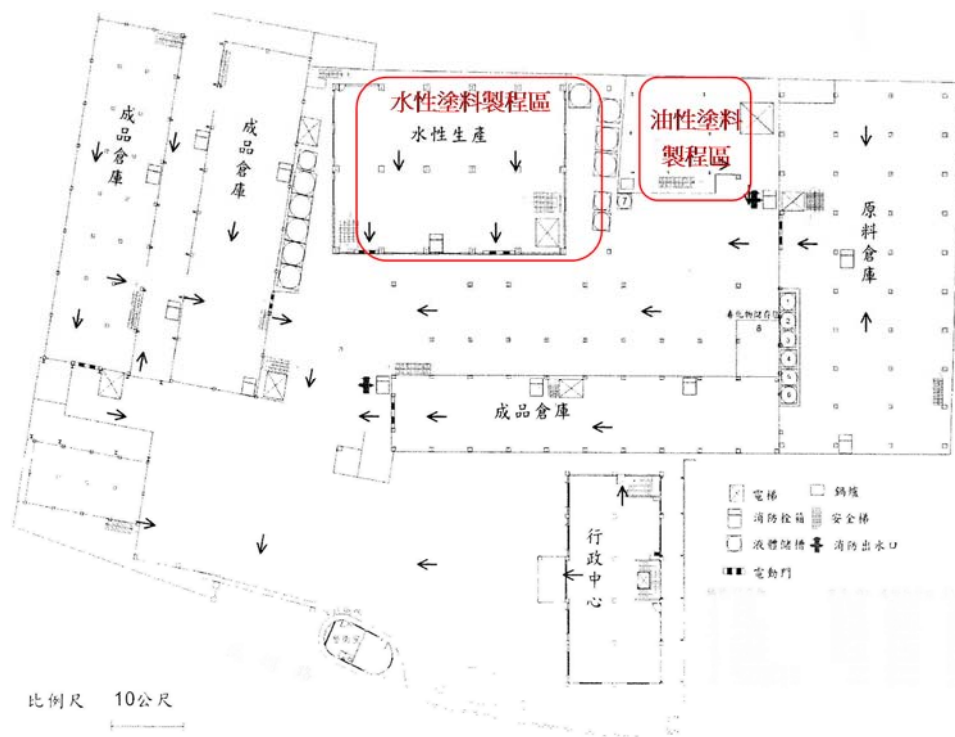


圖 28 B 廠廠房平面圖及環境測定製程區

表 24 B 廠油漆塗料製程區之現場濾紙空白試驗，而表 25 為 B 廠油漆塗料製程區與配料室之區域環境測定資料，此場次之金屬濃度檢測分析數據為符合八小時日時量平均濃度之計算。水性塗料投料區以自然通風搭配電風扇進行換氣，攪拌槽設置有局部抽氣設備(圖 29)。該製程不論是總粉塵或可呼吸性粉塵濃度中之金屬濃度以鋁之 43.27 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)與 28.66 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)最高，其次為鐵之 14.66 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)與 2.94 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)及鈦之 10.92($\mu\text{g}/\text{m}^3$)與 4.37 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)，而整體重金屬濃度都低於八小時日時量平均容許濃度 (PEL-TWA)。雖然表 25 中有部分可呼吸性粉塵中之金屬濃度大於總粉塵之濃度，由於總粉塵與可呼吸性粉塵之採樣放置地點雖靠近，但作業環境現場會因投料之角度不同或採樣器採樣口角度不同等因素，而影響採樣及分析結果。

(I) 現場採樣示意圖



(II) 採樣現場尺寸

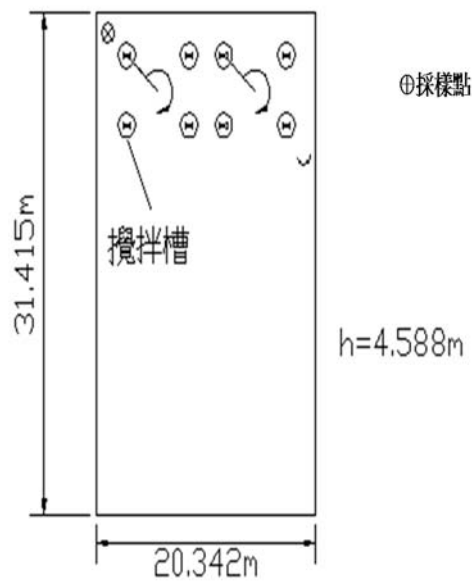


圖 29 B 廠水性塗料製程投料區(攪拌槽)之採樣位置(B1 與 B2)與局部抽氣設備

油性塗料投料區係以自然通風進行換氣，攪拌槽設置有局部排氣設備(圖 30)。由表 25 可知，該製程粉塵中重金屬濃度以鐵之 $3.24 (\mu\text{g}/\text{m}^3)$ 與 $2.53 (\mu\text{g}/\text{m}^3)$ 最高，其次為鋁之 $2.54 (\mu\text{g}/\text{m}^3)$ 與 $0.09 (\mu\text{g}/\text{m}^3)$ 及鉛之 $1.37 (\mu\text{g}/\text{m}^3)$ 與 $4.03 (\mu\text{g}/\text{m}^3)$ ，整體重金屬濃度低

於八小時日時量平均容許濃度(PEL-TWA)。

油性塗料配料室鄰近油性塗料投料區，屬開放空間，以自然通風進行換氣(圖 31)。由表 25 可知，該製程之粉塵中重金屬濃度以鐵之 $2.94 (\mu\text{g}/\text{m}^3)$ 與 $2.83 (\mu\text{g}/\text{m}^3)$ 最高，其次為鋁之 $2.61 (\mu\text{g}/\text{m}^3)$ 與 $0.14 (\mu\text{g}/\text{m}^3)$ ，整體重金屬濃度低於八小時日時量平均容許濃度(PEL-TWA)。

(I)現場採樣示意圖



(II) 採樣現場尺寸

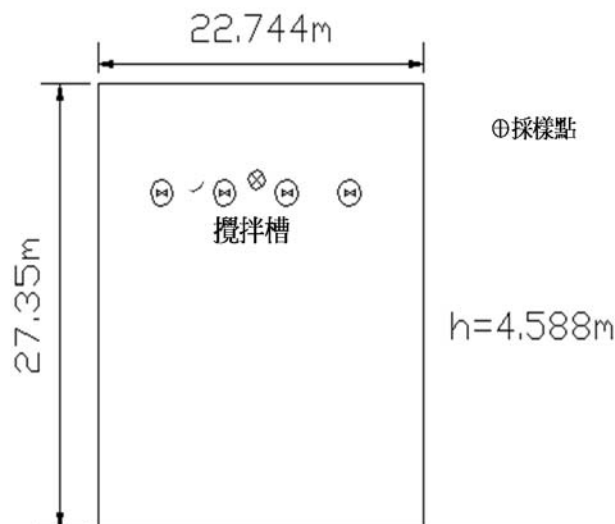


圖 30 B 廠油性塗料製程投料區(攪拌槽)之採樣位置(B3 與 B4)與局部抽氣設備



圖 31 B 廠油性塗料配料室之採樣位置(B5 與 B6)

表 24 B廠油漆塗料製程區之現場濾紙空白試驗(單位:μg/L)

Metal	Al	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Mo
BK	34.81	1.88	4.45	1.19	10.34	2.24	4.74
Metal	Ni	Pb	Zn	Ti	Cd	As	Hg
BK	3.89	37.05	12.79	ND[1]	ND[2]	ND[3]	ND[4]

註:BK(Blank):空白試驗；[1] Ti 濃度低於 MDL=5.1 μg/L； [2]濃度低於 MDL=1.2 μg/L； [3]濃度低於 MDL=0.01 μg/L； [4]濃度低於 MDL=0.3 μg/L

表 25 B廠油漆塗料製程區與配料室之粉塵中重金屬暴露濃度

單位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

採樣點 (編號)	水性塗料投料區		油性塗料投料區		油性塗料配料室		容許濃度[1]
	總粉塵 (B1)	可呼吸性粉塵 (B2)	總粉塵 (B3)	可呼吸性粉塵 (B4)	總粉塵 (B5)	可呼吸性粉塵 (B6)	
Al	43.27	28.66	2.45	0.09	2.61	0.14	總粉塵中鋁濃度：15,000[2]、10,000[3,4] 可呼吸性粉塵中鋁濃度：5,000[2]
Co	0.07	0.11	0.03	0.14	0.01	0.01	50
Cr	0.47	0.07	0.17	0.16	0.15	0.18	1,000
Cu	3.32	0.08	0.66	0.07	0.16	0.04	1,000
Fe	14.66	2.94	3.24	2.53	2.94	2.83	10,000
Mn	0.84	0.02	0.06	0.03	0.07	0.04	5,000(高)
Mo	0.21	0.99	0.28	1.31	0.20	0.59	5,000
Ni	0.86	3.19	0.27	1.14	0.25	0.34	1,000
Pb	3.46	3.07	1.37	4.03	1.15	1.65	50
Zn	2.48	0.93	1.02	2.29	0.50	0.69	5,000 (ZnO)
Ti	10.92	4.37	1.12	0.53	0.55	0.31	—
Cd	ND[5]	ND	ND	ND	ND	ND	50(瘤)
As	0.01	—	—	—	—	—	10(瘤)
Hg	0.03	—	—	—	—	—	50(皮)

註:[1]我國之八小時日時量平均容許濃度(PEL-TWA);[2]OSHA Exposure limit;[3]NIOSH Exposure limit;[4]ACGIH Exposure limit; [5]表示 Cd 濃度低於 $1.2\mu\text{g}/\text{L}$; “—”表示無資料; 作業環境之區域採樣與勞工個人採樣時間為 6 小時。

3. D 廠

圖 32 為 D 廠之廠房平面圖，本計畫於 D 廠之水性塗料投料區(攪拌槽)進行區域環境之作業環境測定，採集 4 個樣本，油性塗料投料區進行區亦進行作業環境測定，採集 2 個樣本，作業環境檢測時間為上午 9:00~下午 16:00 (約 6 小時)。

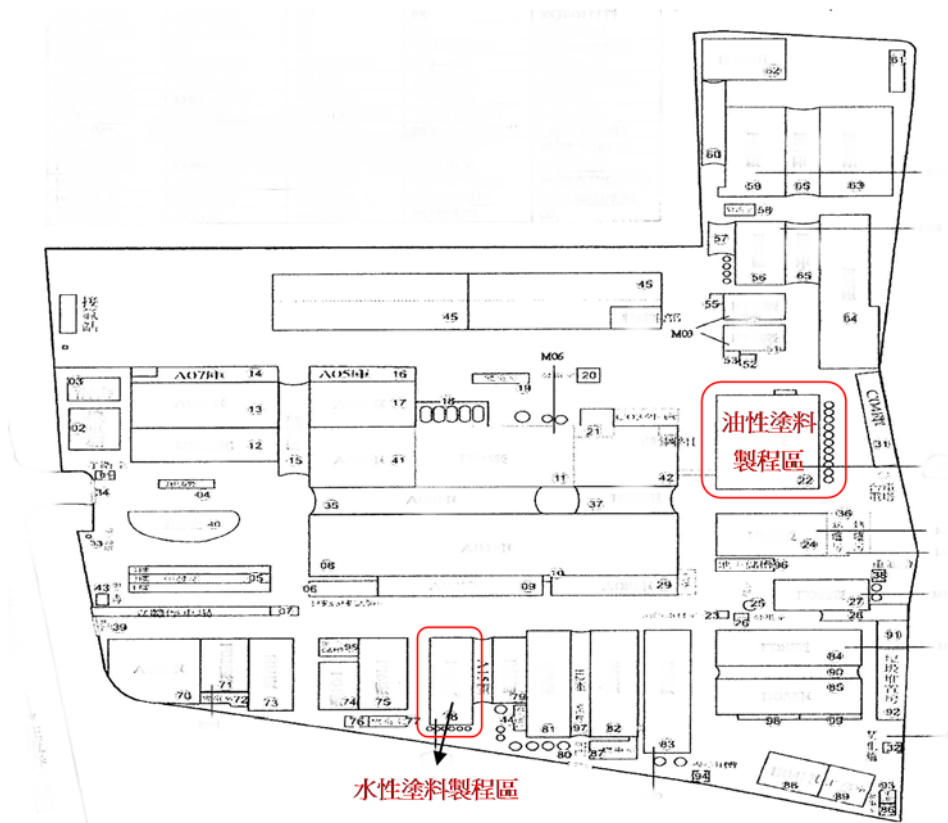


圖 32 D 廠之平面圖及環境測定製程區

表 26 為 D 廠油漆塗料製程區之現場濾紙空白試驗，表 27 則為 D 廠油漆塗料製程區之環測資料，此場次之金屬濃度檢測分析數據符合八小時日時量平均濃度之計算。水性塗料投料區以自然通風進行換氣，但其攪拌槽設置有局部排氣設備(圖 33 與圖 34)。該製程之總粉塵平均重金屬濃度以鉛之 $43.27 (\mu\text{g}/\text{m}^3)$ 與 $28.66 (\mu\text{g}/\text{m}^3)$ 最高，其次為 Ti 之 $10.92 (\mu\text{g}/\text{m}^3)$ 與 $4.37 (\mu\text{g}/\text{m}^3)$ ，整體重金屬濃度低於八小時日時量平均容許濃度 (PEL-TWA)。

(I) 現場採樣示意圖



(II) 採樣現場尺寸



圖 33 D 廠水性塗料製程投料區(攪拌槽)之採樣位置(D1 與 D2)與局部抽氣設備

(I) 現場採樣示意圖



(II) 採樣現場尺寸



圖 34 D 廠水性塗料製程投料區(攪拌槽)之採樣位置(D3 與 D4)與局部抽氣設備

由於此廠之油性塗料投料配料室環測當天，無勞工進行配料作業，故僅對油性塗料投料區進行環境測定。油性塗料投料區以自然通風塔進行換氣，攪拌槽設置有局部排氣設備(圖 35)。由表 27 可知，粉塵中重金屬濃度以鐵之 $11.91 (\mu\text{g}/\text{m}^3)$ 與 $3.40 (\mu\text{g}/\text{m}^3)$ 最高，而整體重金屬濃度低於八小時日時量平均容許濃度(PEL-TWA)。

(I) 現場採樣示意圖



(II) 採樣現場尺寸

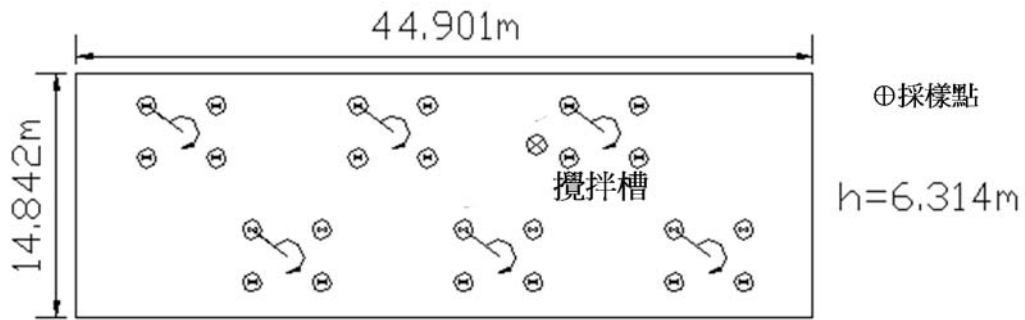


圖 35 D 廠油性塗料製程投料區(攪拌槽)之採樣位置(D5 與 D6)與局部抽氣設備

表 26 D廠油漆塗料製程區之現場濾紙空白試驗(單位:μg/L)

Metal	Al	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Mo
BK	36.5	3.18	4.68	1.67	14.22	ND[1]	2.51
Metal	Ni	Pb	Zn	Ti	Cd	As	Hg
BK	3.59	31.57	15.43	ND[2]	ND[3]	ND[4]	ND[5]

註:BK(Blank):空白試驗； [1]濃度低於 MDL=2.8μg/L； [2] 濃度低於 MDL=5.1 μg/L； [3]濃度低於 MDL=1.2 μg/L； [4]濃度低於 MDL=0.01 μg/L； [5]濃度低於 MDL=0.3 μg/L

表 27 D廠油漆塗料製程區之粉塵中重金屬暴露濃度

單位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

採樣點 (編號)	水性塗料投料區				油性塗料投料區		容許濃度[1]
	總粉塵 (D1)	可呼吸性粉塵 (D2)	總粉塵 (D3)	可呼吸性粉塵 (D4)	總粉塵 (D5)	可呼吸性粉塵(D6)	
Al	38.19	9.92	55.37	26.50	3.01	0.72	總粉塵中鋁濃度：15,000[2]、10,000[3,4] 可呼吸性粉塵中鋁濃度：5,000[2]
Co	0.05	0.32	0.08	0.07	0.03	0.32	50
Cr	0.27	0.59	0.51	0.33	4.60	1.02	1,000
Cu	0.12	0.29	0.22	0.29	0.17	0.30	1,000
Fe	10.02	3.22	15.12	5.07	11.91	3.40	10,000
Mn	0.27	0.30	0.39	0.06	2.62	0.66	5,000(高)
Mo	0.17	0.69	0.30	0.43	0.67	0.59	5,000
Ni	0.23	1.56	0.41	3.72	0.06	0.81	1,000
Pb	0.64	1.17	1.14	1.44	0.27	1.06	50
Zn	0.62	0.83	1.18	2.65	1.03	0.87	5,000 (ZnO)
Ti	3.75	1.41	5.55	2.64	0.35	0.14	—
Cd	ND[5]	ND	ND	ND	ND	ND	50(瘤)
As	—	—	0.19	—	0.05	—	10(瘤)
Hg	—	—	0.39	—	0.31	—	50(皮)

註:[1]我國之八小時日時量平均容許濃度(PEL-TWA);[2]OSHA Exposure limit;[3]NIOSH Exposure limit;[4]ACGIH Exposure limit; [5]表示 Cd 濃度低於 $1.2\mu\text{g}/\text{L}$; “—”表示無資料; 作業環境之區域採樣與勞工個人採樣時間為 6 小時。

(二) 勞工噴漆作業現場之作業環境重金屬暴露分析

塗料之使用不外乎是房屋裝修、物件防鏽或產品表面噴漆作業，塗料中之重金屬會隨著噴漆作業所產生之塗料粉塵暴露於作業環境空氣中，可能對勞工產生健康危害。為探討勞工於噴漆作業場所重金屬暴露危害，本計畫選擇新成屋之室內牆面

噴漆作業、汽車鉸金噴漆作業及通風設備廠之物件防鏽與面漆噴漆作業場所等 3 場次進行環境測定與分析。

1. 新成屋之室內牆面噴漆作業

本場次為台中某大樓新成屋之室內牆面水性水泥漆噴漆作業 (圖 36)，採樣當天施作 3 戶，平均每戶可噴塗牆面積約 287.95m² (約 86.82 坪)，施工區域平面圖如圖 37 所示。3 戶噴塗 863.85 m² (約 260.42 坪)。勞工分 2 組人員，一組人員(2 人)負責牆面批土整平及門框與窗框之覆蓋紙張貼，另一組人員(1 人)則進行牆面噴漆作業。噴漆作業時間為 08:00—16:30，噴漆作業須配合牆面批土作業之進度非連續作業(實際噴漆時間約 3.2 小時)，作業現場未使用電風扇，僅開窗及開門作為自然通風，勞工現場使用水性水泥漆，作業環境之區域採樣與勞工個人採樣時間為 3.2 小時，此場次之金屬濃度檢測分析數據無法符合八小時日時量平均濃度之計算，但本計畫將其環境測定濃度與短時間時量平均容許濃度(PEL-STEL)進行比較。



圖 36 大樓新成屋之室內牆面噴漆作業

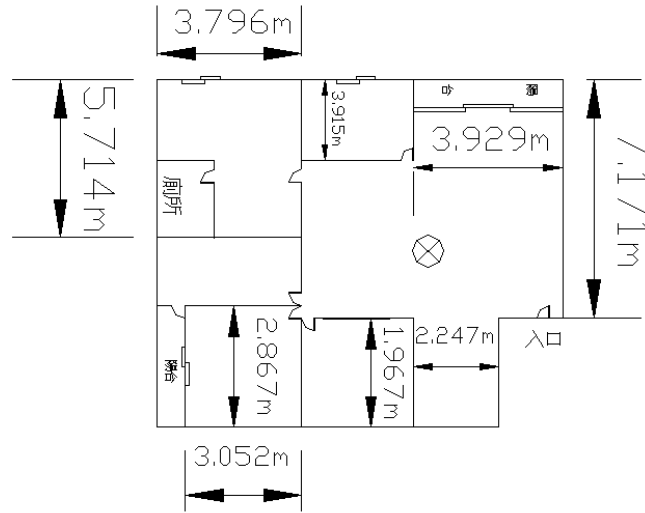


圖 37 室內牆面噴漆作業區域平面圖

表 28 為大樓建案之新成屋室內牆面噴漆作業之現場濾紙空白試驗，而表 29 為施工現場約 3.2 小時之室內牆面噴漆作業之區域採樣與個人採樣濃度，其中區域採樣之總粉塵中重金屬元素濃度以鋁濃度 $903.54 \pm 84.42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 最高，其次為鐵、鈦及鋅濃度分別為 $136.98 \pm 23.66 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $34.32 \pm 3.61 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 與 $17.44 \pm 2.02 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，而可呼吸性粉塵中亦是鋁濃度較高，約 $35.59 \pm 11.14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，其次為鐵與鈦濃度，分別為 $23.74 \pm 8.42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 與 $5.09 \pm 0.48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，其中鋁、鐵與鈦濃度較高都與該塗料之顏料(氧化鐵及二氧化鈦)成分有關。而勞工個人採樣以鋁濃度 $44.97 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 最高，其次為鐵、鈦及鎳濃度分別為 $23.16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $5.31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 與 $5.03 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，個別金屬濃度都低於短時間時量平均容許濃度 (PEL-STEL)，且金屬濃度之相加效應為 0.07 亦小於 1，故水性水泥漆之勞工噴漆作業現場危害性較低。

表 28 大樓建案之新成屋室內牆面噴漆作業之現場濾紙空白試驗(單位: $\mu\text{g}/\text{L}$)

Metal	Al	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Mo
BK	30.87	2.68	5.14	1.69	10.11	ND[1]	1.24
Metal	Ni	Pb	Zn	Ti	Cd	As	Hg
BK	ND[2]	29.54	15.54	ND[3]	ND[4]	ND[5]	ND[6]

註:BK(Blank):空白試驗； [1]濃度低於 MDL=2.8 $\mu\text{g}/\text{L}$ ；[2]濃度低於 MDL=3.1 $\mu\text{g}/\text{L}$ ；[3] 濃度低於 MDL=5.1 $\mu\text{g}/\text{L}$ ； [4]濃度低於 MDL=1.2 $\mu\text{g}/\text{L}$ ； [5]濃度低於 MDL=0.01 $\mu\text{g}/\text{L}$ ； [6]濃度低於 MDL=0.3 $\mu\text{g}/\text{L}$

表 29 大樓建案之新成屋室內牆面噴漆作業之粉塵中重金屬暴露濃度

單位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

樣品編號	總粉塵 (區域採樣) (n=3)				可呼吸性粉塵 (區域採樣) (n=3)				個人採樣 (n=1)	容許濃度[1] (PEL-STEL)
	樣本 1	樣本 2	樣本 3	mean±SD	樣本 1	樣本 2	樣本 3	mean±SD		
Al	827.08	994.14	889.40	903.54±84.42	48.37	27.99	30.40	35.59±11.14	44.97	—
Co	0.36	0.43	0.45	0.41±0.05	0.08	0.13	0.12	0.11±0.03	0.18	150
Cr	0.50	0.72	0.60	0.61±0.11	0.35	0.17	0.67	0.40±0.25	0.40	2,000
Cu	0.17	0.21	0.23	0.20±0.03	0.04	0.08	0.07	0.06±0.02	0.25	2,000
Fe	109.98	154.08	146.88	136.98±23.66	29.49	14.08	27.66	23.74±8.42	23.16	15,000
Mn	3.01	4.18	3.97	3.72±0.62	0.47	0.26	0.57	0.43±0.16	0.41	10,000(高)
Mo	1.15	1.31	1.31	1.26±0.09	0.82	1.19	0.80	0.94±0.22	1.17	10,000
Ni	3.63	3.77	4.62	4.00±0.54	0.51	0.58	0.54	0.54±0.04	5.03	2,000
Pb	3.29	3.58	3.32	3.40±0.16	2.36	3.80	3.41	3.19±0.74	2.71	150
Zn	15.14	18.92	18.27	17.44±2.02	2.51	2.22	3.28	2.67±0.55	2.62	10,000 (ZnO)
Ti	30.16	36.62	36.19	34.32±3.61	5.27	4.55	5.45	5.09±0.48	5.31	—
Cd	0.49	0.55	0.51	0.52±0.03	ND[5]	ND	ND	—	ND	150(瘤)
As	—	0.05	—	—	—	—	—	—	—	30(瘤)
Hg	—	0.04	—	—	—	—	—	—	—	150(皮)

註:[1]我國之短時間時量平均容許濃度(PEL-STEL);[2]OSHA Exposure limit;[3]NIOSH Exposure limit;[4]ACGIH Exposure limit; [5]表示 Cd 濃度低於 1.2 $\mu\text{g}/\text{L}$;"—"表示無資料;作業環境之區域採樣與勞工個人採樣時間為 3.2 小時。

2. 汽車鈹金噴漆作業

本場次為台中某汽車維修廠之鈹金噴漆作業，該作業係對貨車後車廂進行表面噴漆 (圖 38)；勞工噴漆作業時間為下午 13:50—16:30 (約 2.6 小時)，作業現場空間為 14.07m 長、11.38m 寬、5.517m 高之半開放式空間，未使用電風扇，採自然通風(圖 39)，勞工使用之噴漆塗料為國外進口品牌 (橘色)，其中作業環境之區域採樣時間為 2.6 小時，此場次之金屬濃度檢測分析數據無法符合八小時日時量平均濃度之計算，但本計畫將其環境測定濃度與短時間時量平均容許濃度(PEL-STEL)進行比較。



圖 38 汽車鈹金噴漆作業

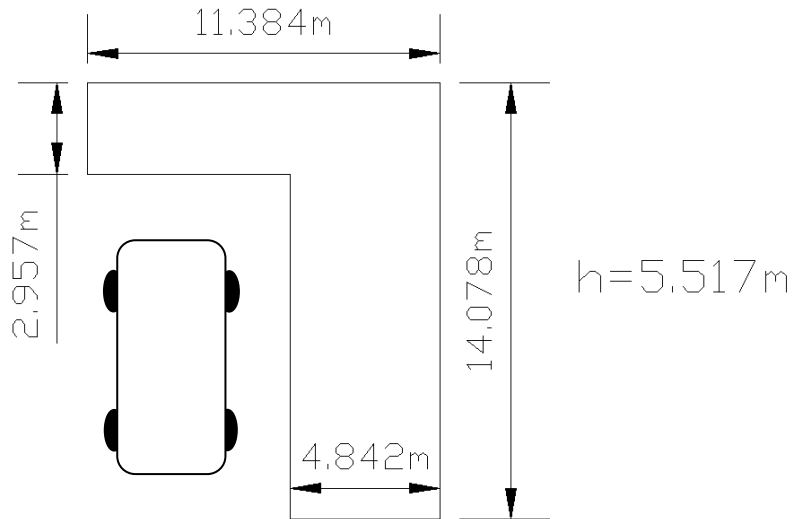


圖 39 汽車鈹金噴漆作業區域平面圖

表 30 係汽車鈹金噴漆作業之現場濾紙空白試驗，而表 31 為汽車鈹金噴漆作業現場施工約 2.6 小時之區域採樣濃度。區域採樣之總粉塵中重金屬濃度以鐵濃度 $5.23 \pm 0.25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 最高，其次為鋁、鋅及鉛濃度分別為 $4.62 \pm 0.27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $3.49 \pm 0.54 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 與 $2.80 \pm 0.73 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，而可呼吸性粉塵中亦是鐵濃度較高，約 $2.83 \pm 0.55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，其次為鋅與鉬濃度分別為 $1.69 \pm 0.50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 與 $1.37 \pm 0.30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。整體而言，重金屬濃度皆不高，其個別金屬濃度都低於短時間時量平均容許濃度(PEL-STEL)。

表 30 汽車鈹金噴漆作業之現場濾紙空白試驗(單位:µg/L)

Metal	Al	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Mo
BK	37.51	3.89	4.28	2.01	17.88	ND[1]	2.89
Metal	Ni	Pb	Zn	Ti	Cd	As	Hg
BK	3.58	28.55	16.89	ND[2]	ND[3]	ND[4]	ND[5]

註:BK(Blank):空白試驗； [1]濃度低於 MDL=2.8µg/L； [2] 濃度低於 MDL=5.1 µg/L； [3]濃度低於 MDL=1.2 µg/L； [4]濃度低於 MDL=0.01 µg/L； [5]濃度低於 MDL=0.3 µg/L

表 31 汽車鈹金噴漆作業之氣膠粉塵中重金屬暴露濃度

單位: µg/m³

樣品 編號	總粉塵 (n=3)				可呼吸性粉塵 (n=3)				容許濃度[1]
	樣本 1	樣本 2	樣本 3	mean±SD	樣本 1	樣本 2	樣本 3	mean±SD	
Al	4.72	4.83	4.31	4.62±0.27	1.68	0.91	1.24	1.28±0.39	—
Co	0.23	0.13	0.14	0.17±0.06	0.25	0.12	0.14	0.17±0.07	150
Cr	1.04	0.83	1.37	1.08±0.27	0.14	0.20	0.43	0.26±0.15	2,000
Cu	0.11	0.11	0.14	0.12±0.02	0.06	0.05	0.06	0.06±0.01	2,000
Fe	5.50	5.02	5.17	5.23±0.25	2.76	3.42	2.32	2.83±0.55	15,000
Mn	0.12	0.11	0.17	0.13±0.03	0.04	0.03	0.03	0.03±0.01	10,000(高)
Mo	1.12	0.64	1.01	0.92±0.25	1.69	1.33	1.10	1.37±0.30	10,000
Ni	1.32	0.90	1.12	1.11±0.21	1.68	1.31	1.07	1.35±0.30	2,000
Pb	3.64	2.36	2.41	2.80±0.73	0.94	0.90	0.81	0.88±0.07	150
Zn	4.00	2.92	3.54	3.49±0.54	2.13	1.80	1.15	1.69±0.50	10,000 (ZnO)
Ti	1.95	1.89	1.91	1.92±0.03	1.01	0.91	0.89	0.94±0.06	—
Cd	ND[5]	ND	ND	—	ND	ND	ND	—	150(瘤)
As	—	—	0.01	—	—	—	—	—	30(瘤)
Hg	—	—	ND[6]	—	—	—	—	—	150(皮)

註:[1] 我國之短時間時量平均容許濃度(PEL-STEL);[2]OSHA Exposure limit;[3]NIOSH Exposure limit;[4]ACGIH Exposure limit； [5]表示 Cd 濃度低於 1.2µg/L； [6]表示 Hg 濃度低於方法偵測極限 (MDL=0.3µg/L)； “—”表示無資料；作業環境之區域採樣時間為 2.6 小時。

3. 通風設備廠之物件防鏽與面漆噴漆作業

本場次為台中某通風設備廠之物件防鏽與面漆噴漆作業，噴漆作業為通風設備廠之物件進行表面噴漆及紅丹防銹漆之噴漆作業(圖 40 及圖 41)，勞工進行噴漆作業時間為 09:00—16:00 (約 6 小時)，但非連續作業，主要因噴漆過程中須將噴漆後之設備歸位，並以天車吊掛欲噴漆之設備進入噴漆區及噴漆作業期間勞工短暫休息等中斷噴漆作業。作業現場空間為 8.673m 長、8.749m 寬、4.886 m 高，現場使用 2 部電風扇，為一半開方式空間，噴漆區域後面設置兩座抽氣式水簾循環機 (圖 42)，勞工使用之防鏽漆為工程用紅丹漆，而面漆使用鮮麗漆，作業環境之區域採樣時間為 6 小時，此場次之金屬濃度檢測分析數據符合八小時日時量平均濃度之計算。



圖 40 通風設備廠之物件面漆噴漆作業



圖 41 通風設備廠之物件防鏽噴漆作業

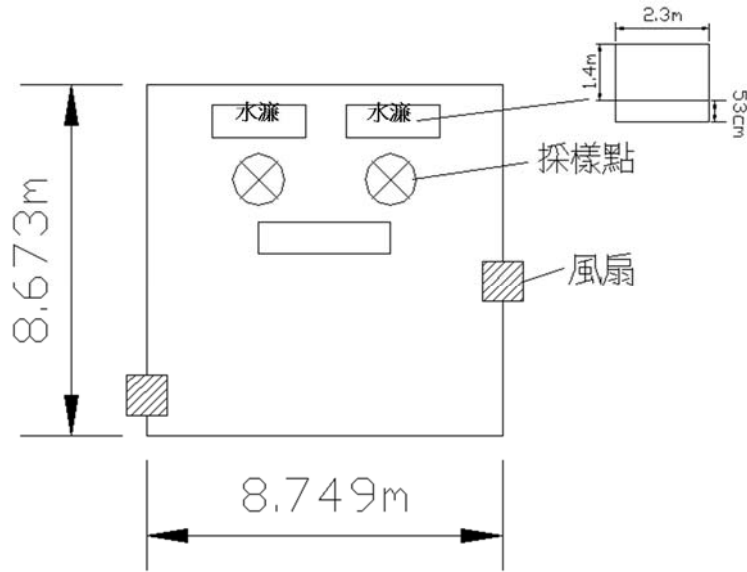


圖 42 通風設備廠漆噴漆作業區域平面圖

表 32 係通風設備廠物件防鏽與面漆噴漆作業之現場濾紙空白試驗，而表 33 為區域採樣之總粉塵中重金屬濃度，以鐵濃度 $121.09 \pm 14.66 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 最高，其次為鉛、鋁及鉻濃度分別為 $98.81 \pm 12.40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $20.85 \pm 3.56 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 與 $5.73 \pm 0.61 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，其中鉛之濃度 $98.81 \pm 12.40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 已超過容許濃度 $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 標準。而可呼吸性粉塵中亦是鐵濃度較高約 $2.83 \pm 0.55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，其次為鉛與鋅濃度分別為 $5.77 \pm 0.49 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 與 $1.97 \pm 0.40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。其中紅丹漆產品主要使用鋅鉻黃與紅丹粉等防銹原料調製而成，參閱工程用紅丹漆之安全資料表可知，紅丹粉主要成分為鉛，故鉛、鉻與鋅濃度較高，主要與塗料之顏料與原料有關。

表 32 通風設備廠之物件防鏽與面漆噴漆作業之現場濾紙空白試驗(單位: $\mu\text{g}/\text{L}$)

Metal	Al	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Mo
BK	30.25	ND[1]	3.55	ND[2]	21.23	ND[3]	3.01
Metal	Ni	Pb	Zn	Ti	Cd	As	Hg
BK	ND[4]	39.58	12.89	ND[5]	ND[6]	ND[7]	ND[8]

註:BK(Blank):空白試驗；[1]濃度低於 MDL=2.7 $\mu\text{g}/\text{L}$ ；[2]濃度低於 MDL=5.1 $\mu\text{g}/\text{L}$ ；[3]濃度低於 MDL=2.8 $\mu\text{g}/\text{L}$ ；[4]濃度低於 MDL=3.1 $\mu\text{g}/\text{L}$ ；[5]濃度低於 MDL=5.1 $\mu\text{g}/\text{L}$ ；[6]濃度低於 MDL=1.2 $\mu\text{g}/\text{L}$ ；[7]濃度低於 MDL=0.01 $\mu\text{g}/\text{L}$ ；[8]濃度低於 MDL=0.3 $\mu\text{g}/\text{L}$

表 33 通風設備廠之物件防鏽與面漆噴漆作業之粉塵中重金屬暴露濃度

單位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

樣品編號	總粉塵 (n=3)				可呼吸性粉塵 (n=3)				容許濃度 [1]
	樣本 1	樣本 2	樣本 3	mean±SD	樣本 1	樣本 2	樣本 3	mean±SD	
Al	24.83	19.73	17.98	20.85±3.56	0.61	1.06	1.63	1.10±0.51	總粉塵中鋁濃度： 15,000[2]、 10,000[3,4] 可呼吸性粉塵中鋁濃度： 5,000[2]
Co	0.93	0.80	0.77	0.83±0.09	0.16	0.24	0.22	0.20±0.04	50
Cr	6.32	5.78	5.10	5.73±0.61	0.61	0.53	0.71	0.62±0.09	1,000
Cu	0.30	0.24	0.27	0.27±0.03	0.17	0.12	0.08	0.12±0.05	1,000
Fe	137.53	116.37	109.38	121.09±14.66	17.90	11.95	19.37	16.41±3.93	10,000
Mn	3.69	2.17	2.67	2.84±0.77	1.33	0.73	1.33	1.13±0.35	5,000(高)
Mo	2.41	2.22	1.88	2.17±0.27	0.58	0.88	0.98	0.81±0.21	5,000
Ni	0.78	0.59	0.55	0.64±0.12	0.41	0.69	0.69	0.60±0.16	1,000
Pb	107.41	104.42	84.60	98.81±12.40	5.83	5.25	6.23	5.77±0.49	50
Zn	6.74	5.10	5.20	5.68±0.91	2.41	1.63	1.88	1.97±0.40	5,000 (ZnO)
Ti	1.77	1.65	1.75	1.72±0.06	0.89	0.81	0.84	0.85±0.04	—
Cd	ND[5]	ND	ND	—	ND	ND	ND	—	50(瘤)
As	0.04	—	—	—	—	—	—	—	10(瘤)
Hg	0.07	—	—	—	—	—	—	—	50(皮)

註:[1]我國之八小時日時量平均容許濃度(PEL-TWA);[2]OSHA Exposure limit;[3]NIOSH Exposure limit;[4]ACGIH Exposure limit; [5]表示 Cd 濃度低於 1.2 $\mu\text{g}/\text{L}$; “—”表示無資料; 作業環境之區域採樣時間為 6 小時。

表 34 為通風設備廠之物件防鏽與面漆噴漆作業勞工個人短時暴露重金屬濃度分析，樣本採樣 15 分鐘，幫浦流量設定 1.709L/min。作業環境之勞工短時暴露濃度最高為鐵濃度為 477.51 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，其次為鉛與鋁濃度分別為 225.32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 及 76.93 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，其中鉛濃度已經超過短時間時量平均容許濃度(PEL-STEL)，值得注意。

表 34 通風設備廠之物件防鏽與面漆噴漆作業之勞工個人短時暴露重金屬濃度

金屬元素	金屬分析濃度 (μg)	採樣體積 (L)	空氣中金屬濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	容許濃度[1] ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Al	1.9722	25.635	76.93	—
Co	0.0179	25.635	0.70	150
Cr	0.0351	25.635	13.69	2,000
Cu	ND	25.635	ND	2,000
Fe	1.224	25.635	477.51	15,000
Mn	0.048	25.635	1.87	10,000
Mo	0.1864	25.635	7.27	10,000
Ni	ND	25.635	ND	2,000
Pb	0.5776	25.635	225.32	150
Zn	0.3316	25.635	12.94	10,000
Ti	ND	25.635	ND	—
Cd	ND	25.635	ND	150
As	ND	25.635	ND	30
Hg	ND	25.635	ND	150

註:[1]我國之短時間時量平均容許濃度(PEL-STEL); “—”表示無資料；勞工個人短時暴露採樣時間為 15 分鐘。

本計畫針對通風設備廠之物件防鏽與面漆噴漆作業進行噴漆時之區域環境塗料粉塵粒徑分佈檢測與分析，採樣時間為勞工之作業時間 8 小時。不同粒徑之各種金屬含量分析，與工廠之總粉塵與可呼吸性粉塵中金屬濃度之採樣時間不同時期，無法進行比較。

表 35 為噴漆作業中之不同塗料粉塵粒徑中所含之重金屬濃度，其中總粉塵中仍以鉛與鐵的濃度最高，分別為 50.090 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 與 43.376 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，鉛濃度亦超過容許濃度(PEL-TWA)。由於防鏽漆(紅丹漆)含鉛量較高，其塗料粉塵中的鉛含量於空氣中之粒徑分佈為 $D_p=5.6-10\mu\text{m}$ 之 12.610 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 最高，其次為 $D_p=10-18\mu\text{m}$ 之 8.643 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。由圖 43 之胸腔性粉塵($D_p<10\mu\text{m}$)與可呼吸性粉塵($D_p<3.2\mu\text{m}$)中的金屬含量與總粉塵之金屬

含量之比值(%)可知，鉛於胸腔性粉塵中濃度佔總粉塵之濃度約 57.04%，而鉛於可呼吸性粉塵中的含量與總粉塵之含量之比值約 16.37%，顯示約有 57.04%之塗料粉塵的鉛可能會進入人體呼吸道，故勞工應注意噴漆作業之防護具選用。

表 35 通風設備廠噴漆作業之噴漆塗料中粉塵不同粒徑中金屬濃度之分佈

單位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

粒徑 Dp(μm)	Al	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn
>18	0.755	0.125	0.535	0.001	9.034	0.061	0.121	0.012	12.874	0.225
10-18	0.439	0.068	0.337	0.002	6.001	0.038	0.051	0.015	8.643	0.094
5.6-10	0.788	0.107	0.437	0.003	7.018	0.072	0.051	0.013	12.610	0.223
3.2-5.6	0.745	0.132	0.465	0.003	6.891	0.038	0.100	0.014	7.762	0.105
1.8-3.2	0.237	0.408	0.279	0.001	1.573	0.017	0.088	0.010	3.198	0.080
1.0-1.8	0.057	0.019	0.149	0.002	1.583	0.012	0.050	0.012	1.266	0.062
0.56-1.0	0.101	0.022	0.164	0.009	2.617	0.034	0.045	0.090	1.212	0.082
0.32-0.56	0.332	0.050	0.170	0.003	4.176	0.042	0.043	0.023	2.322	0.146
0.18-0.32	ND [1]	0.001	0.021	0.0001	0.753	0.074	0.012	0.011	0.135	0.081
0.1-0.18	ND	ND[2]	0.009	0.002	0.803	0.098	ND[4]	0.010	0.015	0.057
0.056-0.1	0.040	ND	0.003	ND[3]	0.572	0.052	ND	0.001	ND[5]	0.036
<0.056	0.017	0.005	0.017	0.066	2.355	0.132	0.002	0.045	0.053	0.184
Total	3.511	0.937	2.586	0.092	43.376	0.67	0.563	0.256	50.090	1.375

註:Al 之 ND 表示濃度低於 $3.7 \times 10^{-3} \mu\text{g}/\text{m}^3$; Co 之 ND 表示濃度低於 $1.9 \times 10^{-3} \mu\text{g}/\text{m}^3$; Cu 之 ND 表示濃度低於 $3.7 \times 10^{-3} \mu\text{g}/\text{m}^3$; Mo 之 ND 表示濃度低於 $2.0 \times 10^{-3} \mu\text{g}/\text{m}^3$; Pb 之 ND 表示濃度低於 $2.1 \times 10^{-3} \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

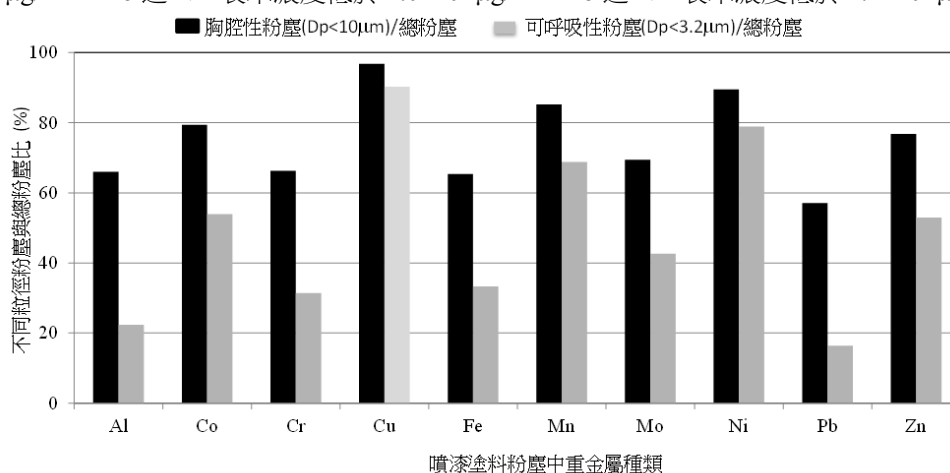


圖 43 胸腔性粉塵與可呼吸性粉塵中的金屬含量與總粉塵之金屬含量之比值

第三節 綠建材標章有/無之同性質塗料重金屬濃度差異

表 36 為本計畫挑選之 10 種市售不同品牌或型號之塗料產品所進行重金屬成分分析，其中選擇 4 款塗料進行產品綠建材標章有/無之成分比較。另外 6 款塗料中重金屬成分分析比較。為讓塗料成分中之有機溶劑不影響產品秤重，塗料測試前將油漆以烘箱進行 105°C 乾燥以去除溶劑，再進行秤重與重金屬全量分析。

表 36 市售10種不同品牌或型號之塗料種類名稱

廠牌/編號	塗料種類 (顏色)	綠建材標章
A 牌-1	水性水泥漆 (玫瑰白)	有
A 牌-2	水性水泥漆 (玫瑰白)	無
B 牌-1	水性水泥漆 (百合白)	有
B 牌-2	油性調和漆 (百合白)	無
B 牌-3	油性調和漆 (硃紅)	無
B 牌-4	油性油性水泥漆 (硃紅)625	無
B 牌-5	油性調和漆 (紅丹漆)	無
C 牌-1	油性調和漆 (紅)	無
C 牌-2	油性調和漆 (紅丹漆)	無
D 牌	油性噴漆 (紅丹漆)	無

註:此 A、B、C、D 產牌僅為代號，其並不是本研究所訪視之 A、B、C、D 廠所生產

表 37 為空白 MCE 濾紙，除未放置塗料於濾紙上，其它前處理與分析步驟皆與塗料中重金屬成分分析方式相同以進行空白試驗。後續之乾塗料中含重金屬成分分析數據皆以扣除空白試驗之重金屬濃度計算而得。

表 37 實驗室濾紙空白試驗(單位:µg/L)

Metal	Al	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Mo
BK	3.69	2.89	2.89	5.29	101.74	4.48	4.31
Metal	Ni	Pb	Zn	Ti	Cd	As	Hg
BK	5.81	3.71	9.49	ND[1]	6.72	ND[2]	ND[3]

註:BK(Blank):空白試驗； [1]濃度低於 MDL=5.1 µg/L； [2]濃度低於 MDL=0.01 µg/L； [3]濃度低於

MDL=0.3 µg/L

由表 38 可知，A 廠牌與 B 廠牌之乾塗料中，不論有無環保標章，其乾塗料中重金屬含量最高是鋁。參考綠建材標章規範之重金屬種類為銅(Cu)、鉛(Pb)、鎘(Cd)、砷(As)與汞(Hg)，其中除鎘(Cd)與砷(As)濃度外，A 牌水性水泥漆(玫瑰白-綠建材標章)之銅(Cu)、鉛(Pb)與汞(Hg)濃度較 A 牌無綠建材標章之水性水泥漆(玫瑰白)低。而 B 牌水性水泥漆(百合白-綠建材標章)之銅(Cu)、鉛(Pb)、鎘(Cd)、砷(As)與汞(Hg)濃度較 B 牌無綠建材標章之調和漆(百合白)低，但僅有鎘(Cd)濃度含量於綠建材標章之乾塗料中濃度略高於無綠建材標章之調和漆。

此外，本計畫無分析乾塗料中之 6 價鉻(Cr^{+6})濃度，但由表 38 中之鉻金屬濃度(總鉻)可知，不論是 A 廠牌或 B 廠牌之有綠建材標章之乾塗料中總鉻濃度皆低於無綠建材標章之乾塗料，其顯示綠建材標章之認證項目對同廠牌與同性質之產品製程原料成份是有差異的。

表 38 市售二種品牌之綠建材與非綠建材標章之乾塗料中含重金屬成分分析

重金屬元素	A 牌水性水泥漆 (玫瑰白-綠建材標章)		A 牌水性水泥漆(玫瑰白)		B 牌水性水泥漆 (百合白-綠建材標章)		B 牌調和漆 (百合白)	
	塗料成分[1]	wt(%) [2]	塗料成分	wt(%)	塗料成分	wt(%)	塗料成分	wt(%)
Al	1,544.74	65.19	4,451.72	71.917	8,088.83	83.343	1023.33	67.557
Co	1.33	0.06	2.58	0.042	2.71	0.028	258.97	17.096
Cr	1.41	0.06	3.34	0.054	6.88	0.071	25.85	1.707
Cu	0.73	0.03	1.99	0.032	2.37	0.024	5.21	0.344
Fe	294.44	12.42	1,207.79	19.512	931.99	9.603	135.68	8.957
Mn	11.56	0.49	3.72	0.060	82.73	0.852	2.01	0.133
Mo	2.90	0.12	3.75	0.061	9.83	0.101	3.47	0.229
Ni	1.86	0.08	2.80	0.045	5.68	0.059	2.73	0.180
Pb	10.18	0.43	10.48	0.169	25.49	0.263	44.22	2.919
Zn	499.76	21.09	500.93	8.092	548.18	5.648	12.86	0.849
Cd	0.33	0.01	0.25	0.004	0.52	0.005	0.11	0.007
As	0.214	0.01	0.063	0.001	0.042	<0.001	0.047	0.003
Hg	0.318	0.01	0.663	0.011	0.220	0.002	0.284	0.019

註:[1]塗料成分:單位為 mg-重金屬量/kg-乾塗料量；[2]wt:重量百分比(%)。

本計畫另選 3 種不同產牌與型號之紅色塗料進行比較，由表 39 可知，B 廠牌之調和漆與油性水泥漆重金屬含量以鋁(Al)、鈷(Co)、鉻(Cr)、鐵(Fe)、鉬(Mo)、鉛(Pb)濃度差異較大，且 B 產品油性水泥漆(硃紅)之重金屬含量明顯低於 B 牌調和漆(硃紅)，而 C 產品之鉻(Cr)與鉛(Pb)含量遠大於 B 產品之塗料。由此可知，雖同為紅色系之溶劑型塗料，但不同品牌與型號之重金屬含量差異頗大。

表 39 市售三種品牌之紅色漆之重金屬成分分析

重金屬元素	B 牌調和漆(硃紅)		B 牌油性水泥漆(硃紅)		C 牌調和漆(紅)	
	塗料成分[1]	wt(%) [2]	塗料成分[1]	wt(%) [2]	塗料成分[1]	wt(%) [2]
Al	16.20	1.198	3.73	3.010	197.32	3.151
Co	868.08	64.212	0.63	0.508	3.19	0.051
Cr	56.43	4.174	0.66	0.533	921.88	14.724
Cu	0.33	0.024	0.41	0.331	2.26	0.036
Fe	178.71	13.219	91.99	74.227	186.20	2.974
Mn	2.33	0.172	2.22	1.791	14.23	0.227
Mo	36.79	2.721	4.10	3.308	393.34	6.282
Ni	2.58	0.191	1.79	1.444	22.08	0.353
Pb	179.28	13.261	12.00	9.683	4,465.33	71.318
Zn	10.09	0.746	5.21	4.204	53.14	0.849
Cd	0.68	0.050	N.D.[3]	0	1.01	0.016
As	0.05	0.004	0.04	0.032	0.12	0.002
Hg	0.35	0.026	1.15	0.928	1.09	0.017

註: [1]塗料成分:單位為 mg-重金屬量/kg-乾塗料量; [2]wt:重量百分比(%); [3]表示 Cd 濃度低於 6.72µg/L。

本計畫亦針對不同品牌之防鏽紅丹漆進行乾塗料中重金屬含量比較，由表 40 可知，B 牌工程用紅丹漆(紅丹漆)之乾性塗料中以鉛含量重量百分比 71.485%最高，其次為鐵含量為 25.528%；C 牌調和漆(紅丹漆)之乾性塗料中以鐵含量重量百分比 40.547%最高，其次為鉛含量為 40.468%；D 牌油性防鏽噴漆(紅丹漆)之乾性塗料中以鉛含量重量百分比 48.869%最高，其次為鉻含量為 34.553%。

鐵含量濃度偏高主要與紅色氧化鐵(Fe₂O₃)顏料有關，而三種紅丹漆中以 D 廠

牌之鉻與鉛含量明顯高於 B 與 C 廠牌，且由產品成分中鉻與鉛之兩者含量同時偏高，推估產品中可能有添加鉻酸鉛顏料。

表 40 市售三種品牌之紅丹漆之重金屬成分分析

重金屬元素	B 牌工程用紅丹漆 (紅丹漆)		C 牌調和漆 (紅丹漆)		D 牌油性防鏽噴漆 (紅丹漆)	
	塗料成分[1]	wt(%) [2]	塗料成分[1]	wt(%) [2]	塗料成分[1]	wt(%) [2]
Al	239.96	0.471	568.96	8.101	2,233.63	2.684
Co	107.62	0.211	10.10	0.144	16.09	0.019
Cr	749.44	1.471	602.85	8.584	28,753.42	34.553
Cu	4.31	0.008	2.21	0.031	17.06	0.021
Fe	13,001.60	25.528	2,847.62	40.547	2,585.42	3.107
Mn	75.94	0.149	41.00	0.584	22.19	0.027
Mo	318.88	0.626	31.01	0.442	8,612.20	10.349
Ni	5.36	0.011	31.52	0.449	16.63	0.020
Pb	36,408.46	71.485	2,842.10	40.468	40,665.94	48.869
Zn	16.10	0.032	41.20	0.587	285.16	0.343
Cd	1.78	0.003	2.30	0.033	N.D.[3]	0
As	0.30	0.001	0.32	0.005	0.56	0.001
Hg	1.52	0.003	1.86	0.026	5.94	0.007

註: [1]塗料成分:單位為 mg-重金屬量/kg-乾塗料量; [2]wt:重量百分比(%); [3]表示 Cd 濃度低於 6.72µg/L。

第四節 油漆塗料製造及使用重金屬危害暴露之安全衛生注意事項推廣摺頁

圖 44 與圖 45 為本計畫繪製之安全衛生注意事項推廣摺頁，內容設計分為三部分：

- 一、圖式介紹塗料原物料或顏料中常見之重金屬種類及重金屬危害之症狀。
- 二、圖示為使勞工認識商品標示、物質安全資料表及如何使用正確之防護具。
- 三、圖示宣導作業時應避免墜落槽體、局限空間與開放空間之通風方式及避免使用火源或抽菸。



圖 44 安全衛生注意事項推廣摺頁內容(正面)



圖 45 安全衛生注意事項推廣摺頁內容(反面)

第四章 結論與建議

第一節 結論

- 一、油漆塗料是由樹脂、溶劑、顏料、助劑或添加劑等所組成，可藉由原料、顏料及製程調整，生產出不同特性之產品。其中顏料為塗料製造之添加物，顏料產品為一不溶於水之粒狀物質，分為無機性與有機性2種，無機顏料主要為鋅氧粉、鉛黃、群青及氧化鐵等，而有機顏料則為有機合成，色彩較為鮮豔。塗料廠會添加體質顏料或稱填充顏料，本身無著色力，乾燥狀態成白色粉末，與展合劑煉合成半透明白色狀，作為增量劑以降低塗料成本，常見為碳酸鈣、硫酸鋇、滑石粉及高嶺土。
- 二、參考經濟部統計處工業產銷存動態調查資料對顏料之分類與定義，有機顏料分為菁藍、菁綠及偶氮類，國內常見之色相以紅色系、黃色系、藍青色系、橙色系等為主。國產無機顏料主要以金屬為分子的基本成分，主要包含碳黑、鈦白粉、鉻黃、鉍鉻黃、鉍紅、鉍橙等，色系分別為黑色、白色、黃色、橙色、紅色、青色與綠色等。
- 三、調查國內市售常見之塗料產品或標示可知，水性塗料多數標示二氧化鈦、溶劑、顏料及添加劑，而油性塗料則標示溶劑、顏料及添加劑，部分防鏽漆產品標示有紅丹粉(Pb_3O_4)成分，部分產品會標示含鉻酸鉛成分。
- 四、油漆塗料製造程序為配料(固態或液態)→原料(含顏料)、樹脂、溶劑或水及添加劑攪拌混合→滾磨→成品→填充→出貨，過程易使作業勞工出現之暴露危害：(1)配料區之有機溶劑暴露或粉塵暴露(2)固態原物料投料區之粉塵危害(3)攪拌槽投料時及攪拌槽清潔時之有機溶劑暴露(4)成品填充有機溶劑暴露。
- 五、由塗料廠訪視之顏料使用資料可知，有機顏料多數為偶氮類顏料及酞菁顏料，其中僅酞菁類之藍色顏料與綠色顏料含銅金屬，而無機顏料中黑色顏料皆使用碳黑，白色顏料則是二氧化鈦(含鈦與鋁金屬)，紅色與黃色顏料為氧化鐵成分(含鐵金屬)，藍色顏料係鋁矽化硅酸鈉(含鋁金屬)，含鉻之綠色及黃色顏料(含鉻金屬)及防鏽漆所使用含鉛金屬之紅丹粉。
- 六、本計畫調查之3家油漆塗料製造廠之作業環境測定，其整體重金屬濃度都低於容許

濃度 (PEL-TWA)，表示工廠製程受勞動檢查之督導改善與成效，且在易有粉塵沉積之配料室及投料設備皆加裝有局部排氣設備。

七、勞工噴漆作業現場作業環境重金屬暴露分析顯示，使用防鏽漆進行金屬物件表面塗裝作業，其區域環境之總粉塵與短時間個人採樣之可呼吸性粉塵中鉛含量皆已超過容許濃度(PEL-TWA與PEL-STEL)，危害性應予重視。

八、本計畫針對不同品牌之防鏽紅丹漆進行乾塗料重金屬含量比較，品牌與成份不同，但乾塗料成分中鉛含量重量百分比皆佔最高約佔40.468%~71.485%，勞工在使用防鏽漆(紅丹漆)時，應注意鉛危害。

第二節 建議

一、「危害性化學品標示及通識規則」第5條規定，雇主對裝有危害性化學品之容器，應依法規規定之分類及危害圖式，應以中文明顯標示，必要時並輔以作業勞工所能瞭解之外文。容器內之危害性化學品如為混合物者，應標示符合國家標準 CNS15030分類之危害成分。為此，雖塗料產品標示符合規定，唯建議廠商就顏料標示部分可增加括號，詳加說明顏料之主要成分，俾供作業勞工參考。尤其防鏽漆中之紅丹粉標示，建議產品標示應增加括號，說明含鉛化合物。

二、目前調查塗料之重金屬元素中，鋁(Al)金屬尚未建立容許濃度 (PEL-TWA)，參考國外機構，已針對鋁Al訂定容許濃度，分別為總粉塵：OSHA—15mg/m³；NIOSH; ACGIH —10 mg/m³；可呼吸性粉塵：OSHA—5 mg/m³。由鋁金屬之物質資料表可知，其暴露途徑為皮膚、吸入、食入及眼睛，且會引起刺激感、肺組織之創傷(肺纖維素症)、呼吸困難、咳嗽、困倦、食慾減弱及呼吸急促等症狀。雖本計畫之環測資料有關勞工暴露濃度低於國外標準，惟因鋁之慢毒性或長期毒性會引起肺組織之創傷(肺纖維素症)，故建議未來職安署建立鋁之容許濃度 (PEL-TWA)，以保護勞工健康。

三、由部分廠商使用之顏料化合物成分瞭解，綠色顏料(Cr₂O₃)屬3價鉻(Cr⁺³)及黃色顏料(SrCrO₄、BaCrO₄) 屬6價鉻(Cr⁺⁶)，惟塗料經於作業環境使用後，3價鉻(Cr⁺³)是否會於環境中氧化為6價鉻？或噴漆過程塗料中之6價鉻是否會吸附於塗料粉塵而進入勞工呼吸道？均是可再進一步研究瞭解。建議未來可另案進行調查。

- 四、塗料製造廠或現場塗裝作業場所現僅對有機溶劑或粉塵進行環境測定，建議未來可針對粉塵中重金屬含量或6價鉻進行環境測定與分析。另生產或使用防鏽漆之作業場所亦建議須對粉塵中鉛濃度進行作業環境測定分析，以保護勞工安全。
- 五、目前噴漆作業勞工僅會針對有機溶劑配戴防護具，建議現場作業勞工可選用粉塵與有機溶劑之口罩防護具。
- 六、由銅、鋅、鈦、砷及汞等重金屬之安全資料表可知，作業環境測定濃度符合容許濃度標準，但長期暴露可能會對皮膚產生刺激，尤其汞金屬係經證實或疑似對人類會引起腫瘤之物質。建議勞工除配戴防護具外，作業時應著長褲與長袖，避免皮膚直接接觸。

致 謝

感謝參與本計畫之中臺科技大學環安系賴嘉祥副教授、莊坤遠副教授及該系所屬研究團隊，使本計畫順利進行。

計畫執行過程審查委員中國醫藥大學王文忻教授、台大公衛學院林嘉明榮譽教授及萬芳醫院職業醫學科黃百燦主任、勞動部北區職業安全衛生中心張簡振銘退休組長提供寶貴之審查意見，使本計畫內容更臻完善。

計畫參與除上述人員外，職業衛生研究組陳組長志勇、林副研究員桂儀、陳助理研究員逸滄、朱助理研究員偉銘及楊萃苑助理研究員等，於計畫執行過程提供之協助，謹此敬表謝忱。

參考文獻

- [1]財團法人台灣建築中心：綠建材評定基準。
<http://gbm.tabc.org.tw/modules/filelist/index.php/download/get/5>（最後上網日期:2014.12.01)
- [2]經濟部統計處：工業產銷存動態調查 - 產品統計。
<http://dmz9.moea.gov.tw/gmweb/investigate/InvestigateDA.aspx>(最後上網日期:2014.08.04)
- [3]陳育誠：全球塗料產業及技術現況。工研院 IEK 產業情報網 2010。
<http://ieknet.iek.org.tw/BookView.do?rptidno=905744022>（最後更新日期：2010/05/21)
- [4]謝慧如：口紅重金屬之毒性成分與感官性評估分析。台北市：中華科技大學健康科技研究所；2013。
- [5]胡秀珍：探討基隆地區市售食品容器中重金屬含量。台北市：中華科技大學健康科技研究所；2012。
- [6] Guney M., Zagury G.J. Children's exposure to harmful elements in toys and low-cost jewelry: Characterizing risks and developing a comprehensive approach. *Journal of Hazardous Materials* 2014; 271(30), 321–330.
- [7] Bocca B., Pino A., Alimonti A., Forte G. Toxic metals contained in cosmetics: A status report. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 2014; 68(3), 447-67.
- [8] Mateus-García A. and Ramos-Bonilla J.P. Presence of lead in paint of toys sold in stores of the formal market of Bogotá, Colombia. *Environmental Research* 2014; 128, 92-97.
- [9] 李聯雄、黃奕孝：塗料製造業職業衛生輔導技術建立（二）。新北市，行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所; 2008。
- [10] 周瑞淑、鐘順輝：塗料製造業職業衛生輔導技術建立。新北市，行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所; 2007。
- [11]財團法人工業技術研究院：毒性化學物質重金屬類物種鑑識技術。台北市，行政院環境保護署; 2006。
- [12] Tuner A. and Sogo Y.S.K. Concentrations and bioaccessibilities of metals in exterior urban paints. *Chemosphere* 2012; 86 (6), 614–618.

- [13]Huang S.L., Yin C-Y, Yap S.Y. Particle size and metals concentrations of dust from a paint manufacturing plant *Journal of Hazardous Materials* 2010; 174 (1–3), 839-842.
- [14]Mielke H.W. and Gonzales C. Mercury (Hg) and lead (Pb) in interior and exterior New Orleans house paint films. *Chemosphere* 2008; 72 (6), 882-885.
- [15]Awodele O., Popoola T.D., Ogbudu B.S., Coker H.A.B., Akintonwa A. Occupational Hazards and Safety Measures of the Paint Factory Workers in Lagos, Nigeria. *Safety and Health at Work, in press.* 2014; 5(2), 106-111
- [16]Tsai Y.Y., Wang C.T., Chang W.T., and Huang C.W. Determination of trace elements in hair specimens of workers in paint factory. *Analytical Sciences* 1997; 13, 447-450.
- [17]Kasperczyk A., Kasperczyk S., Horak S., Ostalska A., Grucka-Mamczar E., et al. Assessment of semen function and lipid peroxidation among lead exposed men. *Toxicol Appl Pharmacol* 2008; 228: 378-384.
- [18]Wang L., Xun P., Zhao Y., Wang X., Qian L., Chen F. Effects of lead exposure on sperm concentrations and testes weight in male rats: a meta-regression analysis. *J Toxicol Environ Health A* 2008; 71: 454-463.
- [19]林上河、何啟功：常見職業病－鉛中毒。高醫醫訊月刊 1997.2; 16(9)。
- [20]David. The lead exposed worker. *Journal of the American Medical Association* 1989; 4: 262.
- [21]Cooper W.C. Deaths from chronic renal disease in US battery and lead production workers. *Environmental Health Perspectives* 1988; 78: 61-63.
- [22]Cooper W.C., Wong O., Kheifets L. Mortality among employees of lead battery plants and lead producing plants 1947-1980. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health* 1985; 11: 331-345.
- [23]Staessen J.A., Gasowski J., Wang J.G., Thijs L., Den Hond E., Boissel J.P., Coope J., Ekblom T., Gueyffier F., Liu L., Kerlikowske K., Pocock S., Fagard R.H. Risk of untreated isolated systolic hypertension in the elderly: meta-analysis of outcome trials. *Lancet.* 2000; Mar 11; 355 (9207): 865-72.
- [24]Schwartz J. Lead, blood pressure and cardiovascular disease in men. *Archives of Environmental Health* 1995; 50: 31-37.
- [25]Schneitzer L., Osborn H.H., Bierman A. Mezey A, Kaul B. Lead poisoning in adults from renovation of an older home. *Annals of Emergency Medicine* 1990; 19: 415-420.

- [26] Battistuzzi G., Petrucci R., Silvagni L., Urbani F.R., Caiola S. Delta-Aminolevulinate dehydrase: a new genetic polymorphism in man. *Annals of Human Genetics* 1981; 45: 223-9.
- [27] Weiss B. Lead, manganese, and methylmercury as risk factors for neurobehavioral impairment in advanced age. *International Journal of Alzheimer's Disease* 2011: Article ID 607543.
- [28] Zheng h., Lin W.X., Hu H.Y., Huang J.H., Huang M.N., He Y.S. Effects of low-level lead exposure on the neurobehavioral development of infants and early intervention. *Zhonghua Yu Fang Yi Xue Za Zhi* 2008; 42(3):165-8.
- [29] Min J.Y., Min K.B., Cho S.I., Kim R., Sakong J., Paek D. Neurobehavioral function in children with low blood lead concentrations. *Neurotoxicology* 2007; 28(2):421-5.
- [30] Bonnell J.A. Emphysema and proteinuria in men casting copper-cadmium alloys. *British journal of industrial medicine* 1955; 12: 181-197.
- [31] Friberg L. Health hazards in the manufacture of alkaline accumulators with special reference to chronic cadmium poisoning. *Acta Med Scand* 1950; 138: 1-124.
- [32] Yanagisawa H., Miyakoshi Y., Kobayashi K., Sakae K., Kawasaki I., Suzuki Y., Tamura J. Long-term intake of a high zinc diet causes iron deficiency anemia accompanied by reticulocytosis and extra-medullary erythropoiesis. *Toxicol Lett* 2009; 191(1): 15-9.
- [33] Greenberg S.A., and Briemberg H.R. A neurological syndrome associated with zinc excess and copper deficiency. *Journal of Neurology* 2004; 251(1): 111-4.
- [34] Hie M.S. Copper deficiency anemia and nephrosis in zinc-toxicity: a case report. *South Dakota journal of medicine* 2003; 5(4):143-7.
- [35] Porea T.J., Belmont J.W., Mahoney D.H. Jr. Zinc-induced anemia and neutropenia in an adolescent. *Journal of Pediatrics* 2000; 136(5): 688-90.
- [36] 黃乃炯、魏大森、陳彥均、梁瑋貞、劉鵬達：威爾森氏症：病例報告。台灣復健醫學雜誌 2009; 37(1): 59-65。
- [37] Schilsky M.L. Wilson disease: genetic basis of copper toxicity and natural history. *Seminars in Liver Disease* 1996; 16(1): 83-95.
- [38] ASTM (US). Standard Test Method for Detection of Lead in Paint and Dried Paint Films. D3618-05; 2010.

- [39] ASTM (US). Standard Practice for Preparation of Dried Paint Samples by Hotplate or Microwave Digestion for Subsequent Lead Analysis. E1645-01; 2007.
- [40] 張承明、謝明宏：油墨和油漆製造安全管理研究。新北市，行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所; 2013。
- [41] 黃敬輝：重大污染源指紋建立技術之研究(EPA-94-E3S4-02-02)。台北市，行政院環境保護署; 2005。

國家圖書館出版品預行編目資料

室內裝修油漆工塗料重金屬危害暴露調查 / 賴嘉祥, 楊
峯苑著. -- 1 版. -- 新北市 : 勞動部勞研所, 民 104.03
面 ; 公分

ISBN 978-986-04-4693-7(平裝)

1. 勞工衛生 2. 職業衛生

412.53

104006124

室內裝修油漆工塗料重金屬危害暴露調查

著(編、譯)者: 賴嘉祥、楊峯苑

出版機關: 勞動部勞動及職業安全衛生研究所

22143 新北市汐止區橫科路 407 巷 99 號

電話: 02-26607600 <http://www.ilosh.gov.tw/>

出版年月: 中華民國 104 年 4 月

版(刷)次: 1 版 1 刷

定價: 200 元

展售處:

五南文化廣場

台中市區中山路 6 號

電話: 04-22260330

國家書店松江門市

台北市松江路 209 號 1 樓

電話: 02-25180207

- 本書同時登載於本所網站之「出版中心」, 網址為:
<http://www.ilosh.gov.tw/wSite/np?ctNode=273&mp=11>
- 授權部分引用及教學目的使用之公開播放與口述, 並請注意需註明資料來源; 有關重製、公開傳輸、全文引用、編輯改作、具有營利目的公開播放行為需取得本所同意或書面授權。

GPN: 1010400760

ISBN: 978-986-04-4693-7