

錮暴露勞工追蹤與控制成效 調查研究

Follow-Up Study on Indium Exposed Workers and Effectiveness
of Control Measure



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 978-986-04-4827-6



GPN:1010400762
定價：新台幣200元

錮暴露勞工追蹤與控制成效調查研究

Follow-Up Study on Indium Exposed Workers and Effectiveness of Control Measure

勞動部勞動及職業安全衛生研究所

錮暴露勞工追蹤與控制成效調查研究

Follow-Up Study on Indium Exposed Workers and Effectiveness of Control Measure

研究主持人：劉宏信、陳成裕

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 03 月 01 日至 103 年 12 月 31 日

本研究報告公開予各單位參考
惟不代表勞動部政策立場

勞動部勞動及職業安全衛生研究所
中華民國 104 年 06 月

摘要

銦 (Indium) 或氧化銦錫 (Indium Tin Oxide, ITO) 主要應用於製作平面顯示器、電子紙、發光二極體 (LED)、太陽能電池和抗靜電鍍膜等。平面顯示器如液晶顯示器 (TFT-LCD) 和觸控式顯示器 (Touch Panel) 的需求量與日增加，勞工暴露於氧化銦錫危害風險也相對提升。氧化銦錫是一種氧化銦 (IIIA 族, In_2O_3) 和氧化錫 (IVA 族, SnO_2) 的混合物，通常質量比為 90% In_2O_3 和 10% SnO_2 。它在薄膜狀時，為透明無色具導電性，在原料粉狀態時，它呈黃色。我國可能銦暴露為 ITO 靶材製造廠、TFT-LCD 製造廠、LED 製造廠、太陽能板製造廠、銦回收廠等。

我國銦化合物的容許暴露標準為 0.1 mg/m^3 ，已經有許多報告證實銦會導致發炎反應或肺部傷害。本研究持續進行調查國內銦暴露之行業及作業場所勞工可能銦暴露情形與健康影響，對可能銦暴露之行業及作業場所進行作業環境測定及勞工生物偵測採樣，並持續追蹤調查血及尿液中銦濃度異常者，評估國內勞工暴露狀況。區域及個人暴露調查進行作業環境測定 (總粉塵和可呼吸性粉塵)，多階粒徑粉塵 (Marple)、可吸入性粉塵 (IOM) 採樣分析，進行危害評估，探討不同粒徑粉塵暴露對於勞工影響。

本年度持續進行多年期有系統追蹤性相關研究調查及新進人員及新的公司調查，對勞工可能銦暴露情形與暴露做更進一步的了解與控制，也由追蹤調查了解氧化銦錫暴露長期對人體之影響。在 2011 至 2012 年度動力過濾式呼吸防護具 (Powered Air-purifying Respirators, PAPR) 的介入使用後，尿及血清中銦濃度有下降的趨勢。而在 SOD、GPx 和 GST 的抗氧化酵素指標中，從 2012 年開始到 2014 年則呈現上升的趨勢，結果顯示體內的抗氧化酵素逐年增加。由於體內的自由基過多會導致氧化壓力指標 MDA、TMOM 和 8-OH-dG 的上升。在氧化壓力指標 MDA 和 8-OH-dG 來看，2014 年平均含量相較於其他年度呈現升高的趨勢，代表氧化壓力確實存在，且有累積效應。

此類型作業場所新進人員若一開始就使用適當防護具，將能有效保護勞工，避免職業危害發生，已暴露銦的勞工未來應避免繼續無防護具暴露。研究結果顯示應長期追蹤了解勞工身心健康，每年應進行定期特殊健康檢查，最後再將暴露控制技術推廣至銦相關產業，提供相關事業單位作為勞工之安全衛生防護參考。

關鍵詞：氧化銦錫、動力過濾式呼吸防護具、血清中銦

Abstract

Risks of workers who expose to indium tin oxide (ITO, or tin-doped indium oxide) increase as the demand for flat panel display increase. Indium tin oxide is a solid solution of indium (III) oxide (In_2O_3) and tin (IV) oxide (SnO_2), typically 90% of In_2O_3 and 10% of SnO_2 by weight. It is transparent and colorless in thin layer. In bulk form, it is ayellowish powder. ITO is mainly used to make transparent conductive coatings for liquid crystal displays, flat panel displays, plasma displays, touch panels, electronic ink applications, organic light-emitting diodes, solar cells, antistatic coatings and EMI shielding. Possible indium exposure may occurs in indium tin oxide sputter target manufactories, flat panel display manufactories, light-emitting diodes manufactories, solar cells manufactories, indium tin oxide recycling plants and resource recycling plants.

The permissible exposure limit of indium compounds is 0.1 mg/m^3 (TWA, time-weighted average) in Taiwan. Many reports have clearly demonstrated that Indium particles cause systemic or pulmonary health effects. In order to understand the condition and health effects of worker's exposure to indium, this study surveys possible indium exposure businesses by conducting environmental and biological monitoring in workplace. We also access concentrations of airborne dusts of different diameters in workplace to study their health effects, by total dust, respirable dust, Marple and IOM dust concentration measurements. Control measure effectiveness study results are provided to workers and employers for better protection against indium exposure.

This study is a comprehensive and continuous work, and aims to investigate the ITO exposure profile and possible health effects of follow-up workers and new employees, and to examine the effects of a control measure on exposure and health effects. Workers began to wear powered air-purifying respirators in 2011. Exposure profile and health effects were examined before and after this intervention. Serum and urine indium levels decreased after intervention and further decreased with time, while levels of antioxidant enzymes (SOD, GPx and GST) and oxidation stress indicators (MDA, TMOM, and 8-OH-dG) showed varied results. Levels of biomarkers of exposure (serum and urine indium) indicated ITO exposure declined due to this intervention. However, the levels of oxidation biomarkers did not response to the intervention. Possibly, past exposure of ITO still resides in human body due to its insoluble property, and it plays as an oxidation stressor. Further study will be needed in this

concern.

This study's findings indicate wearing PAPR is an effective control measure and it can reduce ITO exposure for both new employees and current exposed workers. Our findings also suggest that long-term follow-up, routine health examination, and effective control measures should be implemented for exposure reduction and health promotion.

Key words: Indium Tin Oxide, powered air-purifying respirator (PAPR), serum indium

目 錄

摘 要.....	i
Abstract	ii
目 錄.....	iv
圖目錄.....	vi
表目錄.....	ix
第一章 計畫概述.....	1
第一節 前言.....	1
第二節 氧化銻錫健康危害.....	2
第三節 過去調查.....	7
第四節 研究主旨.....	12
第二章 文獻探討.....	13
第一節 文獻回顧.....	13
第二節 相關人類流行病學研究.....	17
第三章 研究方法及步驟.....	23
第一節 研究架構.....	23
第二節 研究方法與步驟.....	24
第四章 結果與討論.....	31
第一節 執行成果.....	31
第二節 銻作業場所總粉塵與可呼吸性粉塵作業環境測定.....	32
第三節 追蹤調查資料統計.....	34
第四節 銻作業場所生物偵測結果.....	35
第五節 銻作業場所可吸入性粉塵 IOM 及顆粒分徑測定.....	45
第五章 結論與建議.....	65
第一節 結論.....	65
第二節 建議.....	66
誌 謝.....	68
參考文獻.....	69

附錄一 氧化銻錫作業員工健康調查問卷.....	72
附錄二 氧化銻錫作業員工健康調查問卷（英文版）.....	78

圖目錄

圖 1 ITO 靶材製造流程	1
圖 2 面板結構（資料來源：群創電子股份有限公司）	2
圖 3 某面板製造公司之 1 廠區粒徑分佈圖	8
圖 4 某面板製造公司之 2 廠區粒徑分佈圖	8
圖 5 某面板製造公司之 3 廠區粒徑分佈圖	9
圖 6 某面板製造公司之 4 廠區粒徑分佈圖	9
圖 7 某面板製造公司之 5 廠區粒徑分佈圖	9
圖 8 某面板製造公司之 6 廠區粒徑分佈圖	10
圖 9 C 廠區粒徑分佈圖	12
圖 10 咽喉噴入氧化銻後血漿中銻濃度變化	16
圖 11 腹膜內注入氯化銻後血漿中銻濃度變化	16
圖 12 暴露組的勞工作業年資與尿液中銻濃度之關係圖	20
圖 13 暴露組的勞工作業年資與血清銻濃度之關係圖	21
圖 14 暴露組的人體抗氧化能力與暴露年資變化圖	22
圖 15 研究架構	23
圖 16 不同年度中，Company A 追蹤勞工的各項生物效應指標趨勢	36
圖 17 不同年度中，Company B 追蹤勞工的各項生物效應指標趨勢	38
圖 18 不同年度中，Company D 追蹤勞工的各項生物效應指標趨勢	40
圖 19 103 年度氧化銻錫靶材製造廠和液晶顯示器面板製造廠整體勞工各項生物指標比較	43
圖 20 103 年度氧化銻錫靶材製造廠和液晶顯示器面板製造廠追蹤勞工各項生物指標的比較	45

圖 21 Company A (氧化銻錫濺鍍靶製造廠) 平面研磨室 2 粉塵粒徑分佈與濃度.....	47
圖 22 Company A (氧化銻錫濺鍍靶製造廠) 平面研磨室 3 粉塵粒徑分佈與濃度.....	47
圖 23 Company A (氧化銻錫濺鍍靶製造廠) 熔接室粉塵粒徑分佈與濃度.....	48
圖 24 Company B (氧化銻錫濺鍍靶製造廠) 研磨切割區粉塵粒徑分佈與濃度.....	49
圖 25 Company B (氧化銻錫濺鍍靶製造廠) 黏著區粉塵粒徑分佈與濃度.....	49
圖 26 Company B (氧化銻錫濺鍍靶製造廠) 研磨修整區粉塵粒徑分佈與濃度.....	50
圖 27 Company D (液晶顯示器面板製造廠) TFT6 廠-研磨區 (內) 粉塵粒徑分佈與濃度.....	51
圖 28 Company D (液晶顯示器面板製造廠) TFT6 廠-研磨區 (內) 粉塵粒徑分佈與濃度.....	51
圖 29 Company D (液晶顯示器面板製造廠) TFT6 廠-研磨區 (外) 粉塵粒徑分佈與濃度.....	52
圖 30 Company D (液晶顯示器面板製造廠) CF8 廠-研磨區內 (靠近工作臺) 粉塵粒徑分佈與濃度.....	52
圖 31 Company D (液晶顯示器面板製造廠) CF8 廠-研磨區內 (遠離工作臺) 粉塵粒徑分佈與濃度.....	53
圖 32 Company D (液晶顯示器面板製造廠) CF8 廠-研磨區內 (靠近門口) 粉塵粒徑分佈與濃度.....	53
圖 33 Company E (液晶顯示器面板製造廠) Y2 廠-ITO 機台右側粉塵粒徑分佈與濃度.....	54
圖 34 Company E (液晶顯示器面板製造廠) Y2 廠-ITO 機台左側粉塵粒徑分佈與濃度.....	55
圖 35 Company E (液晶顯示器面板製造廠) Y2 廠- ITO 機台左側粉塵粒徑分佈與濃度.....	55
圖 36 Company E (液晶顯示器面板製造廠) Y1 廠-ITO 機台左側粉塵粒徑分佈與濃度.....	

.....	56
圖 37 Company E (液晶顯示器面板製造廠) Y1 廠- ITO 機台右側粉塵粒徑分佈與濃度	56
圖 38 Company F (氧化銻錫濺鍍靶製造廠) 研磨作業區 1 粉塵粒徑分佈與濃度	57
圖 39 Company F (氧化銻錫濺鍍靶製造廠) 研磨作業區 2 粉塵粒徑分佈與濃度	58
圖 40 Company F (氧化銻錫濺鍍靶製造廠) 銲合作業區粉塵粒徑分佈與濃度	58
圖 41 Company G (氧化銻錫靶材回收與製造廠) 精煉課-酸熔區粉塵粒徑分佈與濃度	59
圖 42 Company G (氧化銻錫靶材回收與製造廠) 精煉課-鑄造區粉塵粒徑分佈與濃度	60
圖 43 Company G (氧化銻錫靶材回收與製造廠) 精煉課-粉碎區粉塵粒徑分佈與濃度	60
圖 44 Company G (氧化銻錫靶材回收與製造廠) 粉末課-造粒區粉塵粒徑分佈與濃度	61
圖 45 Company G (氧化銻錫靶材回收與製造廠) 粉末課-噴霧乾燥區粉塵粒徑分佈與 濃度	61
圖 46 Company G (氧化銻錫靶材回收與製造廠) 粉末課-研磨區粉塵粒徑分佈與濃度	62
圖 47 Company G (氧化銻錫靶材回收與製造廠) 銲合課-研磨修整區粉塵粒徑分佈與 濃度	62
圖 48 Company G (氧化銻錫靶材回收與製造廠) 銲合課-機械加工區粉塵粒徑分佈與 濃度	63
圖 49 Company G (氧化銻錫靶材回收與製造廠) 銲合課-銲合區粉塵粒徑分佈與濃度	63

表目錄

表 1 氧化銻錫相關個案報告	3
表 2 微粒濃度與粒徑分析	11
表 3 表 1 所列之銻相關案例所導致的疾病結果	19
表 4 執行項目完成數量統計	31
表 5 液晶顯示器面板製造廠作業環境測定結果	32
表 6 氧化銻錫濺鍍靶製造廠作業環境測定結果	33
表 7 氧化銻錫靶材回收與製造廠作業環境測定結果	33
表 8 勞工基本資料	34
表 9 Company A 追蹤勞工，進行各年度生物效應性指標的比較	35
表 10 Company B 追蹤勞工，進行各年度生物效應性指標的比較	37
表 11 Company D 追蹤勞工，進行各年度生物效應性指標的比較	39
表 12 103 年度氧化銻錫靶材製造廠整體勞工各項生物效應指標比較	41
表 13 103 年度液晶顯示器面板製造廠整體勞工各項生物指標比較	41
表 14 103 年度氧化銻錫靶材製造廠和液晶顯示器面板製造廠追蹤勞工各項生物指標的 比較	43
表 15、各公司作業區域之銻的可吸入性 IOM 粉塵採樣	46

第一章 計畫概述

第一節 前言

氧化銦錫 (Indium Tin Oxide, ITO) 是一種氧化銦 (IIIA 族, In_2O_3) 和氧化錫 (IVA 族, SnO_2) 的混合物, In_2O_3 為氧化物半導體, 加入 SnO_2 作為雜質參雜。它在薄膜狀態時, 為透明無色具導電性, 在原料狀態時 (粉狀), 它呈黃偏灰色。

ITO 薄膜製作方法一般分成以下幾種, 如溶膠凝膠 (Sol-gel), 噴霧熱解 (Spray), 濺鍍 (Sputter), 蒸鍍 (Evaporation), PLD (Pulse Laser Deposition), 化學氣相沉積 (Chemical Vapor Deposition, CVD)。各種製作方法都有其優缺點, 由於真空濺鍍法具有可連續快速生產高品質薄膜的特性, 其製程溫度較其他技術低, 且適用在大面積的各種基板上, 故真空濺鍍法是目前使用相當普遍的薄膜製造技術。真空濺鍍的材料主要利用 In 和 Sn 的氧化物混合製作成靶材, 不同比例的 In_2O_3 及 SnO_2 氧化物結合之靶材有不同之密度及使用範圍, 薄膜需有低電阻率、表面均勻性佳等特性, 但所需的成本較高。氧化銦錫 (Indium Tin Oxide, ITO) 粉是製備 ITO 靶材的主要原料。氧化銦錫其比例約為 90% In_2O_3 和 10% SnO_2 , 壓製成藥錠狀或板狀後, 再燒結熱處理, 以形成所需的製品或靶材。以下即為氧化銦錫靶材其中一種製作程序 (如圖 1) :

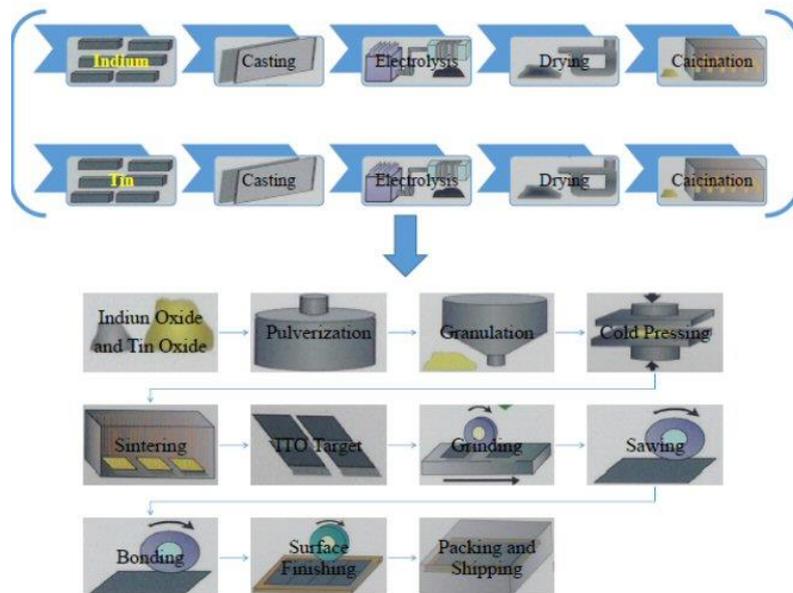


圖 1 ITO 靶材製造流程

顯示器產業之使用方式是將氧化銻錫 (ITO) 靶材置入真空濺鍍之設備，經由真空濺鍍的方式將靶材上之氧化銻錫塗覆玻璃基板上，玻璃上形成一透明導電層，此即為 ITO 導電玻璃 (圖 2)。此類技術多用於顯示器產業，產品如螢幕液晶顯示器 (LCD)、電子彩色顯示器 (ECD)、電子發光顯示器 (Electroluminescent Display, ELD) 等。

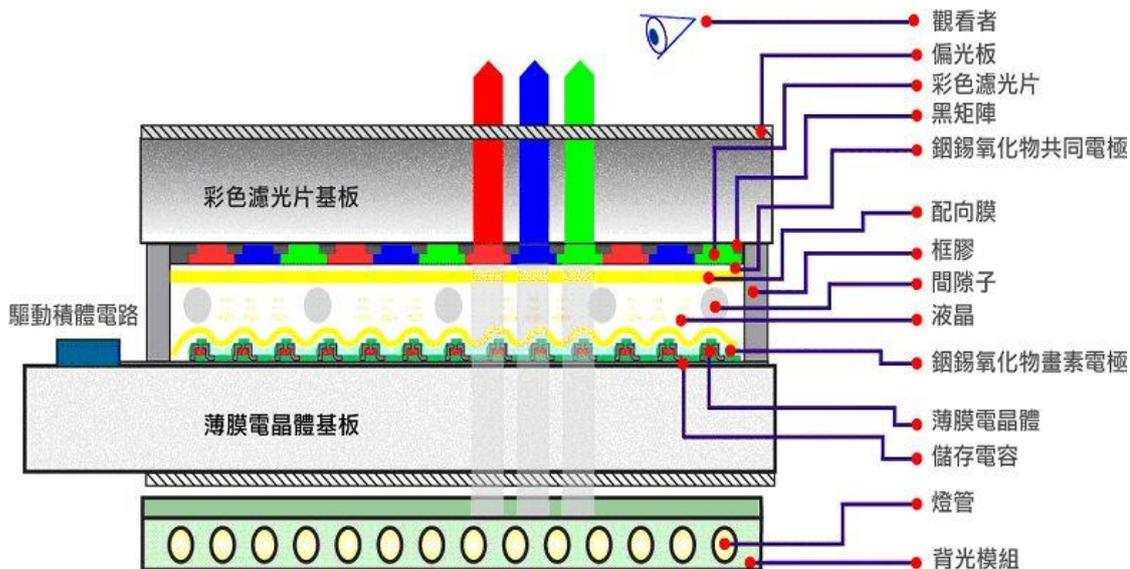


圖 2 面板結構 (資料來源：群創電子股份有限公司)

第二節 氧化銻錫健康危害

因顯示器產業的發展，近十年來 ITO 的使用量大幅增加。職場從事相關製程的作業人員亦大量增加，在職場暴露 ITO 風險與健康危害逐漸引起關注。因氧化銻錫或銻暴露而造成健康危害被報導的案例包括日本 10 個因吸入氧化銻錫導致肺部疾病案例、美國 4 例及中國出現 1 例銻中毒案例 (如表 1)。日本最早被報導的 2 個因吸入氧化銻錫導致肺部疾病 (1998 及 2002 年) 案例，皆發生在同一家金屬處理工廠，此工廠生產製造薄膜電晶體液晶顯示器 (TFT-LCD) 所需之氧化銻錫濺鍍靶 (sputtering target) 中國報導之銻中毒案例為一名任職於江蘇某生產手機液晶顯示螢幕的企業勞工，工作內容為把金屬粉噴在液晶螢幕模板上。

流行病學研究證實空氣中粒狀污染物將增加得到呼吸道、肺部、心血管疾病之風險以及死亡率的增加。

本研究場所為高粉塵濃度工作場所，勞工吸入含有金屬粉塵至肺部後，可能導致嚴重的氧化性傷害。

表 1 氧化銦錫相關個案報告

序號	國家	性別	年齡	工作年資	作業內容	Serum In ($\mu\text{g/L}$)	資料出處
1	日本	男	27	3	ITO 研磨	290	[1]
2	日本	男	30	4	ITO 研磨	51	[2]
3	日本	男	31	12	ITO 研磨	40	[3]
4	日本	男	39	12	ITO 研磨	127	[3]
5	日本	男	28	8	ITO 研磨	99	[3]
6	日本	男	43	5	In ₂ O ₃ 製造	64.7	[4]
7	日本	男	47	20	研發	92	[5]
8	日本	男	30	NA	In ₂ O ₃ 製造	70	[6]
9	日本	男	31	NA	ITO 研磨	63	[6]
10	日本	女	54	NA	ITO 研磨	37.7	[6]
11	美國	男	23	1.5	回收	54	[6]
12	美國	男	28	NA	回收	51	[6]
13	美國	男	49	0.75	回收	NA	[7]
14	美國	男	39	0.75	ITO 製造	<5	[7]
15	中國	男	29	1.83	LCD ITO 噴砂	151.8	[8]

ITO 粉其粒徑可分為 30~100 nm (奈米級) 及 0.1~10 μm (微米級) 之 ITO 粉。因此勞工暴露氧化銦錫粉塵大多是因為配料及研磨加工過程藉由呼吸途徑進入體內，少部分是因為清潔不完全間接食入。粉塵主要之危害為經由呼吸道吸入，依人體呼吸系統構造、大小、與功能而言，一般分為三區，如：鼻腔到咽喉的範圍稱為外胸腔區或稱頭區 (Extrathoracic or Head region)；氣管到細支氣管的範圍稱為氣管支氣管區 (Tracheobronchial region)；細支氣管到肺泡之範圍稱為肺泡區 (Pulmonary or alveolar region)。

總粉塵為懸浮在空氣中所有微粒。目前美國政府工業衛生師協會（American Conference of Governmental Industrial Hygienists, ACGIH）及國際標準化組織（International Organization for Standardization, ISO）提出了三種採樣基準：

- 一、可吸入性粉塵（Inhalable Particulate Mass, IPM），它是指可以從口、鼻進入呼吸系統的所有粉塵，通常是會沉降於上呼吸道，藉由呼吸系統清除機制清除，之後到咽喉進行吞嚥。
- 二、胸腔區粉塵（Thoracic Particulate Mass, TPM），是會通過道口鼻進入支氣管的粉塵，其穿透率曲線截取氣動直徑為 10 μm ，小於 10 μm 以下之粉塵較容易進入下呼吸道。
- 三、可呼吸性粉塵（Respirable Particulate Mass, RPM），可達到氣體交換區的粉塵，穿透率曲線的截取氣動直徑為 4 μm （Hinds, W. C, 1998）[9]。小於 1 μm 之粉塵可以深入肺部且難以由呼吸道清除機制清除（Konarski et al, 2003）[10]。次微米粒子（sub-mirco）為 0.1~1 μm 會沉積於肺部，而小於 50 nm 的極細微粒（ultrafine）會穿過肺部循環至身體其他部位（Oberdorster et al., 1992）[11]。

ITO 粉塵主要為可呼吸性粉塵及有部分屬於奈米微粒，因此容易吸入體內對人體造成傷害。北京朝陽醫院職業病與臨床毒物學部門的宋玉國醫生在《歐洲呼吸道器官科學雜誌》對此案發表的研究報告說：「長期暴露在奈米粒子中且缺乏安全防護，可能致使人體肺部嚴重損傷。奈米粒子微小的顆粒能穿透人體的自然屏障，特別是透過受傷的皮膚或是呼吸攝入。奈米物質在工作場所對人體健康之潛在危害持續引起熱烈研究，愛丁堡大學癌症研究中心研究報告顯示，實驗動物肺部內的奈米金屬氧化物粒子，會隨時間而產生不同的誘發癌症反應。多數動物研究結果都表示，奈米微粒被吸入體內後，有能力穿透肺部間質而進入體內組織、循環系統以及器官，因此該奈米物質對人體呼吸道可能具較高的危害性。老鼠吸入大量奈米碳管之後，肺部傷害明顯增加，奈米微粒可能引發像石綿一樣或類似的健康後果。也有研究已指出，即使老鼠曝露於如三氧化二鐵的低劑量奈米微粒環境，也會引發腦部神經細胞病變。另一個值得關注的是奈米物質在人體內流動之問題，動物實驗證實奈米微粒不祇能夠經由吸入對肺部造成損害，也因被吸入的微粒會經由肺部而穿透細胞膜，進入血液循環系統，或經由神經而

轉移至中樞神經系統，並擴散至腦部。亦即奈米微粒一旦進入人體，不一定祇沉積在特定的器官組織，有可能發生全身性擴散，特別是擴散至中樞神經與大腦。目前尚未有研究針對 ITO 奈米粉塵來進行粒徑分布深入之研究與探討。

ITO 靶材及面板產業都必須機械加工研磨切割或預防性維護作業，會產生大量氧化銻錫粉塵，依照反應性含氧物種之生成方式可分為外生性（非細胞內）以及內生性（細胞內）。先前研究多針對於體內經由化學物質誘發產生反應性含氧物種而對細胞和生物體的影響，對於外生性反應性含氧物種的相關研究較少。近期文獻有顯示出空氣中存在反應性含氧物種，且會在大氣中產生（Antonini et al, 1998[12]; Hung and Wang, 2001[13]; See et al., 2006[14]）。暴露氧化銻錫粉塵，老鼠試驗顯示可能與肺纖維化及肺癌具有關聯性，且得知氧化銻錫粉塵與肺細胞作用會直接產生毒性及自由基。

外生性 ROS (reactive oxygen species) 可由新鮮粒狀污染物表面直接產生 (Fubini et al., 2004) [15]。Halliwell 等人指出粒狀污染物表面含有過度金屬可充當催化劑，經由費頓反應 (Fenton reaction) 產生 ROS[16]。

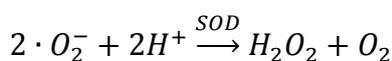
Donaldson et al 指出當身體大量形成 ROS 時，便會壓制抗氧化防禦的功能而導致氧化性壓力 (oxidative stress)。當體內 ROS 增加到體內的抗氧化功能無法與之達成平衡時，就會形成氧化性壓力，而傷害身體中重要的物質，例如去氧核糖核酸 (DNA)、脂質 (lipid)、及蛋白質 (protein)，其中以 DNA 傷害 (DNA damage) 最受科學界重視，因 DNA 受到傷害，可能進而導致癌症的發生[17]。長期暴露 ROS 會造成基因修復功能下降，增加罹患癌症之危險性。在臨床上發現自由基與 ROS 可能與超過 100 多種疾病有關係，如高血壓、心臟病、氣喘、發炎、氣喘、神經元退化及老化，嚴重還會導致肺癌、皮膚癌及乳癌等。

丙二醛 (Malondialdehyde, MDA) 為脂質過氧化物經代謝分解後的最終產物之一。其本身相當具有活性，會與生物體之組成如：蛋白質、胺基酸和 DNA 反應，導致突變發生 (mutagenesis)。體內脂質過氧化越高，表示生物體受到氧化程度越高，容易導致動脈硬化、急性心肌梗塞、肝組織細胞傷害、及老化等疾病產生。當人體受到氧化壓力傷害時，人體有一套完整的抗氧化系統可以去平衡它。體內之抗氧化系統可分為與酵素系統有關的抗氧化以及非酵素系統抗氧化酶。

人體於正常情況下，對於 ROS 可藉由體內抗氧化酶或抗氧化物加以清除，若體內

ROS 增加量過多而無法加以清除時，則會對身體造成氧化性傷害，最後造成細胞死亡。體內之抗氧化劑有穀胱甘肽氧化酶（Glutathione peroxidase, GPx），其分布於肝臟、粒線體與血液中。GPx 可以藉由在活化位置上之 Selenoles（Se-OH）還原氫過氧化物與 H₂O₂，使得穀胱甘肽（Glutathione, GSH）催化下轉為水或乙醇，而 GSH 會氧化為 GSSG，達到清除氫過氧化物與 H₂O₂ 的作用。抗氧化酶除了 GPx 外，還有 1961 年發現的穀胱甘肽硫轉化酶（Glutathione S-Transferase, GST）可催化 1, 2-dichloro-4-nitrobenzene（DCNB）與 Glutathione 結合(Booth et al., 1961)。GST 是一群具多功能的酵素，主要可以催化 Reduced Glutathione（GSH）與親電性之內生性或外來物質結合為親水性大的 GSH-conjugated compound，使其由其他代謝路徑排出，以減少在細胞內所產生的毒害。

超氧化物歧化酶（superoxide dismutase, SOD）為體內抗氧化酵素之一，其具有清除超氧自由基（·O₂⁻）之能力。SOD 是一種需要結合金屬離子為反應中心的蛋白酵素，SOD 是一種需要結合金屬離子為反應中心的蛋白酵素，在人體細胞的粒線體中含有錳為還原中心的 SOD（Mn-SOD），而在細胞質中以銅、鋅為反應中心（Cu/Zn-SOD），遍佈於所有好氧性生物體內。SOD 清除 ·O₂⁻ 機制如下：



國外研究文獻資料顯示氧化銻錫粉塵會產生大量 ROS 現象，因此本研究將探討氧化銻錫粉塵粒徑分佈及氧化性傷害等，了解其可能對勞工健康影響之影響。

另在 2002 年 Chonan et al 曾於日本某一銻加工廠進行研究，該研究顯示，仍處於暴露或曾經暴露銻的勞工，血清中銻濃度和其他肺部病變指數皆高於未暴露員工，平均血清中銻濃度 20 倍於未暴露員工之平均血清中銻濃度（暴露 7.8 ± 4.3 μg/L，曾暴露 8.3 ± 4.4 μg/L，未暴露 0.3 ± 2.6 μg/L）。並且處理表面研磨作業之勞工相較於其他仍處於暴露或曾經暴露於銻的勞工有較高的肺部病變指數。該廠的 8 個作業區域作業環境測定顯示，空氣中銻幾何平均濃度範圍為 0.01-0.05 mg/m³[3]。

此外 Hamaguchi 等人於 2003 年 12 月至 2004 年 2 月至 2 家製造 ITO 的工廠和 2 家 ITO 回收廠，針對工廠內 186 名勞工進行研究調查，包括：血清中銻濃度、高解晰度胸部電腦斷層攝影、肺部功能、及血清中 KL-6、SP-D、SP-A、及 CRP 免疫檢查等項目。研究顯示，仍處於暴露或曾經暴露於銻 93 位的勞工，平均血中銻濃度及其他肺部病變指數皆高於 93 位未暴露勞工，其中血清中銻濃度超過 30 倍（暴露 8.25 ± 4.55

µg/L，未暴露 0.25 ± 2.64 µg/L) [5]。

第三節 過去調查

目前美國國家毒理研究所研究所針對 ITO (Indium Tin Oxide, CAS No. 50926-11-9) 已訂出相關的規範。另外，在過去幾年的研究發現血清中銮濃度與尿中銮濃度隨著工作年資的增加而增加，但是在抗氧化壓力指標方面已經逐漸下降的趨勢，這是因為受測公司在這幾年來已積極進行工程控制與提供動力過濾式呼吸防護具 (Powered Air-Purifying Respirators, PAPR) 以減少人員的暴露，致使氧化壓力短期指標下降。

另外由於每間公司各自研磨方式不同，各廠的粒徑分布圖可能會有不同，對人體傷害也各有不同，以各廠 PM 的粒徑分布圖來說，研磨工具為圓盤砂輪機的工廠，粒徑分布圖的曲線為單峰曲線，粒徑大小主要分布在 0.96 µm 這一層；研磨工具為環帶盤砂輪機的工廠，粒徑分布圖的曲線則為雙峰曲線，主要的粒徑大小一樣分布在 0.96 µm 這一層，比較需要注意的是在 21.3 µm 這一層，跟其他工廠不一樣的原因可能是因為環帶砂輪機比較容易將粒徑大的粒子甩出，而較容易被我們採集到；其中 TFT8 的粒徑分布圖中，顆粒較大的粒子佔的比例比較高的原因，可能是因為在 TFT8 中所使用的砂紙號碼較其他的廠都還要來的小，砂紙號碼越小表示砂紙的顆粒越大，也就是磨出來的顆粒相對也會比較大。

本所曾於 2012 年對我國某面板製造公司之 6 個研磨氧化銮錫靶材廠區的濃度進行調查，根據分析資料依其嚴重程度排序為：6 廠區濃度 (26.144 ± 4.171 mg/m³) > 3 廠區濃度 (15.211 ± 2.510 mg/m³)，5 廠區濃度 (9.722 ± 1.705 mg/m³)，1 廠區濃度 (7.671 ± 1.764 mg/m³)，4 廠區濃度 (5.824 ± 0.997 mg/m³)，2 廠區濃度 (5.307 ± 0.915 mg/m³)，其中 6 廠區的平均濃度大於其他五家工廠有顯著差異。上述濃度均高於 OSHA 和 NIOSH 和 HSE 和勞動部訂定之銮總粉塵容許暴露標準 0.1 mg/m³，這顯示該公司在工程控制上仍有改善的空間，雖然作業勞工有佩戴個人動力過濾式呼吸防護具 (Powered Air-Purifying Respirators, PAPR)，但仍然應該制定標準操作流程 (SOP)，確保勞工的暴露傷害。

6 廠濃度 ($=26.144 \pm 4.171$ mg/m³) 濃度遠高於其他五廠的濃度，其原因可能是因

為 6 廠勞工研磨氧化銻錫靶材的工具為環帶砂輪機，而其他五廠勞工則是使用動力工具或是以砂紙採手動研磨的方式研磨，因而較環帶砂輪機所產生較低的濃度。

此外，研究資料也顯示粉塵粒徑以 $0.96\ \mu\text{m}$ 為主（如圖 3~8），這對呼吸防護是極大挑戰，呼吸防護具選擇錯誤或不正確佩戴將無法防止粉塵的吸入，但若採用適當防護具作業，例如保護性更高的動力過濾式呼吸防護具（PAPR）。

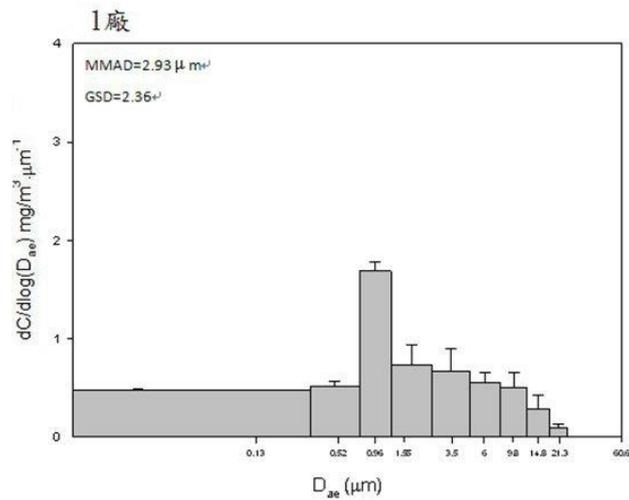


圖 3 某面板製造公司之 1 廠區粒徑分佈圖

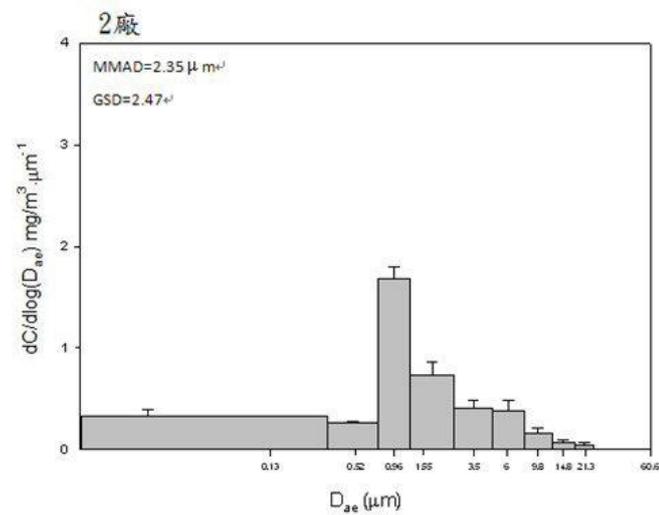


圖 4 某面板製造公司之 2 廠區粒徑分佈圖

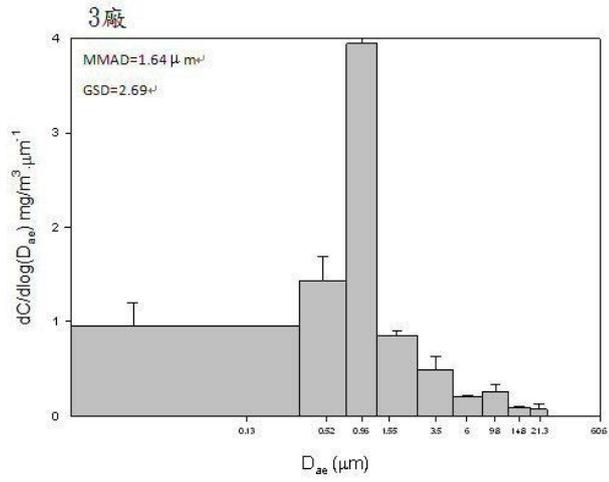


圖 5 某面板製造公司之 3 廠區粒徑分佈圖

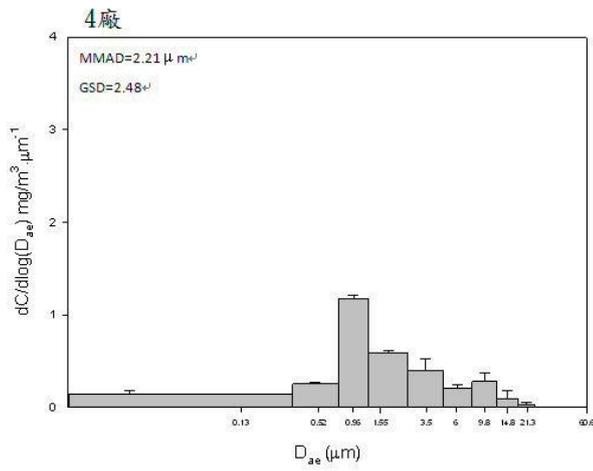


圖 6 某面板製造公司之 4 廠區粒徑分佈圖

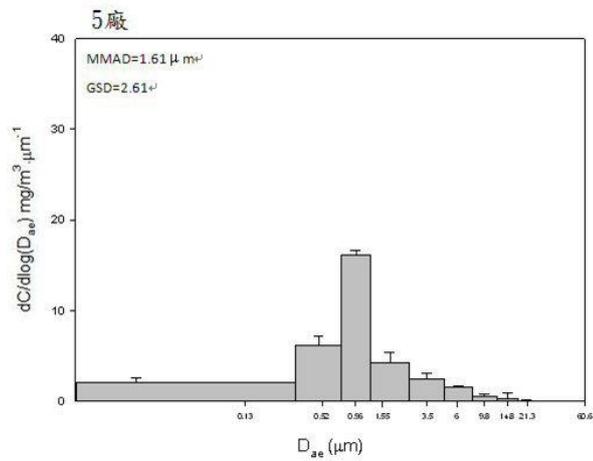


圖 7 某面板製造公司之 5 廠區粒徑分佈圖

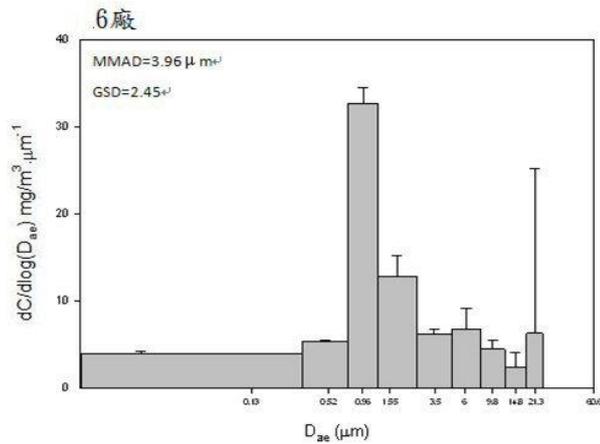


圖 8 某面板製造公司之 6 廠區粒徑分佈圖

勞工雖然有佩戴正確且有效的呼吸防護具，但是對於勞工體內的內在暴露劑量卻尚未清楚釐清。所以本研究除了對使用氧化銻錫或銻等工廠使用 IOM 進行勞工個人總粉塵採樣及 Marple 進行作業區域採樣外，再配合血清銻、尿中銻、ROS、MDA 與彗星試驗等來進行勞工生物偵測評估，再依據研究調查提出改善措施，將有可避免未來產生職業傷害之可能。

此外，我們亦曾使用直讀式粉塵粒徑濃度測定儀對現場作業環境進行氧化銻錫粒徑分佈狀況，規劃 9 個廠區（代號 A-I）共 15 個作業位置（含一般研磨、濕式研磨、粗磨、細磨、熔接、切割、焊合、污泥烘乾等）進行採樣。所有位置都至少進行 3 次以上採樣後，再將結果計算其平均，數據整理如表 2 所示。

過去研究發現，所有位置均有奈米微粒產生，惟其濃度高低與作業方式或位置無絕對關係，完全視現場針對粉塵逸散所採取環境控制良莠與有效性而有所差異。其中 D、E、G、H、I 事業單位因缺乏現場控制措施或有效性偏低，因此發現粉塵粒數濃度至少為 $1,000 \text{ \#/cm}^3$ ，甚至高達 $583,866 \text{ \#/cm}^3$ 以上。A、B、C、F 廠區則由於採取較佳之控制措施，因此現場濃度則多數低於 1000 \#/cm^3 。

以 C 廠區（如圖 9）為例，在其細磨作業時，根據前述其粒徑分佈皆屬較小之奈米微粒（平均粒徑為 22.48 nm ），因此即使其採得粒數濃度比同一單位之粗磨作業較高，但不管是沉積之表面積或體積濃度皆與比粗磨作業小，因此可知粒徑分佈對沉積量之評估影響極大。因此無論是以表面積或體積為基礎，來進行沉積濃度評估時，微粒

之粒徑分佈極為重要。因此建議未來進行沉積分佈或健康危害評估時，須輔以粒徑分佈狀況，始能獲得較準確之評估。

表 2 微粒濃度與粒徑分析

地點	作業內容	Concentration (#/cm ³)	Mean(nm)	Geo. Mean(nm)	Geo. Std. Dev.
A	PM	15.03	160.21	131.62	2.02
B	PM	81.61	95.24	79.34	1.77
C	粗磨	87.42	291.24	215.68	3.14
	細磨	111.87	22.48	22.27	1.15
D	PM	7160.29	117.06	75.51	2.52
E	PM	12338.71	135.30	68.54	3.21
F	PM	366.32	186.74	138.03	2.29
G	平研	1858.59	81.07	59.12	2.14
	後磨	822.47	93.83	67.77	2.29
	熔接	4447.85	97.86	78.55	1.99
H	切割	14735.19	92.23	68.77	2.10
	焊合	583866.19	72.07	45.72	2.36
I	污泥烘乾	22878.10	80.05	65.95	1.85
	研磨	7426.86	77.88	65.43	1.79
	濕式研磨	98327.92	78.17	62.36	1.93

*101 年勞動部計畫報告「銻及氧化銻錫暴露控制與作業勞工追蹤調查研究」

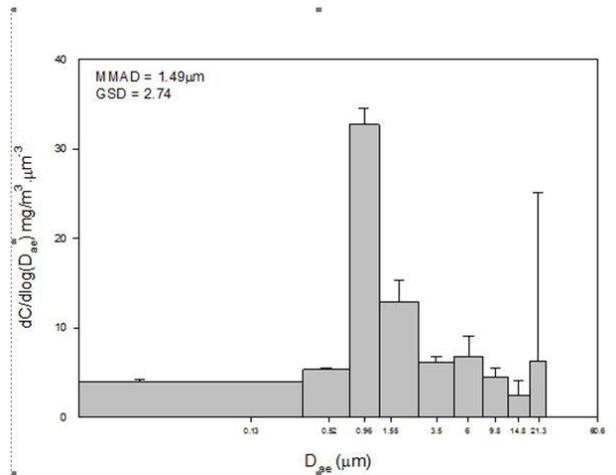


圖 9 C 廠區粒徑分佈圖

所以除了對氧化銻錫相關作業場所進行作業環境測定外，應對銻暴露行業勞工血及尿液中銻濃度異常者進行追蹤調查，分析血及尿液中 DNA 傷害、脂質過氧化傷害及氧化壓力指標之生化檢測，暴露控制成效調查，以評估國內勞工銻暴露量及健康危害效應。

第四節 研究主旨

我國可能銻暴露職場場所為 ITO 濺鍍靶製造廠、TFT-LCD 製造廠、ITO 回收廠、及廢棄物回收廠 (CRT 和 TFT-LCD 螢幕含有 ITO)。其中 TFT-LCD 製造廠中使用 ITO 多在密閉的物理氣相沈積艙 (PVD) 中，勞工直接暴露的可能性低，但在進行預防性維護，維修人員進行 ITO 濺鍍靶表面修整研磨作業 (乾式研磨) 時，若無適當個人防護，可能暴露 ITO 粉塵。

本研究追蹤國內銻暴露之行業及作業場所勞工可能銻暴露情形與暴露控制成效，對可能銻暴露之行業及作業場所進行作業環境測定及勞工生物偵測採樣，並持續追蹤調查血及尿液中銻濃度異常者，評估國內勞工暴露狀況。並將暴露控制技術推廣至銻相關產業，提供相關事業單位作為勞工之安全衛生防護參考。

第二章 文獻探討

第一節 文獻回顧

近年來由於銻暴露危害導致相關的疾病陸續被報導，相關的研究也展開，發現銻暴露對勞工影響之問題也愈來愈多，至目前為止蒐集之文獻整理如下：

一、呼吸道系統疾病：

2011 年 K Nagano 使用大鼠分別藉由吸入途徑暴露氧化銻（平均直徑 1.4 μm ）及氧化銻錫（平均直徑 3.5 μm ）每天 6 小時，每周 5 天共持續 2 周（0, 0.1, 1, 10 or 100 mg/m^3 ）或 13 周（0, 0.1 or 1 mg/m^3 ），大鼠藉由吸入方式暴露 ITO 和 IO 血液和肺中銻濃度會升高，ITO 和 IO 顆粒沉積在肺，縱隔淋巴結和鼻相關淋巴組織。暴露 ITO 和 IO 引起的肺泡蛋白沉積症，滲入肺泡巨噬細胞和炎症細胞和肺泡上皮細胞增生，除了肺重量增加，ITO 比 IO 更嚴重影響了肺。第 26 週暴露結束後發現肺泡壁纖維化[18]。

大鼠經由氣管慢性吸入氧化銻三個月會導致肺炎及肺部早期纖維化的症狀出現。當大鼠吸入氧化銻（平均濃度 64 mg/m^3 ）兩個星期，氧化銻顯著流動到氣管，支氣管淋巴結腫大，但很難觀察到吸收和分佈的狀態。在兩個星期後（括號中的濃度為 12 週後所檢測的值）的銻濃度分別為 490 $\mu\text{g}/\text{g}$ （10,000 $\mu\text{g}/\text{g}$ ）在肺部，250 $\mu\text{g}/\text{g}$ （1,300 $\mu\text{g}/\text{g}$ ）在支氣管淋巴結，1.8 $\mu\text{g}/\text{g}$ （9.2 $\mu\text{g}/\text{g}$ ）在腎臟，肝臟為 0.33 $\mu\text{g}/\text{g}$ （3.1 $\mu\text{g}/\text{g}$ ），0.25 $\mu\text{g}/\text{g}$ （16 $\mu\text{g}/\text{g}$ ）在脾，在骨頭中為 0 $\mu\text{g}/\text{g}$ （3.4 $\mu\text{g}/\text{g}$ ）[18]。

2010 年 Tanaka et al 經由老鼠的慢性毒性評估研究中證實氧化銻錫為一種慢性毒性物質，影響時間長達數年。在老鼠暴露的研究中，以氧化銻及燒結後的氧化銻錫作為比較對象，讓大鼠暴露持續 16 週以後停止暴露，結果指出在停止暴露後純物質氧化銻會存在於小鼠體內 40 週，並且隨著停止暴露時間越久血清銻濃度會上升，燒結金屬氧化銻錫則會存在於體內 78 週，也會隨著時間越久血清銻濃度上升。另外，研究也指出氧化銻錫的毒性會持續影響肺部至 78 週甚至更久，會導致老鼠的肺淨重持續升高、肺部組織的發炎與增生。這些結果均明確指出氧化銻錫為一種慢性毒性，而且燒結後的氧化銻錫慢性毒性是大於未經燒結之氧化銻錫[19]。

ITO 以氣管滴入（instilled intratracheally）雄性倉鼠（syrian golden hamsters）暴露方式，研究結果發現 ITO 對倉鼠具有全身性毒性效應（systemic toxicity），除了對倉鼠

肺部具有毒性，造成肺的發炎反應外，並具有生殖毒性，對倉鼠睪丸具有毒性。2009 年 Lison et al 指出 ITO 粉塵微粒（2~20 mg per rat），除了可導致肺部的強烈發炎反應外，並在其胞外（In Vitro）試驗中，發現 ITO 在水溶液中（200 µg/ml）可產生大量的反應性含氧物質（reactive oxygen species, ROS）[20]。

此外，現階段動物實驗也發現相關銻化合物，如 2000 年 Tanaka et al & Yamazaki 以每週兩次使用 4 mg/kg InAs 或 3mg/kg InP 之濃度，共 16 次，觀察 2 年發現肺部嚴重發炎、間質的纖維化及增殖性損害[21]，2003 年 Tanaka et al 將砷化銻(Indium arsenide, InAs) 以每週兩次 8mg/kg 之濃度，共七週以氣管滴入雄性倉鼠之暴露方式，研究結果發現 InAs 對倉鼠肺部具有強烈毒性效應，並造成肺部的發炎反應與肺的鱗狀囊腫（Pulmonary squamous cyst）形成[1]；1997 年 Uemura et al 以 InP 進行急毒性（1mg/kg,10mg/kg,100mg/kg）研究，以氣管滴入雄性倉鼠方式暴露，研究結果發現，InP 造成倉鼠嚴重的全身性毒性效應，並導致肺部發炎與肺的局部增殖性病損(localized hyperplastic lesions)；雄性與雌性大鼠（F344/N rat）以吸入（inhalation）InP 方式長期暴露。研究結果發現 InP 造成大鼠肺部的發炎反應，並導致肺部的非典型性瘤（atypical hyperplasia and neoplasia）的形成與發展（progression）[22]；2001 年 NTP（National Toxicology Program）與 Gottschling et al 指出當大鼠與小鼠暴露於 0.03 mg/m³ InP 粉塵 2 年，及大鼠暴露於 0.1 mg/m³ 或 0.3 mg/m³ InP 粉塵 22 週，小鼠暴露於 0.1 mg/m³ 或 0.3 mg/m³ InP 粉塵 21 週會造成肺部腫瘤，其研究發現發炎反應與癌症的發展過程中，氧化壓力（Oxidative stress）扮演一重要的角色[23]。

2002 年 Tanaka et al 的 ITO 的亞慢性毒性的研究，倉鼠以每次灌流 ITO(4.5 mg/kg)，6mg/kg 的磷化銻（4.8 mg/kg），給倉鼠超過 4 個月內重複氣管內灌流。觀察到 ITO 導致倉鼠肺部病變、肺炎和增殖性損傷。ITO 和 InP 顆粒是有肺部毒性，InP 比 ITO 具有更大的全身毒性作用[24]。

綜合上述研究結果可推論懷疑，當銻化合物粉塵，如：ITO、InP、及 InAs，進入肺部，接觸濕潤的肺泡表面後，可能增加其肺部與全身性的氧化壓力。

二、致癌性：

2011 年 Nagano et al 以大鼠實驗暴露於 0.01 mg/m³ 之 ITO 下 104 週，發現雄性大

鼠有肺部惡性腫瘤及雄性與雌性大鼠全部肺部腫瘤都有顯著增加。小鼠則無疑似致癌因子，但有發生肋膜壁增厚、肺泡蛋白質蓄積及肺泡巨噬細胞浸潤的情況。顯示都有慢性肺部病害[18]。

另國際癌症研究中心(International Agency for Research on Cancer, IARC)已在 2003 年將磷化銻(InP)歸類於 Group 2A，雖然在動物實驗上已充分顯示會導致癌症發生的證據，但是對人類卻未有確認的致癌性。而在 ITO 尚未有充分證據顯示會在動物或人類身上產生致癌性。

三、生殖毒性：

在十隻雄性敘利亞金黃地鼠氣管內注入 ITO (6.0 mg/kg bw 1x/wk for 16 wk)，並對其體重、睪丸、附睪和精囊的重量以及精子數做計數與控制。其中有兩隻在輸精管中的空泡數量略有增加，且其在腎小管上皮細胞空泡的發生率也顯著增加(14.6%；7.2%) [21]。

四、基因毒性：

給予大鼠 2 mg 氧化銻錫其第二型肺泡微核率增加，基因毒性反應顯示與發炎細胞所產生的含氧性自由基有關[25]。

五、代謝研究：

2011 年 P. Hoet et al 的研究表示從咽頭噴入 0.82 mg/rat 氧化銻後，從剛開始血漿中銻濃度為 0.5 µg/L，第四天降至 0.13 µg/L，其後偵測到血漿中銻濃度慢慢上升，於 90 天達最高點，其後持續下降，到 120 天後分析血漿中銻平均濃度為 0.38µg/L，但肺、脾臟、腎臟及肝臟組織平均含銻量為 204.3、0.0155、0.0145、0.0082 µg/g wet weight，顯示氧化銻難溶且會長期影響的特性[26]。

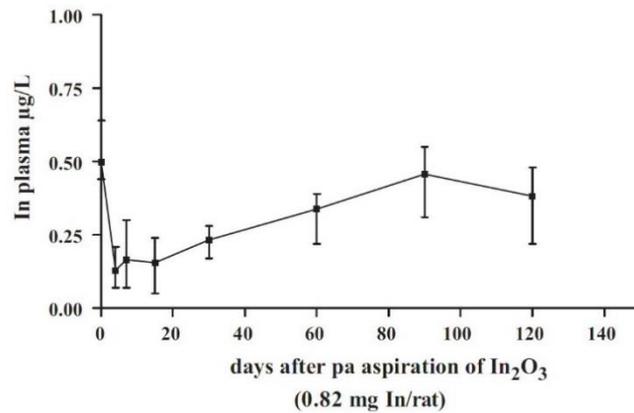


圖 10 咽喉噴入氧化銾後血漿中銾濃度變化

若使用溶解度極佳的氯化銾（InCl₃）進行腹膜內的（ip）試驗，則在暴露後那天血漿銾濃度達到 3,010 µg/L，其後迅速降低，接著緩慢下降到 120 天後分析血漿中銾平均濃度降至 59 µg/L（SD13），但肺、脾臟、腎臟及肝臟組織平均含銾量為 1.30、10.43、1.61、2.54 µg/g wet weight。對快速下降成份血漿銾半衰期 2.88 天。對緩慢下降成份血漿銾半衰期 60 天[26]。

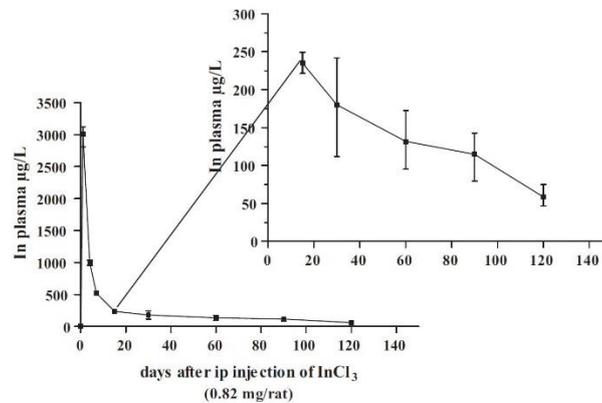


圖 11 腹膜內注入氯化銾後血漿中銾濃度變化

六、奈米顆粒造成的氧化壓力（ROS）對肺部細胞的影響：

2014 年，Monika Mesárosová 等人研究了幾種表面修飾能力的磁鐵礦奈米顆粒（磁性奈米顆粒）在 A549 人類肺癌上皮細胞和 HEL12469 人類肺纖維組織胚芽母細胞中會產生氧化壓力（ROS）。其中在 A549 人類肺癌上皮細胞發現顯著的 DNA 斷裂以及 GPx

活性的增加；並且在 HEL12469 人類肺纖維組織胚芽母細胞發現 SOD 活性的上升[27]。

七、銻作業防護之重要性：

Kristin J. Cummings 等人的研究中，勞工受雇前與受雇後相比，受雇後罹患肺病的比率增加約 4 倍。且產生的肺功能異常症狀與亞臨床上的銻肺病一致。過去的暴露和應對措施，並沒有做詳細說明；然而評估出新的預防方法是必要的。工作場所對於銻防護似乎已經產生了積極的動作，雖然影響不完全；但新的預防措施確實是必要的[28]。

第二節 相關人類流行病學研究

到 2011 年為止，全球一共有十例因暴露氧化銻錫或其他銻化合物而導致肺部病變甚至死亡的案例發生，包含日本 7 例、美國 2 例以及中國一例發生，其中日本及美國各有一名死亡案例發生，日本發生的第一個職場死亡案例，該位勞工為 27 歲的男性，於 1998 年發現病情，從 1994 至 1997 年，該位勞工從事 ITO 濺鍍靶濕式表面研磨作業，自 1998 年 1 月起因乾咳、夜汗、呼吸困難、及厭食（10 個月內體重減少 10 公斤）等因素，開始就醫。經一系列診斷（血液與胸部電腦斷層攝影）發現其肺部組織病變（T. Homma., 2003），並在其肺泡發現充滿紅血球細胞、纖維蛋白（fibrin）、膽固醇裂隙（cholesterol clefts）及細胞質內有著許多細微粒（fine particles）的巨噬細胞。其肺部的孔隙空間（interstitial spaces）滲透出許多淋巴球（lymphocyte）與血漿細胞（plasma cell），並且充斥著許多淋巴濾泡（lymph follicle）。在其肺部充滿許多細微粒，大部分細粒徑小於 1 μm 。該粉塵微粒經掃描式電子顯微鏡 X-Ray 光譜分析，發現為銻和錫之氧化物。判定為吸入氧化銻錫導致間質性肺炎（interstitial pneumonia），該勞工於 2001 年 4 月因兩側氣胸（bilateral pneumothorax）過世。美國 1 例死亡為肺泡性蛋白質蓄積（PAP），所幸目前台灣尚未發現有銻暴露而產生相關傷害案例的發生[1]。

2002 年 Chonan et al 曾於日本某一銻加工廠對其可能因暴露銻化合物而導致間質性肺部疾病的勞工做一橫斷式的流行病學調查，此調查對象為 108 名男性勞工（其中 27 位為曾經暴露之離職員工）與 38 位未暴露之行政職員進行檢查，包括：血清中銻濃度、HRCT、肺部功能、及血清中 KL-6 免疫檢查等項目。其中有 23 名勞工在 HRCT 的

觀察下發現其肺間質產生變化，並有 40 名勞工的血清中 KL-6 的值也增高，而且也顯示 HRCT 所觀察到的肺部組織變化與血清 KL-6 (Krebs von den Lungen-6) 的值是有相關性的。研究顯示，仍處於暴露或曾經暴露錳的勞工，血清中錳濃度和其他肺部病變指數皆高於未暴露員工，平均血清錳濃度 20 倍於未暴露員工之平均血清錳濃度(暴露 $7.8 \pm 4.3 \mu\text{g/L}$ ，曾暴露 $8.3 \pm 4.4 \mu\text{g/L}$ ，未暴露 $0.3 \pm 2.6 \mu\text{g/L}$)。並且處理表面研磨作業之勞工相較於其他仍處於暴露或曾經暴露於錳的勞工有較高的肺部病變指數。該廠的 8 個作業區域作業環境測定顯示，空氣中錳幾何平均濃度範圍為 $0.01\text{-}0.05 \text{ mg/m}^3$ (我國以錳計容許暴露標準為 0.1 mg/m^3) [2]。

此外 Hamaguchi et al 於 2003 年 12 月至 2004 年 2 月至 2 家製造 ITO 的工廠和 2 家 ITO 回收廠，針對工廠內 186 名勞工進行研究調查，包括：血清中錳濃度、高解晰度胸部電腦斷層攝影、肺部功能、及血清中 KL-6、SP-D、SP-A、及 CRP 免疫檢查等項目。研究顯示，仍處於暴露或曾經暴露於錳 93 位的勞工，平均血中錳濃度及其他肺部病變指數皆高於 93 位未暴露勞工，其中血清中錳濃度超過 30 倍 (暴露 $8.25 \pm 4.55 \mu\text{g/L}$ ，未暴露 $0.25 \pm 2.64 \mu\text{g/L}$) [5]。

在韓國的一項流行病學研究，Sungyeul Choi 等人發現較高的血清中錳和高分子量的糖蛋白 (KL-6) 數量與 HRCT 檢測到的肺間質改變有關。其中高血清中錳含量 ($> 3\mu\text{g/L}$) 的勞工有更長時間的暴露，且 HRCT 檢測到肺間質改變的高發病率。也觀察到在血清中錳的最高四分位數，其高分子量糖蛋白 (KL-6) 和表面活性蛋白-D (SP-D) 的數值顯著高於最低四分位數。其顯著的劑量與效應關係存在於血清中錳數值和 KL-6 數量、SP-D 數量與 HRCT 檢測到肺間質改變的發病率之間[29]。

日本調查也發現離職勞工比現職勞工有更高的平均血中錳濃度，這更可以證實專家所提出的結論：氧化錳錫在肺中具有劑量累積效應，並且指出氧化錳錫在肺部幾乎不會排除與溶解，可在人體肺部累積數年之久 (D. Lison et al., 2009) [20]。依照目前的研究中，氧化錳錫可能在體內已會存在長達 10 年之久，但是這只是推估的數據，真正確切的體內代謝時間目前尚未有具體的數據可以證明[5]。

資料顯示日本針對 13 廠進行胸部 CT 檢查，發現兩個肺癌病例，與日本的一般居民統計並無不同。最近有新增一例肺癌，但因為樣本數太少，目前尚無法判斷其因果關係。

2011 年 Cummings 利用 67 位暴露銻作業勞工 2002-2010 年度醫療檢查記錄，發現有肺功能異常現象，FEV1 有 34%，且都是在 2007 年以前被雇用者，顯示長期暴露對肺部之影響[7]。

發生的第二例職場案例，該位勞工為 30 歲男性，於 2002 年發現病情和 2005 年報導。此勞工自 1994 至 1998 年從事 ITO 濺鍍靶濕式表面研磨作業。於 1997 年起有乾咳、呼吸困難（Exertional dyspnea）症狀，於 2002 年 1 月就醫，被醫生診斷為輕微肺部支氣管周邊纖維化，此勞工血中銻濃度為 51 $\mu\text{g/L}$ ，其症狀尚未發展成氣胸，並且已治癒。表 3 為近年來發生之案例

表 3 表 1 所列之銻相關案例所導致的疾病結果

年齡	年資	作業內容	血中銻濃度 ($\mu\text{g/L}$)	結果	資料出處
27	3	濕式研磨	290	2011 氣胸死亡	[1]
30	4	濕式研磨	51	肺纖維化及肺氣腫	[2]
31	12	研磨	40	肺部組織病變	[3]
39	12	研磨	127	肺部組織病變	[3]
28	8	研磨	99	氣胸	[3]
43	5	手工作業	65	肺部組織病變	[4]
47	20	靶材製作	92	肺部組織病變	[5]
49	9m	氫熔爐操作	>REL	2006 PAP 死亡	[7]
39	9m	ITO 部門	>REL	PAP	[7]
29	22m	手機 ITO 噴灑	151.8	PAP	[8]

根據上述病例與調查報告，推論懷疑我國可能銻暴露職場場所為 ITO 濺鍍靶製造廠、LED、智慧型手機、薄膜太陽能電池廠、TFT-LCD 製造廠、ITO 回收廠、及廢棄物回收廠（CRT 和 TFT-LCD 螢幕含有 ITO）。其中 TFT-LCD 製造廠中使用 ITO 多在密閉的物理氣相沈積艙（PVD）中，勞工直接暴露的可能性低，但在進行預防性維護，維修人員進行 ITO 濺鍍靶表面修整研磨作業（乾式研磨）時，會暴露於 ITO 粉塵中，且因為各廠研磨的方式不同，將產生不同粒徑之粉塵，若無適當個人防護，可能藉由呼吸途徑將吸入含銻之粉塵進入人體肺部，導致肺部傷害之可能性大增。

銻同時因其低熔點（156.6 $^{\circ}\text{C}$ ），常用於濺鍍靶與背板黏著時的銲料，在高溫下將有銻金屬煙產生，若無適當防護，將會經呼吸途徑進入人體。此外，ITO 濺鍍靶回收廠和廢棄物回收廠（CRT 和 TFT-LCD 螢幕含銻化合物），在粉碎 ITO 濺鍍靶或螢幕

時，作業勞工如無適當防護，含錫化合物粉塵可能會經呼吸途徑進入人體。

目前我國是使用大量 ITO 製造相關產品的大宗國家之一，但至今仍缺乏實際職場 ITO 暴露背景資料，職場勞工可能暴露於 ITO 環境中，而未佩帶適合有效的個人防護具，且現階段對勞工之健康危害風險仍然未知。

本所近年來的調查及分析結果顯示 ITO 確實已對工作者產生不同程度的影響，圖 12 及圖 13 資料顯示即使作業人員暴露於低濃度，若無適當防護具，長期下暴露者會隨年資其血清及尿液中的錫有愈來愈高的趨勢，表示此類物質的累積及不易代謝的特性，對作業人員的身心將有長期的影響，根據文獻資料顯示錫的半衰期可達 60 週或更多 (K. Yamazaki et al., 2000) [21]，日本調查也發現離職勞工比現職勞工有更高的平均血中錫濃度 (Taguchi and Chonan, 2006) [3]，這更可以證實專家所提出的結論：氧化錫在肺中具有劑量累積效應，並且指出氧化錫在肺部幾乎不會排除與溶解，可在人體肺部累積數年之久 (Dominique Lison et al., 2009[20]; Hamaguchi et al., 2008 [5])。依照目前的研究中，氧化錫可能在體內已會存在長達 10 年之久，但是這只是推估的數據，真正確切的體內代謝時間目前尚未有具體的數據可以證明。

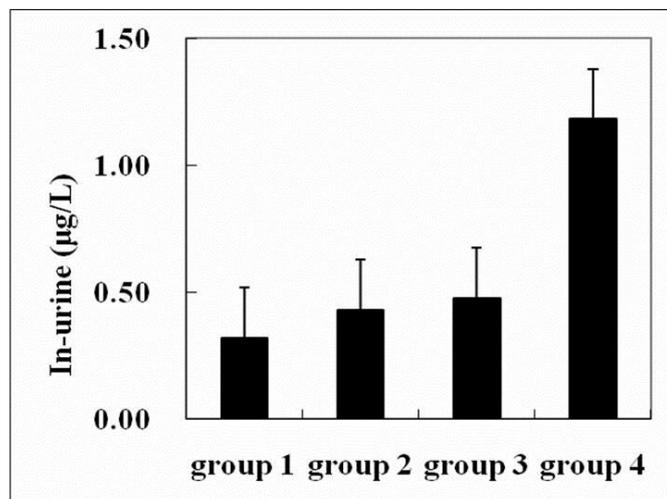


圖 12 暴露組的勞工作業年資與尿液中錫濃度之關係圖

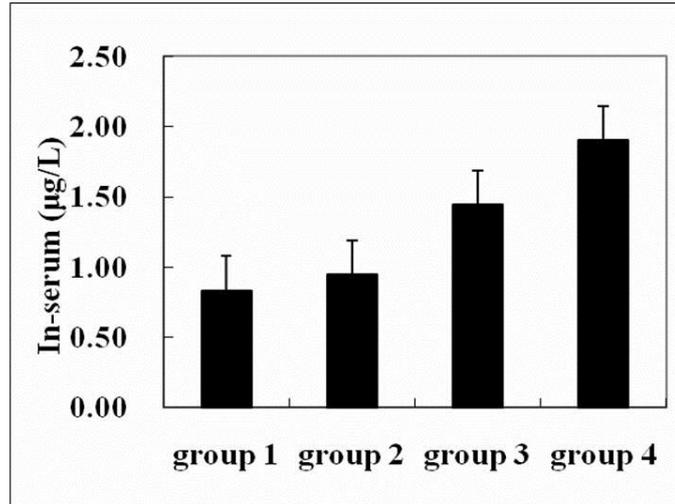


圖 13 暴露組的勞工作業年資與血清銻濃度之關係圖

至於抗氧化能力的影響，從圖中可以發現勞工的抗氧化酵素 GPx、GST、SOD 活性與暴露作業年資皆一致呈現先上升後下降的趨勢（圖 14），綜合氧化銻錫會有累積效應的結果，我們根據去年及前年的結果推論因為國內暴露氧化銻錫劑量並沒有非常的嚴重，所以才導致暴露組的酵素活性無產生顯著性的變化。換句話說，氧化銻錫進入肺中後劑量開始產生累積、自由基濃度開始逐漸升高，而體內的抗氧化酵素需求增高活性亦相對提高許多，目的在於消去漸漸升高的自由基。由於暴露時間不長所累積的劑量不高，所以在低劑量所產生的自由基，並不會導致抗氧化酵素活性的下降；但隨著暴露時間越久，長期的累積導致劑量升高，高濃度外來物質造成產生的自由基濃度逐漸超過體內能夠負荷的濃度，在這個時候氧化銻錫的影響才真正開始，體內的抗氧化酵素幾乎被外來物所產生的大量自由基消耗，達到供不應求的狀態並且形成氧化壓力傷害酵素的活性，此時體內酵素活性因受到氧化壓力的影響開始明顯下降（圖 14），最終會導致酵素完全失效使人體毫無抗氧化劑與自由基產生平衡，自由基就會攻擊體內的 DNA 且造成氧化性傷害與脂質過氧化傷害。

根據以上研究資料，我們推論氧化銻錫會長期存在肺中並且具有累積效應，在過去其他專家的老鼠的研究我們也可以知道吸入後的燒結氧化銻錫在肺中幾乎難以清除。我們推論氧化銻錫進入人體肺部之後在短時間內不會進行清除，微粒殘留在肺中藉由巨噬細胞吞噬作用產生過氧化氫，過氧化氫與未被吞噬的微粒進一步進行類似費頓反應產生氫氧自由基傷害人體[20]。

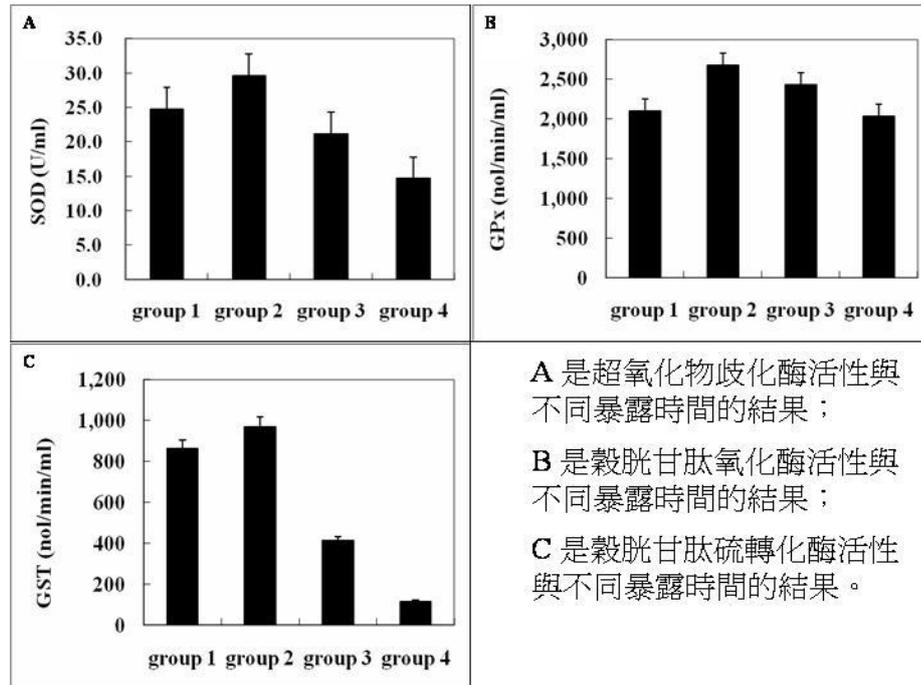


圖 14 暴露組的人體抗氧化能力與暴露年資變化圖

先前的體內試驗研究中提到，在老鼠體內 ROS 未參與毒性的反應。但是在我們的結果中我們可以看到氧化銻錫可能會產生 ROS，短時間的影響是會造成人體內的 8-OH-dG 略為升高，並且導致體內的抗氧化酵素含量升高。長時間的影響則是累積效應影響，體內的氧化銻錫累積到高劑量時，所產生的大量自由基會造成體內的抗氧化酵素活性逐漸下降。

依照反應性含氧物種之生成方式可分為外生性(非細胞內)以及内生性(細胞內)。研究多針對於體內經由化學物質誘發產生反應性含氧物種而對細胞和生物體的影響。職業暴露結晶型游離二氧化矽與肺纖維化及肺癌具有關聯性，且知結晶型游離二氧化矽表面與肺細胞作用會直接產生毒性及自由基[30]。近年來有關 ITO 研究也顯示與結晶型游離二氧化矽相同情況的可能性，值得我們更積極研究。

第三章 研究方法及步驟

第一節 研究架構

本年度選取生產、使用與回收銻、氧化銻、氧化錫等之事業單位為追蹤與研究對象，研究架構分項描述如下，各項工作詳如圖 15：

- 一、訪視我國使用銻及氧化銻錫之相關行業及作業場所。
- 二、問卷調查：對 ITO 應用廠商員工調查勞工工作期間之時間活動模式，勞工職業暴露史與現況作業環境調查。
- 三、生物偵測：對 ITO 應用廠商員工進行尿液及血液採集，分析尿液及血液中銻濃度、脂質過氧化傷害、反應性含氧物質暴露指標之生化檢測。
- 四、作業環境區域及個人暴露調查：總粉塵及可呼吸性粉塵作業環境測定、多階段粉塵濃度（Marple）及 IOM 採樣。
- 五、對曾參與本研究之血及尿液中銻濃度異常者進行追蹤調查。

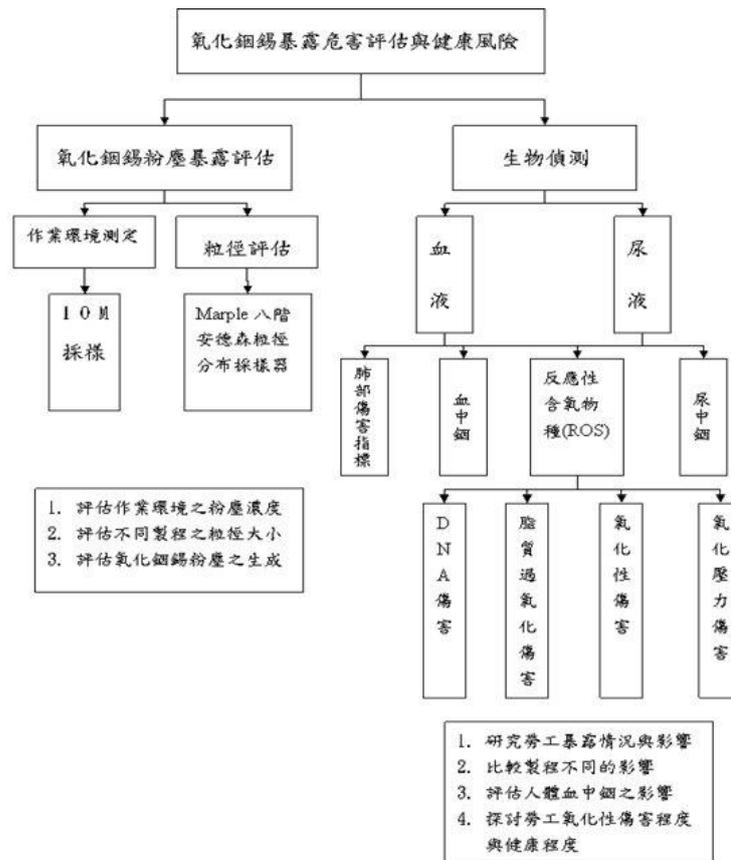


圖 15 研究架構

第二節 研究方法與步驟

一、ITO 相關產業資料收集：

- (一) 對於參與本計畫之廠商需進行背景資料調查，包括產品種類、產量、製程、廠內作業區域配置、自動化程度、員工數、員工工作史、員工年齡、性別、年齡等一般背景資料收集。此部份可透過初次現場訪視等詢問方式完成資料收集。
- (二) 利用資訊網路查詢、收集及整理國外與生產與使用有關銻、氧化銻、氧化錫等之工廠之安全衛生調查結果，並收集各相關行業之相關研究成果，以建構此類型工廠中污染物種類、濃度與暴露情形資料。

二、作業環境偵測：

(一) 空氣採樣點的選擇：

首先需將工廠類型予以分組，如生產 ITO 及使用 ITO 等類型工廠，分別對於勞工暴露較多之區域及有粉塵產生之虞者，選定適當之採樣點。

(二) 總粉塵及可呼吸性粉塵採樣：

1. 採樣介質：總粉塵以 37 mm 混合纖維素酯濾紙 (0.8 μm)、可呼吸性粉塵以旋風分徑器及 37 mm 混合纖維素酯濾紙作為採樣介質。
2. 採樣流速：組合好採樣器及泵浦 (Gillian)，並作採樣前流速校正，總粉塵採樣將採樣泵浦流速調至 2.1 L/min，可呼吸性粉塵以旋風分離器採樣，將採樣泵浦流速調至 2.1 L/min。

(三) IOM 個人採樣：

1. 採樣設備：使用 IOM 個人可吸入性氣膠採樣器 (SKC 公司，USA)，採樣入口直徑為 15 mm，佩戴時開口處水平朝向佩戴者胸部外側；採樣器外部構造為直徑約為 30 mm，高度約為 15 mm 的圓筒狀體，採樣器體內部裝入一塑膠製的採樣濾紙匣，裡面放置直徑為 25 mm 且截取粒徑為 5 μm 的 MCE 濾紙，並使用高流量個人採樣泵，採樣流率為 2 L/min，採集顆粒之粒徑範圍：100 μm 以下。

2. 器材準備：採樣前會先將所需之 MCE 濾紙放入防潮箱中保持恆溫恆濕（25℃，50%）一天後取出，以六位數電子天平秤重並記錄數據，本實驗秤重三次取其平均，三次誤差不超過 0.000005 g，秤重前會先以靜電消除器將靜電除去避免靜電影響濾紙重量，隨即置入採樣器中避免汙染。連接高流量個人採樣泵後進行流率校正，流率設定為每分鐘 2 公升，校正完畢後將採樣器入口以石蠟膜密封，避免顆粒或其他物質進入採樣器中，並放入密封盒中以便帶入現場採樣。
3. 採樣策略：採樣時間為該製程的作業時間（面板廠約為 1-2 小時，靶材廠約為 6-8 小時），每個製程我們請採樣當天進行作業的三位勞工佩戴 IOM 採樣器，採樣器掛於勞工的領口上，約在其呼吸區附近，且開口面向口鼻方向。為了避免干擾勞工作業，我們在將採樣器佩戴在勞工身上的同時就直接將幫浦開啟，收取時亦同。採樣結束後將採樣入口以石蠟膜封住以避免人為以及其他環境因素汙染，並收集於儲存箱中攜入實驗室進行後流率校正及濾紙後秤重。

(四) 多階粒徑粉塵分析 (Marple) 採樣：

1. 採樣設備：本研究利用八階階梯衝擊式採樣器 (Marple cascade impactor, Thermo Anderson Inc., Smyrna, GA, USA) 採集氧化銻錫粉塵粒徑分布樣本，採樣流率為 2 L/min。其內部構造包括入口層（直徑為 30 mm，10 porew per inch (ppi)，厚度為 12.5 mm）、其中八階衝擊板（ $d_{50}=21.3、14.8、9.8、6.0、3.5、1.55、0.96、0.52、0.1 \mu\text{m}$ ）及一底濾紙層。各階層衝擊板及底階濾紙層之採樣介質為截取粒徑 0.5 μm 之 PVC 濾紙並搭配高流量個人採樣泵。
2. 器材準備：每次採樣前皆將採樣器分解進行超音波震盪清洗及使用酒精擦是以除表面可能沾黏之油漬或灰塵。採樣前會先將所需之 PVC 濾紙放入防潮箱中保持恆溫恆濕（25℃，50%）一天後取，以六位數電子天平秤重並記錄數據，本實驗秤重三次取其平均，三次誤差不超過 0.000005g，秤重前會先以靜電消除器將靜電除去避免靜電影響濾紙重量，隨即至入採樣器中避免汙染。連接高流量個人採樣泵後進行流率校正（2 L/min），校正完畢後將採樣器入口以石蠟膜密封，並放入密封盒中以便帶入現場採樣

3. 採樣策略：由於粒徑大小會影響不同之人體吸入程度與沉降位置，因此利用不同粒徑大小的採樣方是以推估勞工健康相關的粉塵暴露濃度。採樣時間為該製程的作業時間（面板廠約為 1-2 小時，靶材廠約為 6-8 小時），採樣器掛於採樣架上，高度約為 1.5 m，接近勞工呼吸帶附近，將採樣器開口朝向前方，為了避免流場導致某方向的採樣器高估或低估，因此一個採樣點我們使用三台 Marple 進行比較，最後取其平均值作圖。採樣器架設完畢後統一起動幫浦進行採樣，以比免採樣時間不同導致分流場之影響，採樣結束後將採樣入口以石蠟膜封住以避免人為汙染，並收於儲存箱中攜帶實驗室進行流率校正及濾紙後秤重。

三、生物偵測：

- (一) 研究對象的選取：生產與使用鈮及 ITO 過程中勞工會暴露在金屬粉塵等危害下，因此本計畫將研究對象選擇為該廠參與 ITO 實際作業勞工（暴露組）與行政員工（對照組），並對於以上勞工進行血液及尿液中反應性含氧物質暴露指標分析及血液中脂質過氧化程度指標分析，評估勞工健康影響。
- (二) 問卷設計與調查：（如附錄一與二）
 1. 員工時間活動模式調查：根據員工之每日工作時間分佈，如整日位於不同工作地點之工作時數、工作內容、有無使用防護具、休息地點、時間等分佈，針對勞工不同工作地點暴露來評估採樣位置，並進行職業暴露之時間（採樣時間）與採樣地點結果的加權來呈現作業現場危害暴露情況。
 2. 勞工暴露史與現況調查：資料部分包括個人身高、體重、BMI、教育程度、抽煙、喝酒、居住地區環境特性、工作歷史如工作職稱、工作年限、工作性質、職位輪調歷史、輪班情形等資料。
- (三) 對於可能鈮暴露之行業及作業場所之勞工進行生物偵測暴露調查：為瞭解作業環境中之作業人員的鈮或 ITO 的內在劑量暴露濃度及勞工健康危害風險，本計畫針對可能鈮之暴露族群及辦公室人員（非或低暴露族群）為研究對象，進行血液及尿液等檢體採樣，針對血清鈮濃度、尿液鈮濃度、尿液 8-OH-dG 分析、及尿液肌酸酐等項目進行分析，藉以評估勞工鈮內在暴露劑量與發炎免疫指標蛋白等情形。

(四) 採樣與分析：

1. 血液與尿液採樣在靶材廠是選擇早上上班前進行，由於研究是長期銻暴露影響，主要關鍵係探討血清中銻濃度與各指標之關係，並不需選擇週一或週五，另面板廠同樣也是利用早上交班時進行採樣。

2. 血液採樣：銻金屬濃度、發炎免疫指標蛋白、脂質過氧化分析。

血液採集以靜脈抽血針先插入手肘內側之靜脈中，再以紫頭真空採血管（內加入 EDTA）及紅頭真空採血管各抽取 10 mL 之靜脈血。血液取得之後，將紫頭真空採血管分裝移出 1 ml（內加抗凍劑）全血樣本作為 TMOM 分析，其餘血液則以 3,000 rpm 進行離心，分離出 plasma 做為抗氧化活性指標分析用途。隨後，將靜置 1 小時後之紅頭真空採血管以 5,000 rpm 進行離心後，取其上層血清部分作為銻金屬濃度分析、免疫蛋白指標分析用途，並即時以冰桶收藏，運送回實驗室後冰存於-78°C 等待分析。

3. 尿液採樣：銻金屬濃度分析、尿液 8-OH-dG 分析及肌酸酐分析。

每一個員工發放一個塑膠杯及一個 500 mL 的塑膠瓶（事前需先清洗之有蓋聚乙烯塑膠瓶容器並事先製備好標籤），請每位參加本計畫之勞工於採血時，將尿液樣本繳回給工作人員。尿液置於冰桶中（約 0-4°C），帶回實驗室即以-20°C 進行冷凍收藏以備進行分析。

(1) 尿液中 8-OH-dG 分析：取尿液樣本 500 μ L，加入 500 μ L 去離子水稀釋後，加入 20 μ L 15N-8-OH-dG 內標準品後。以連線固相萃取裝置搭配 LC/MS/MS 進行分析。

(2) 尿液中肌酸酐分析：委託中山醫學大學健康科技中心以 HPLC 進行分析。

(五) 血液及尿液中銻金屬濃度分析：

1. 血液消化：將血清置於室溫解凍，取 0.5 mL 血清、0.25 mL 30% 過氧化氫及 2.5 mL 68% 超純硝酸加入微波消化管中。不封蓋於抽氣櫃靜置 15 分鐘（預消化樣品）。以 400W 100% 功率，在 15 分鐘內升溫至 200°C，在 200°C 維持 15 分鐘，以完成消化。靜置 20-30 分鐘冷卻後，再取出消化後樣品溶液。將消化後樣品溶液倒入 10 mL 定量瓶，為避免離心管中的待測元素漏失，須用少許去離子水沖洗，再將此溶液倒入 10 mL 定量瓶，如此重複 2~3 次。取銻 10

$\mu\text{g/L}$ 溶液 $100\ \mu\text{L}$ 加入 $10\ \text{mL}$ 定量瓶以作為內標，再以去離子水定量至 $10\ \text{mL}$ ，再將量瓶內溶液以 $0.45\ \mu\text{m}$ 濾紙過濾後等待分析。

2. 檢量線與品管樣品：以微量吸管取 $1,000\ \text{mg/L}$ 的銻標準溶液 $50\ \mu\text{L}$ ，加入於 $50\ \text{mL}$ 定量瓶中，以 17% 硝酸溶液稀釋至刻度，配成 $1\ \text{mg/L}$ 的銻儲備溶液 1 號。以微量吸管取 $1\ \text{mg/L}$ 的銻儲備溶液 1 號 $50\ \mu\text{L}$ 加入於 $50\ \text{mL}$ 定量瓶中，再取銻 $10\ \mu\text{g/L}$ 溶液 $500\ \mu\text{L}$ 加入，最後以 17% 硝酸溶液定量至刻度，配成 $1\ \mu\text{g/L}$ 的銻儲備溶液 2 號（含有銻 $0.1\ \mu\text{g/L}$ 以作為內標）。加入適量的儲備溶液於 $50\ \text{mL}$ 定量瓶中，以 17% 硝酸溶液稀釋調配檢量線中的各個濃度，檢量線濃度範圍為 $0.01\sim 4\ \mu\text{g/L}$ ，檢量線溶液需每日配製。以銻的濃度對銻強度與銻強度之比值繪製檢量線，確認檢量線之線性相關係數是否達到 0.995 。
3. 方法空白分析：主要在於確認待測樣品是否於樣品分析過程中遭受污染，每批次樣品至少執行行一個方法空白分析，空白分析值可接受標準應小於或等於二倍方法偵測極限。
4. 以第二來源之銻、錫標準溶液，由另一位研究人員配置檢量線範圍內之濃度任 2 點，以做為分析品保確認（QA），誤差需在 10% 以內。每隔 10 個樣品，測試一次標準品以檢查儀器的狀況是否穩定，以做為分析品管確認（QC）。當計算濃度時，分析所得濃度需在乘上稀釋倍數（ $10\ \text{mL}/0.5\ \text{mL}=20$ 倍）。
5. 尿液消化：取 $200\ \mu\text{L}$ 尿液樣本，並添加 $2\ \text{mL}$ 的 65% 硝酸置於三角錐瓶，其後進行微波消化。將消化完畢之樣本，利用去離子水定量至 $2\ \text{mL}$ ，並添加 $20\ \mu\text{L}$ 之 $1,000\ \text{ppm}$ palladium 基質修飾劑後，隨即上機分析。
6. 金屬分析：利用感應耦合電漿質譜儀（ICP-MS）進行分析。

(六) 血液 DNA 傷害（Comet assay）及脂質過氧化（MDA）分析：

1. Comet assay 分析：將加有抗凍劑之血液樣品由 -80°C 冰箱中取出於室溫下解凍，於 $25\text{-}30^\circ\text{C}$ 下，取 $150\ \mu\text{L}$ 1% nonmelting-point agarose（NMA）於載玻片上，等其凝固再取 $130\ \mu\text{L}$ 之 1% low-melting-point（LMP）與 $50\ \mu\text{L}$ 全血混合物於載玻片上，凝固後加 $150\ \mu\text{L}$ 1% nonmelting-point agarose（NMA），蓋上蓋玻片於冰溫下固化，放入 4°C cold-lysing solution 1 小時後，

於電泳液中（300 mM NaOH and 1mM Na₂ EDTA）浸泡與分離後，以 0.4 M Tris-HCl buffer（pH=7.4）中和，最後以螢光顯微鏡觀察照相後，以電腦軟體（Image Pro Plus software（Media Cybernetics, USA）計算其拖尾程度，其方法如下：Tail moment (TMOM) = TDNA (% of DNA in tail) × TDx (tail distance)。

2. 脂質過氧化反應 (MDA)：取 0.25 mL 血漿，加入 25 μL 0.2% butylated hydroxytoluene (BHT) 及 12.5 μL 10N NaOH，於 60°C 下 100 rpm 水浴 30 分鐘，再加入 1.5 mL 0.44 mol/L H₃PO₄ 置於冰浴 10 分鐘，以 2,300 rpm 離心 10 分鐘，取上清液 1 mL 放入褐色離心管中，再加入 0.5 mL 0.6% TBA，於 95°C 下反應 30 分鐘，冷卻後加入 1.5 mL butanol，取上清液以 HPLC-ECD (C-18 (4.6×150mm) column fitted with a guard and eluted at 1 mL/min by using 65% (v/v) 50 Mm KH₂PO₄-KOH and 35% (v/v) methanol) 分析之。
3. 血液麩胱甘肽過氧化酵素分析 (Glutathione peroxidase, GPx)：GPx 活性分析採用商業分析套組 (Glutathione peroxidase assay kit, Cayman, Ann Arbor, MI, USA)。

首先先建立未含 GPx 之標準吸光值曲線，並計算得知其每分鐘吸光值之變化 (ΔA₃₄₀/min)。將 Assay buffer (50 mM Tris-HCl, pH 7.6, 含有 5 mM EDTA)、50 μl 之 Co-substrate mixture (含有 NADPH、Glutathione 及 Glutathione reductase 之乾燥粉末)、Cumene hydroperoxide 20 μl 以及 20 μl 樣本置於 96 孔盤混合均勻，立刻以螢光偵測儀在 340 nm 波長下觀察吸光值減少的速率。計算方式如下：

$$\Delta A_{340} / \text{min} = \frac{A_{340}(\text{Time2}) - A_{340}(\text{Time1})}{\text{Time2}(\text{min}) - \text{Time1}(\text{min})}$$

$$\text{GPx Activity} = \frac{\Delta A_{340} / \text{min}}{0.00373 \text{M}^{-1}} \times \frac{0.19 \text{ml}}{0.02 \text{ml}} \times \text{Sample dilution} = \text{nmol} / \text{min} / \text{ml}$$

4. 血液穀胱甘肽硫轉化酶分析 (Glutathione S-Transferase, GST)：GST 活性分析採用商業分析套組 (Glutathione peroxidase assay kit, Cayman, Ann Arbor, MI, USA)。

在 96 空盤中加入 150 μL Assay Buffer (含 0.1% Triton X-100 之 100 mM

potassium phosphate, pH 6.5)、20 μ L Glutathione 20 μ L plasma 及 10 μ L CDNB，混合均勻。以螢光偵測儀在 340 nm 波長下觀察吸光值減少的速率。計算方法如下：

$$\Delta A_{340} / \text{min} = \frac{A_{340}(\text{Time}2) - A_{340}(\text{Time}1)}{\text{Time}2(\text{min}) - \text{Time}1(\text{min})}$$

扣除掉 background ΔA_{340} 的數值。

$$GST \text{ Activity} = \frac{\Delta A_{340} / \text{min}}{0.00503 \mu\text{M}^{-1}} \times \frac{0.2 \text{ ml}}{0.02 \text{ ml}} \times \text{Sample dilution} = \text{nmol} / \text{min} / \text{ml}$$

5. 血液超氧化物歧化酵素分析 (Superoxide Dismutase, SOD)：SOD 活性之分析使採用商業分析套組 (Superoxide Dismutase Assay Kit, Cayman, Ann Arbor, MI, USA)。

首先建立 SOD 之標準活性曲線。將 Radical Detector 200 μ l、Xanthine oxidase 20 μ l 與 10 μ l 樣本添加至 96 孔盤內，均勻混合後置於室溫下搖晃培養 20 分中，以螢光偵測儀在 450 nm 波長下觀察吸光值之減少速率。吸光值可依據 SOD 之標準活性曲線計算出 SOD 之活性。

四、分析統計 (統計結果以 $p < 0.05$ 代表具有統計上的意義)：

- (一) 單變項分析 (Univariate analysis)：對於勞工之職業暴露情形、勞工使用防護具情形、勞工年紀、勞工暴露時間長短等，可設計出一暴露評估指標 (exposure index)，依據暴露評估指標分組後，可代表其暴露濃度之高低，此外依據其他環境測定與生物偵測資料進行分組後，亦可分別就其健康危害之檢測資料進行檢定。
- (二) 多變項分析：可以以相關性分析 (correlation) 與回歸分析 (Regression) 進行之，包括空氣中粉塵濃度與血液、尿液之關係性分析，根據其結果可知何種工作型態對於體內暴露劑量之貢獻累積情形及何種污染物對於不同健康危害之貢獻量，此時可進行如生化檢查值及工作相關因子之複回歸分析，其結果將可用來評估及計算此類型工廠之危害暴露、職業暴露等因子對於勞工體內所表現出生化檢查值之貢獻量為何。

第四章 結果與討論

第一節 執行成果

除對過去採樣之兩家氧化銻錫濺鍍靶製造廠及一家液晶顯示器面板製造廠進行追蹤訪視與採樣及增加過去未曾參與調查之事業單位與暴露作業人員，總計完成 ITO 使用廠商之作業員工 224 人之問卷調查及生物檢體採樣，區域及個人銻暴露調查及作業環境粉塵粒徑與濃度調查，本研究執行項目及完成數量如表 4：

表 4 執行項目完成數量統計

執行項目	內容	預定完成	完成
問卷訪問調查	健康問卷、暴露史、勞工活動模式	200 份	224 份
區域及個人暴露調查	作業環境測定（總粉塵、可呼吸性粉塵）	8 廠次	11 廠次
氧化銻錫作業環境粉塵粒徑與濃度分析	多階粒徑粉塵分析（Marple）採樣分析	8 廠次	10 廠次
	可吸入性粉塵（IOM）採樣分析	8 廠次	10 廠次
生物效應偵測	尿液分析 8-OH-dG（含 creatinine）	200 個	200 個
	血液分析 MDA	200 個	200 個
	血液分析 TMOM	200 個	200 個
	血液分析 SOD	200 個	200 個
	血液分析 GPx	200 個	200 個
	血液分析 GST	200 個	200 個
	血液銻分析	200 個	224 個
	尿液銻分析	200 個	224 個

銻或 ITO 相關工作場所勞工主要以男性為主，辦公室或其他未暴露 ITO 者的對照

組，也儘量都以男性為採樣對象。其中本所調查訪視事業單位如下：

一、氧化銻錫濺鍍靶製造廠：

(一) A 公司；

(二) B 公司；

(三) F 公司。

二、液晶顯示器面板製造廠：

(一) D 公司；

(二) E 公司。

三、氧化銻錫靶材回收與製造廠：

(一) G 公司。

第二節 銻作業場所總粉塵與可呼吸性粉塵作業環境測定

本年度共計完成 11 廠次的區域及個人銻暴露調查，其中除包含持續追蹤的銻主要使用事業單位：氧化銻錫濺鍍靶製造廠、液晶顯示器面板製造廠及氧化銻錫靶材回收與製造廠，另外於本年度暴露調查中再分別新增一間氧化銻錫靶材製造廠與液晶顯示器面板製造廠的區域及個人銻暴露，作業環境測定結果如下列表中。

表 5 液晶顯示器面板製造廠作業環境測定結果

採樣型態	空氣中銻濃度	液晶顯示器面板製造廠			
		D 公司 (3 廠次)		E 公司 (2 廠次)	
		總粉塵 (mg/m ³)	可呼吸性粉塵 (mg/m ³)	總粉塵 (mg/m ³)	可呼吸性粉塵 (mg/m ³)
個人採樣	採樣點數	9	5	11	11
	平均值	0.908	0.330	0.037	0.004
	標準差	0.764	0.250	0.030	0.002
	最大值	1.885	0.703	0.109	0.006
	最小值	0.005	0.011	0.002	0.001
區域採樣	採樣點數	26	28	12	12
	平均值	0.224	0.102	0.003	0.001
	標準差	0.497	0.179	0.002	0.002
	最大值	1.811	0.660	0.007	0.005
	最小值	0.001	0.001	0.00024	0.00024

表 6 氧化銻錫濺鍍靶製造廠作業環境測定結果

採樣型態	空氣中銻濃度	氧化銻錫濺鍍靶製造廠					
		A 公司		B 公司		F 公司	
		總粉塵 (mg/m ³)	可呼吸性粉塵 (mg/m ³)	總粉塵 (mg/m ³)	可呼吸性粉塵 (mg/m ³)	總粉塵 (mg/m ³)	可呼吸性粉塵 (mg/m ³)
個人	採樣點數	11	11	3	3	9	9
	平均值	0.019	0.009	0.012	0.003	0.014	0.014
	標準差	0.010	0.006	0.013	0.001	0.013	0.009
	最大值	0.033	0.018	0.027	0.004	0.048	0.029
	最小值	0.006	0.002	0.004	0.003	0.005	0.001
區域	採樣點數	14	13	11	11	11	11
	平均值	0.008	0.003	0.003	0.001	0.027	0.015
	標準差	0.011	0.002	0.003	0.001	0.059	0.027
	最大值	0.043	0.008	0.009	0.002	0.203	0.095
	最小值	0.0002	0.001	0.0003	0.0003	0.0004	0.0002

表 7 氧化銻錫靶材回收與製造廠作業環境測定結果

採樣型態	空氣中銻濃度	氧化銻錫靶材回收與製造廠 G 公司					
		回收精煉廠		粉末製造廠		氧化銻錫靶材製造廠	
		總粉塵 (mg/m ³)	可呼吸性粉塵 (mg/m ³)	總粉塵 (mg/m ³)	可呼吸性粉塵 (mg/m ³)	總粉塵 (mg/m ³)	可呼吸性粉塵 (mg/m ³)
個人	採樣點數	8	8	8	8	12	12
	平均值	0.890	0.188	0.858	0.536	0.171	0.017
	標準差	1.649	0.347	0.975	0.685	0.324	0.024
	最大值	4.017	0.823	2.510	1.935	0.968	0.092
	最小值	0.002	0.0004	0.070	0.052	0.009	0.002
區域	採樣點數	12	12	16	16	13	13
	平均值	0.632	0.183	1.004	0.489	0.091	0.011
	標準差	1.009	0.274	1.810	0.862	0.268	0.018
	最大值	2.280	0.610	5.672	3.109	0.983	0.069
	最小值	0.001	0.0002	0.011	0.003	0.001	0.0004

調查結果顯示，顯示器面板製造廠各廠已設置之作業機台空間配置及 PM 方法各不相同，液晶顯示器面板製造廠的預防性維護（PM）是在開放空間中直接進行乾式研

磨濺鍍靶，雖然有臨時性的塑膠帷幕包圍作業區域，和機台其他區域隔離，但也造成研磨濺鍍靶所產生的粉塵無處排出，因此顯示器面板製造廠 PM 作業時，瞬間空氣中氧化銻錫粉塵濃度非常高，銻粉塵濃度最高可達 1.885 mg/m³，超過容許暴露標準 18 倍（PEL-TWA，0.1 mg/m³）。

氧化銻錫靶材回收與製造廠在回收破碎區與製粉部門，因機台無有效密閉，而且作業區域無確實分隔，氧化銻粉塵逸散嚴重，測得銻粉塵濃度最高可達 5.672 mg/m³，超過容許暴露標準 56 倍。氧化銻錫濺鍍靶製造廠是在密閉式的機台進行濕式機械加工作業（研磨或切割等作業），雖然後段細部研磨是在開放空間進行，但是，細部研磨只是做小面積人工研磨，銻粉塵量與過去調查結果類似，作業環境大多可以將空氣中氧化銻錫粉塵濃度控制低於 0.01 mg/m³，只有少部分超過容許暴露標準值，測得銻粉塵濃度最高可達 0.203 mg/m³，超過容許暴露標準 2 倍，有作業勞工仍暴露在較高濃度的銻粉塵中。

第三節 追蹤調查資料統計

由近年來問卷調查資料顯示作業人員年齡上不大，差異小可能是因為 10 年來問定發展的產業，因此員工都相對年輕，基本上都是 35 歲以下，管理者有較高一點之年資，但年資差異不大，主要顯示其在職位上的差異。有抽煙習慣者 30.8%及 13.8%有喝酒習慣，主要受測者為現場工程師。

表 8 勞工基本資料

項目		n	Mean(SD) or %
年齡(yrs)		224	34.80(6.03)
身高(cm)		224	172.08(6.58)
體重(kg)		224	72.79(12.79)
BMI ^a		224	24.36(4.66)
年資		224	7.04(4.31)
抽菸習慣	無	154	68.8
	有	70	31.2
喝酒習慣	無	193	86.2

	有	27	13.8
運動習慣	無	78	34.7
	有	146	65.3
職稱	作業員&PM 工程師&領班	167	74.5
	工安工程師&高級工程師&主任	40	17.8
	行政人員&經理	17	6.7

^a BMI: Body Mass Index

第四節 銻作業場所生物偵測結果

本年度參與生物性檢體偵測之事業單位一共 5 間（氧化銻錫濺鍍靶製造廠：Company A；Company B；Company F；液晶顯示器面板製造廠：Company D；Company E），並對其中 3 間公司（Company A；Company B；Company D）進行追蹤勞工歷年的生物指標比較：

表 9 Company A 追蹤勞工，進行各年度生物效應性指標的比較

		99 年	100 年	101 年	103 年
	n	Mean(SD)			
Serum-In (µg/L)	27	5.379 (2.587)	6.104 (3.188)	5.564 (2.904)	4.229 (2.458)
Urine-In (µg/L)	27	0.396 (0.747)	1.147 (1.258)	1.847 (1.77)	1.307(1.12)
SOD(U/L)	27	34.242 (23.989)	19.831 (5.308)	27.923 (12.927)	93.667(25.723)
GPx (n mole/min/L)	27	109.3 (31.134)	1486.72 (953.349)	188.439 (167.871)	3256.667 (1182.289)
GST (n mole/min/L)	27	2153.005 (780.855)	87.572 (65.369)	117.575 (52.732)	74.037(27.683)
MDA (µm)	27	6.496 (2.271)	7.311 (1.311)	5.837 (3.098)	11.336 (2.834)
TMOM	27	6.643 (4.75)	15.095 (5.175)	13.402 (4.697)	5.884 (4.315)
8-OH-dG (ng/mg creatinine)	27	3.21 (1.783)	3.088 (0.757)	3.168 (0.928)	3.529(1.111)

表 9 為 Company A 各項生物效應指標與體內銻之分布。在 100 至 101 年度動力過濾式呼吸防護具（PAPR）的介入後，短時間暴露指標的尿中銻濃度有下降的趨勢，至於在較長時間暴露的指標（血清中銻）也呈現下降趨勢，代表進入體內之氧化銻錫的

量從 101 年開始逐年減少（圖 16）。其結果可以看出 100~101 年介入使用的個人動力過濾式呼吸防護具（PAPR）之成效。而在 SOD、GPx 和 GST 的抗氧化酵素指標中，整體從 101 年開始到 103 年呈現上升的趨勢；尤其以 SOD 和 GPx 更為顯著。結果顯示體內的抗氧化酵素逐年增加；此現象是由於體內的自由基過多，必須消耗更多的抗氧化酵素來抵抗自由基，造成抗氧化酵素指標持續上升。當自由基過多會導致氧化壓力指標 MDA、TMOM 和 8-OH-dG 的上升。氧化壓力指標 MDA 和 8-OH-dG 確實呈現上升的現象。至於前言提到氧化壓力的累積效應影響；在氧化壓力指標 MDA 和 8-OH-dG 來看，103 年的平均含量相較於其他年度呈現升高的趨勢，代表氧化壓力確實存在，且有累積的效應。

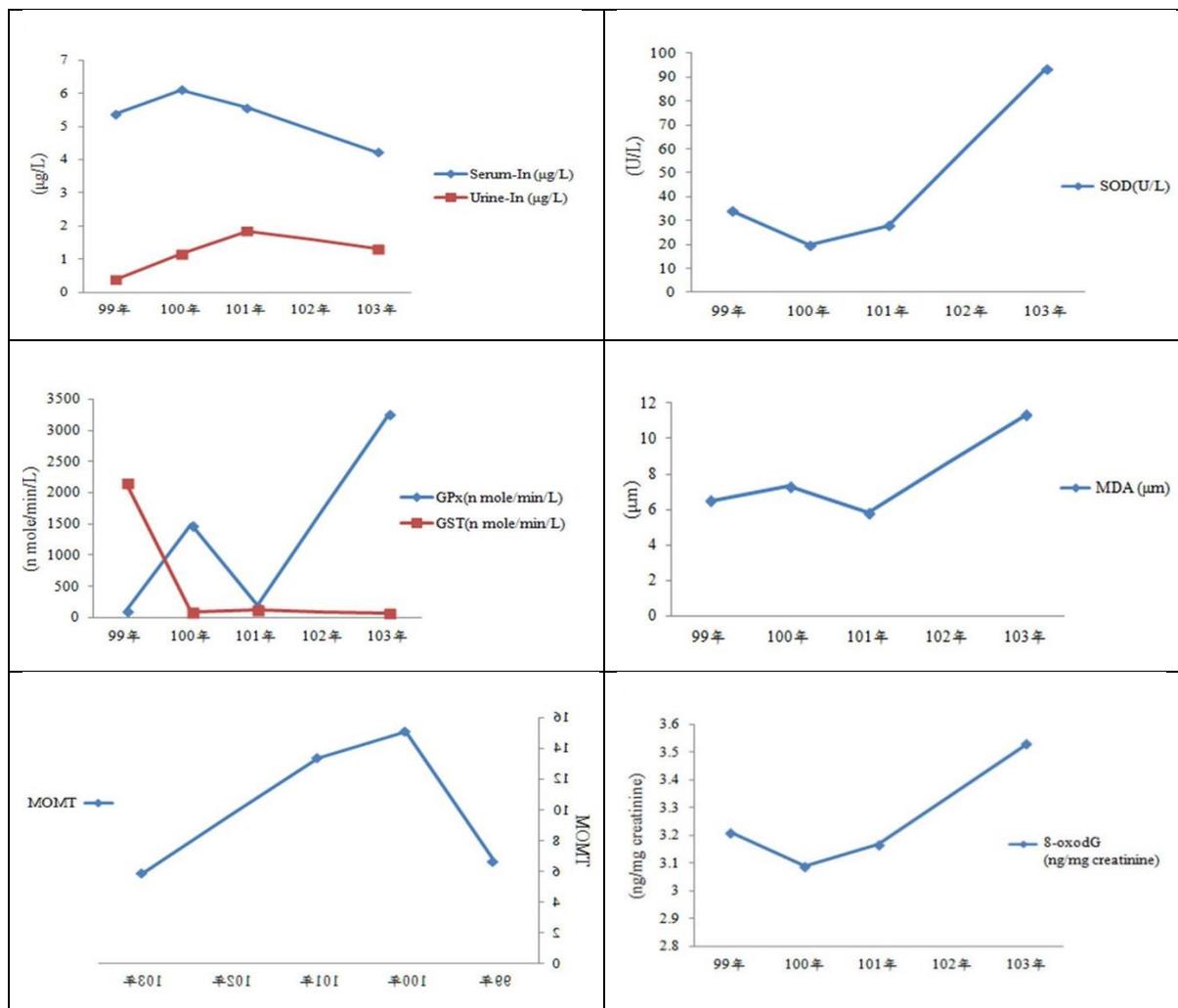


圖 16 不同年度中，Company A 追蹤勞工的各項生物效應指標趨勢

圖 16 中，氧化壓力指標 MDA 和 TMOM 在 100 年至 101 年有下降的情形產生，

MDA 的下降與 GPx 有較大的關係，其原因為 GPx 會還原脂質過氧化的氧化自由基，造成 100 年到 101 年有稍微下降的現象，而 GPx 還原氧化自由基後，所含的量就逐減少。

表 10 Company B 追蹤勞工，進行各年度生物效應性指標的比較

		99 年	100 年	101 年	103 年
	n	Mean(SD)			
Serum-In (µg/L)	13	5.124 (4.202)	5.54 (4.631)	4.358 (3.671)	3.793 (3.316)
Urine-In (µg/L)	13	1.405 (1.063)	1.204 (1.02)	0.778 (0.755)	1.051 (1.047)
SOD(U/L)	13	17.64 (8.169)	27.276 (5.521)	6.867 (3.973)	179.462 (47.791)
GPx (n mole/min/L)	13	334.011 (400.895)	4087.449 (744.709)	175.13 (34.337)	5725.154(1.323.905)
GST (n mole/min/L)	13	1967.082 (895.523)	256.92 (41.497)	77.467 (43.943)	95.077 (55.146)
MDA (µm)	13	9.327 (3.55)	6.303 (3.975)	2.771 (1.094)	21.515(5.802)
TMOM	13	6.117 (1.863)	9.657 (3.751)	13.368 (5.09)	10.335 (3.062)
8-OH-dG (ng/mg creatinine)	13	5.997 (2.426)	3.217 (2.024)	2.953 (1.135)	3.395(0.959)

表 10 為 Company B 各項生物效應指標與體內銻之分布。血清中銻與尿中銻濃度可看出短時間暴露與長期暴露的差異。在 100 年至 101 年度動力過濾式呼吸防護具 (PAPR) 的介入使用後，可看出 101 與 103 年度追蹤勞工的平均尿中銻濃度較 99 與 100 年度為低，代表個人動力過濾式呼吸防護具 (PAPR) 確實能夠防止氧化銻錫顆粒進入到人體內部造成短時間暴露效應。由於血清中銻為長時間暴露的指標，更可以於 101 與 103 年度的血清中銻濃度看出其長時間暴露也有下降的趨勢 (圖 17)，代表從動力過濾式呼吸防護具 (PAPR) 的介入後，並沒有增加血清中銻的濃度。從抗氧化酵素 SOD、GPx 和 GST 的含量來看，整體平均含量有逐年增加的趨勢，尤其在 101 和 103 年度之間更有明顯的上升，抗氧化酵素上升代表體內氧化自由基需要被還原的量增加。而一般來說，氧化銻錫在體內產生的自由基會造成累積效應，其累積效應的影響是長期的，且會造成 DNA 損傷和脂質過氧化等，形成氧化壓力大量累積，導致 103 年氧化壓力指標 MDA 和 8-OH-dG 有上升的趨勢。

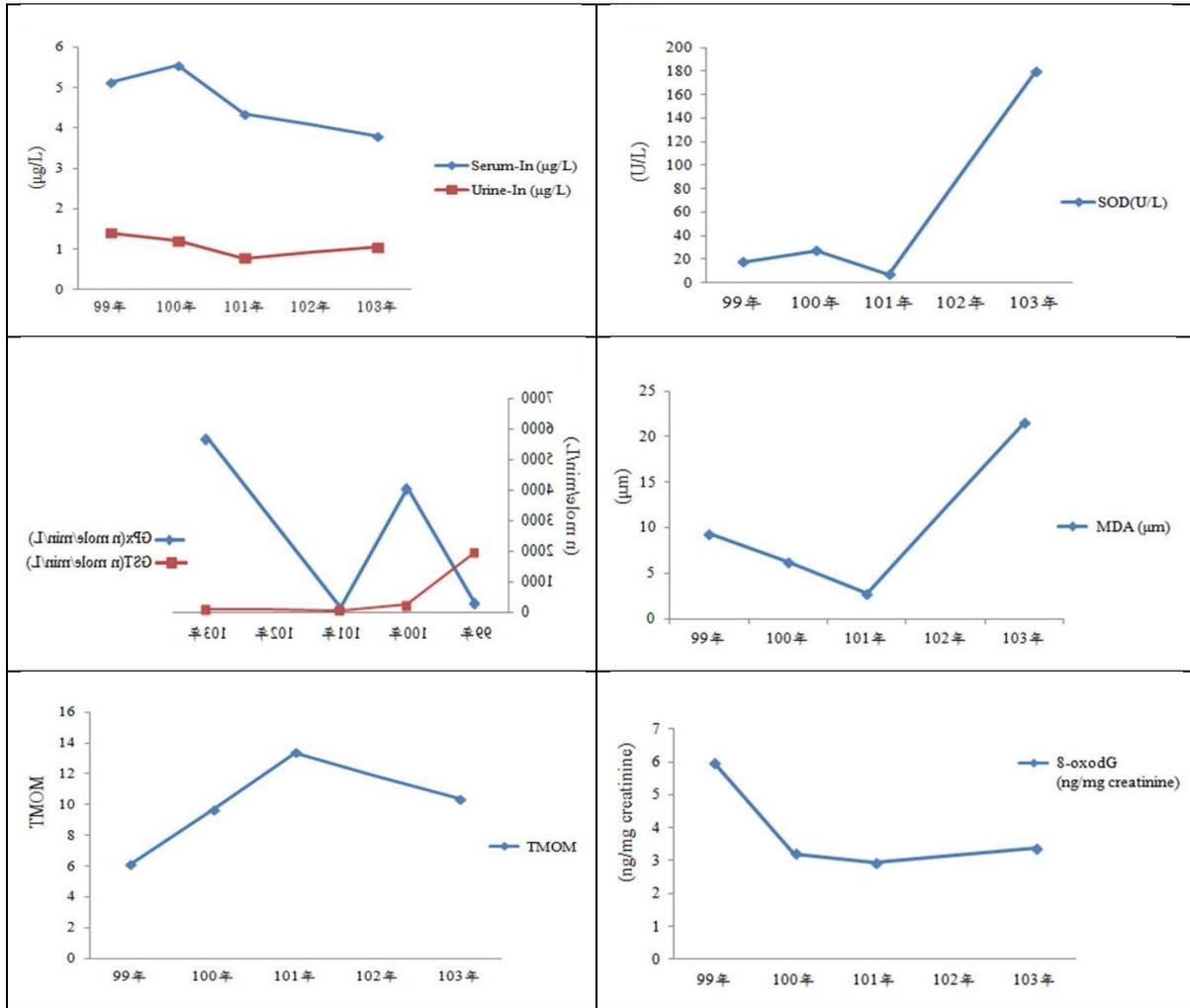


圖 17 不同年度中，Company B 追蹤勞工的各項生物效應指標趨勢

由圖 17 中可以看出抗氧化酵素，在 103 年度有明顯上升的趨勢；而脂質過氧化 MDA 於 103 年度有較明顯升高的趨勢，代表氧化壓力逐漸累積。從 99 年至 101 年抗氧化酵素 SOD 和 GPx 先上升後下降的趨勢導致氧化壓力指標 MDA 和 8-OH-dG 逐漸下降，其生物意義是抗氧化酵素從 99 年開始增加含量而使氧化自由基逐漸下降，下降至 100 年時，抗氧化酵素開始減少量的增加。隨著 101 年氧化壓力的上升，使得抗氧化酵素也跟著上升。氧化銻錫造成氧化壓力累積，其作用時間無法得知，且造成的影響也難以移除。

表 11 Company D 追蹤勞工，進行各年度生物效應性指標的比較

		99 年	100 年	101 年	103 年
	n	Mean(SD)			
Serum-In ($\mu\text{g/L}$)	7	3.61 (1.547)	0.394 (1.043)	0	0.095 (0.163)
Urine-In ($\mu\text{g/L}$)	7	0.084 (0.144)	0.171 (0.221)	0.029 (0.054)	0.077 (0.145)
SOD(U/L)	7	22.065 (7.631)	27.463 (4.413)	12.108 (7.452)	226 (37.851)
GPx (n mole/min/L)	7	1091.622 (372.039)	3470.647 (687.294)	276.25 (70.21)	212.286 (112.783)
GST (n mole/min/L)	7	1392.8 (739.946)	347.628 (65.851)	234.838 (103.665)	39.143(43.326)
MDA (μm)	7	6.129 (1.524)	6.699 (0.613)	6.915 (1.111)	9.996 (0.885)
TMOM	7	11.52 (5.903)	8.165 (2.445)	21.691 (8.288)	9.643 (4.915)
8-OH-dG (ng/mg creatinine)	7	7.04 (5.687)	2.856 (1.124)	2.608 (0.669)	2.833 (0.7)

表 11 為 Company D 各項生物效應指標與體內銻之分布。尿中銻的濃度可以看出 101 與 103 年度相較於 99 與 100 年度為低，代表動力過濾式呼吸防護具 (PAPR) 的介入使用確實可以降低氧化銻錫粉塵進入到人體中；而血清中銻也可以看出在長時間暴露指標上，也有明顯的降低。然而，101 年到 103 年之間，血清與尿中銻卻有上升的趨勢，此現象需要再釐清是否和追蹤勞工的作業模式改變相關。另一方面，抗氧化性酵素 SOD 從 101 年到 103 年有明顯的增加，代表進入體內的氧化銻錫形成之自由基增加，使抗氧化酵素活性上升。在 103 年氧化壓力指標 MDA 和 8-OH-dG 的上升，代表自由基形成之氧化壓力的長期累積效應依然存在。但上升的趨勢較 Company A (濺鍍靶製造廠) 和 Company B (濺鍍靶製造廠) 緩慢。可知道 Company D (顯示器面板製造廠) 追蹤勞工體內氧化自由基的含量少，代表進入到人體內的氧化銻錫量較低。原因可能與作業類型的不同和呼吸防護具使用相關。

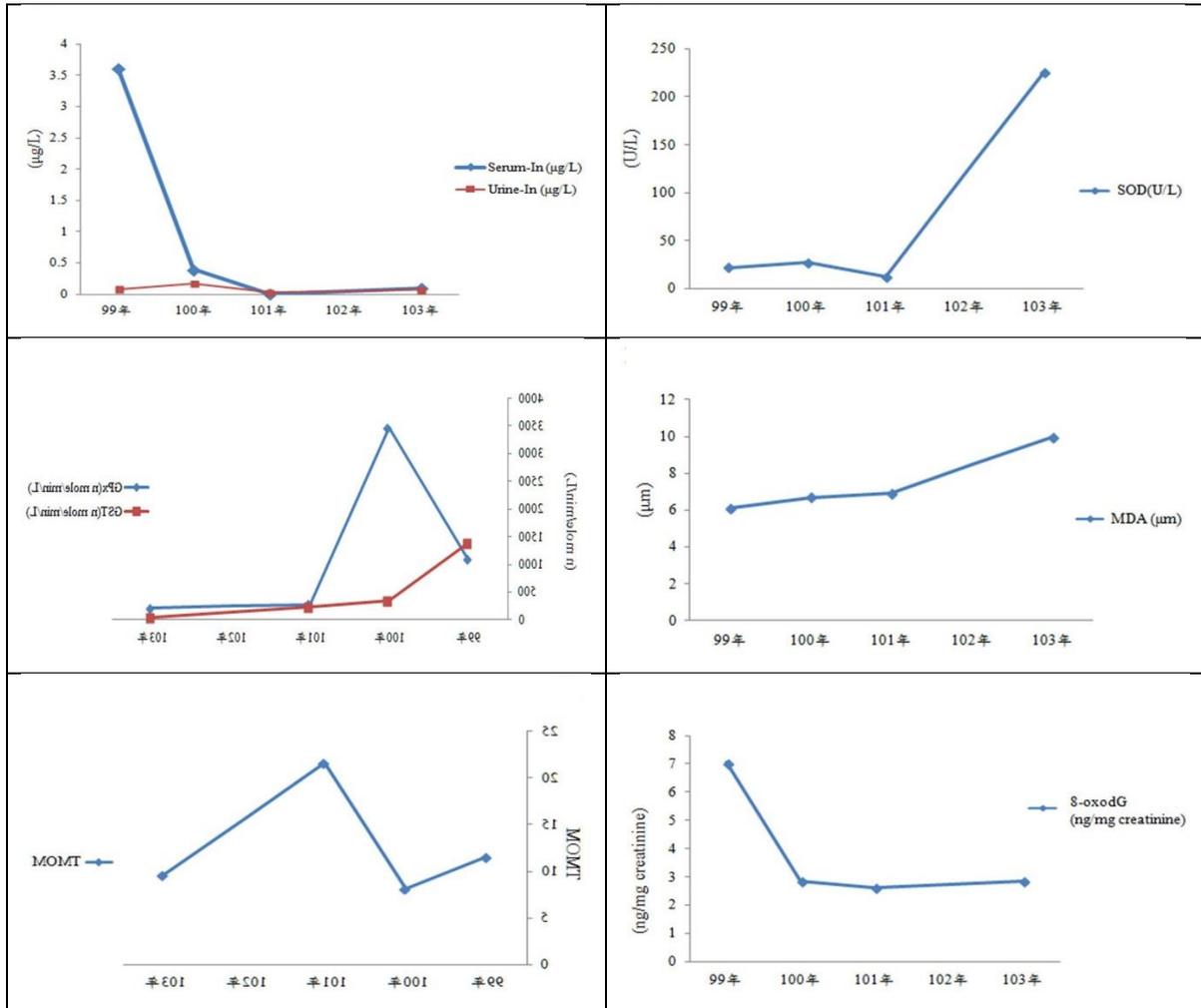


圖 18 不同年度中，Company D 追蹤勞工的各項生物效應指標趨勢

圖 18 中可以看到，血清和尿中鎳的濃度很明顯的下降。從圖中看出氧化壓力指標沒有明顯的上升而使得抗氧化酵素 GPx 和 GST 無明顯的上升趨勢。在圖中可以看到 101 至 103 年 TMOM 指標有下降的趨勢，其原因可能為 SOD 抗氧化酵素上升造成 DNA 的修復。

依照參加生物測定的 5 間公司，進行作業類型的分類，區分為氧化鎳錫靶材製造廠（Company A；Company B；Company F）和液晶面板顯示器製造廠（Company D；Company E）；並針對 2 種作業類型來進行生物指標的比較：

表 12 103 年度氧化銻錫靶材製造廠整體勞工各項生物效應指標比較

	Company B		Company A		Company F	
	n	Mean(SD)	n	Mean(SD)	n	Mean(SD)
Serum-In ($\mu\text{g/L}$)	30	2.228(2.663)	49	2.954(2.878)	25	5.315(4.245)
Urine-In ($\mu\text{g/L}$)	30	0.658(0.805)	49	0.851(1.085)	25	1.434(1.075)
SOD(U/mL)	30	174.033(88.873)	49	91.388(26.589)	25	84.4(34.288)
GPx (n mole/min/L)	30	3053.3(2844.2)	49	3677.041(1639.572)	25	4955.6(1407.862)
GST (n mole/min/L)	30	94.633(70.978)	49	73.224(25.193)	25	149.8(164.673)
MDA (μm)	30	20.122(4.514)	49	11.223(3.236)	25	9.95(4.077)
TMOM	30	11.064(5.805)	49	5.955(3.813)	25	6.777(4.478)
8-OH-dG (ng/mg creatinine)	30	3.95(2.526)	49	3.655(1.296)	25	3.83(0.984)

表 12 中，以靶材廠整體勞工的尿中銻來看，Company F 比其他 2 間公司高接近 2 倍，代表勞工在作業現場暴露到氧化銻錫的量極高，造成短時間暴露值（尿中銻）的量偏高。而從長時間的暴露指標（血清中銻）來看，Company F 確實也比其他 2 間公司為高。以整體抗氧化酵素 SOD、GPx、GST 來看，Company F 也比其他 2 家公司高，代表 103 年參加試驗的靶材廠勞工中，Company F 勞工累積的氧化自由基最高。代表長期暴露到氧化銻錫的量可能較高。在氧化壓力指標 MDA、TMOM 和 8-OH-dG 中，Company B 卻比 Company A 和 Company F 高，其造成氧化壓力高的原因可能與勞工的平均工作年資相關。

表 13 103 年度液晶顯示器面板製造廠整體勞工各項生物指標比較

	Company D		Company E	
	n	Mean(SD)	n	Mean(SD)
Serum-In ($\mu\text{g/L}$)	26	0.445(0.418)	70	0.444(0.432)
Urine-In ($\mu\text{g/L}$)	26	0.051(0.099)	70	0.015(0.058)
SOD(U/mL)	26	167.038(55.538)	70	180.686(51.404)
GPx	26	1008.385(1240.412)	70	1524.871(1149.267)

(n mole/min/L)				
GST (n mole/min/L)	26	44.808(30.097)	70	56.843(37.808)
MDA (μm)	26	8.905(2.368)	70	9.362(3.588)
TMOM	26	5.715(4.916)	70	10.715(5.06)
8-OH-dG (ng/mg creatinine)	26	3.504(1.298)	70	3.884(3.981)

由表 13 中，可以看出 2 家面板廠勞工在短時間效應(尿中銻)比較下，Company D 比 Company E 為高，代表 Company D 勞工暴露到氧化銻錫的量較高。然而，在長時間效應（血清中銻）卻造成相同的值，代表 Company E 暴露到氧化銻錫的頻率高。從抗氧化酵素指標 SOD、GPx 和 GST 的值來看，Company E 確實比 Company D 高，更可驗證了 Company E 氧化銻錫暴露的頻繁，使體內氧化自由基增加；雖然暴露的量不高，但高頻率的暴露造成氧化壓力指標 MDA、TMOM 和 8-OH-dG 的值比 Company D 高；因此，頻率較高的氧化銻錫暴露造成氧化壓力累積的現象可能有加劇的作用。

圖 19 中，CompanyF 尿中銻的含量為 5 間公司中最高，證明了短時間內的高暴露量；也可以在長時間效應的血清中銻中看到 CompanyF 的高峰，代表不經由尿液排出而進入到血液中累積的銻含量極高。一般而言，面板廠所呈現之血清和尿中銻的值比靶材廠還低。圖 13b 中，雖然 CompanyF 抗氧化酵素 SOD 的值較其他 4 間公司低，但以整體抗氧化酵素 SOD、GPx 和 GST 來看，CompanyF 仍然比其他公司高，其代表的意義是外來物質在體內產生之氧化自由基使得抗氧化酵素的活性居高不下，但僅能證明 Company F 有持續的氧化物質（氧化銻錫）進入到人體。而整體氧化壓力指標 MDA、TMOM 和 8-OH-dG 卻是以 CompanyB 較高，可以知道其氧化壓力的累積量高，而且所累積傷害是長久性的，由此可以推論出 CompanyB 參加生物試驗的勞工平均年資可能為 5 家公司中最高。其中 2 間面板廠（Company D 和 Company E），Company E 的氧化壓力指標比 Company D 高，可以看出其氧化壓力傷害的累積量高；由於 Company E 在 101 年度並沒有動力過濾式呼吸防護具（PAPR）介入，所導致的原因可能為防護具使用上的差異。

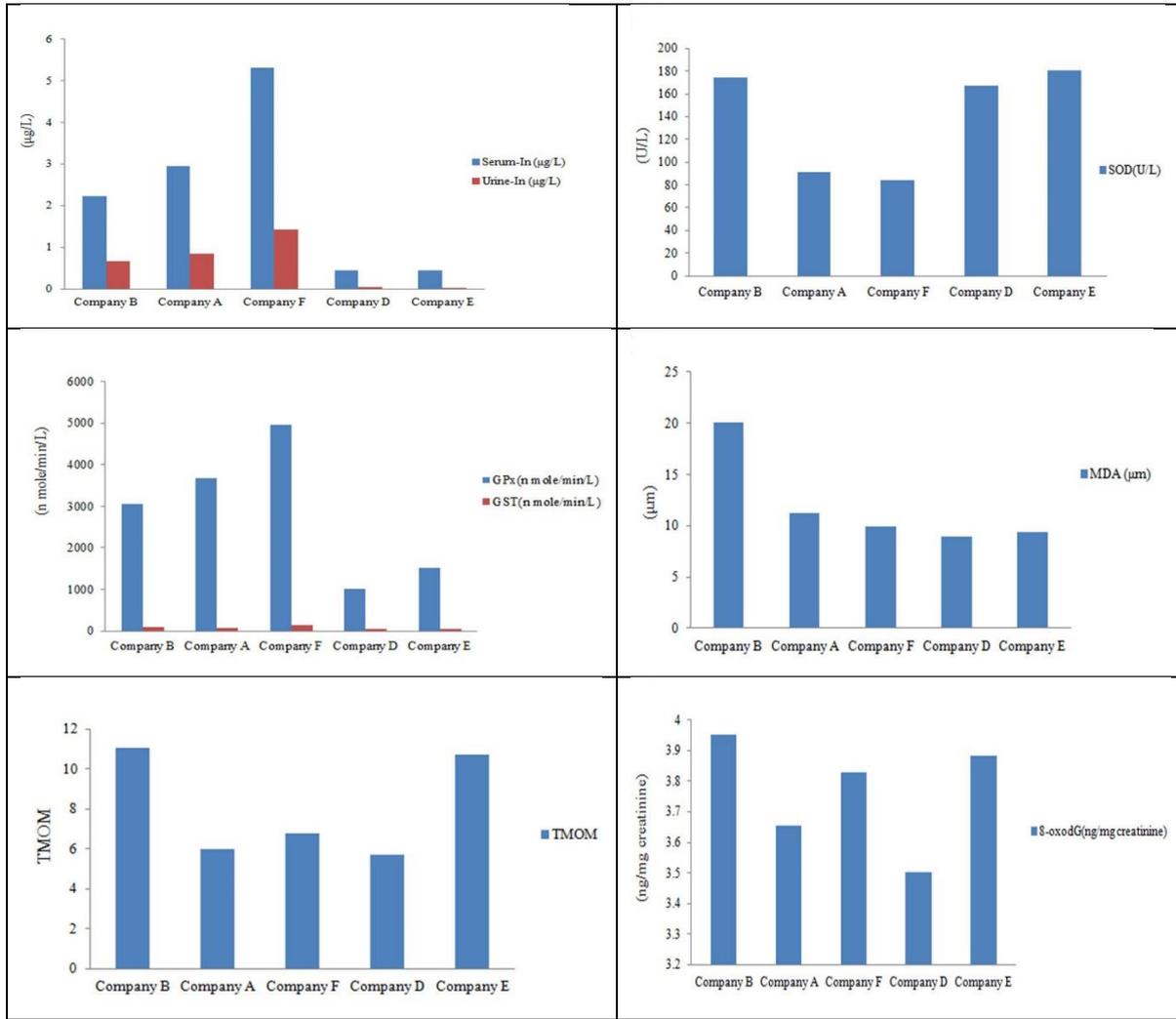


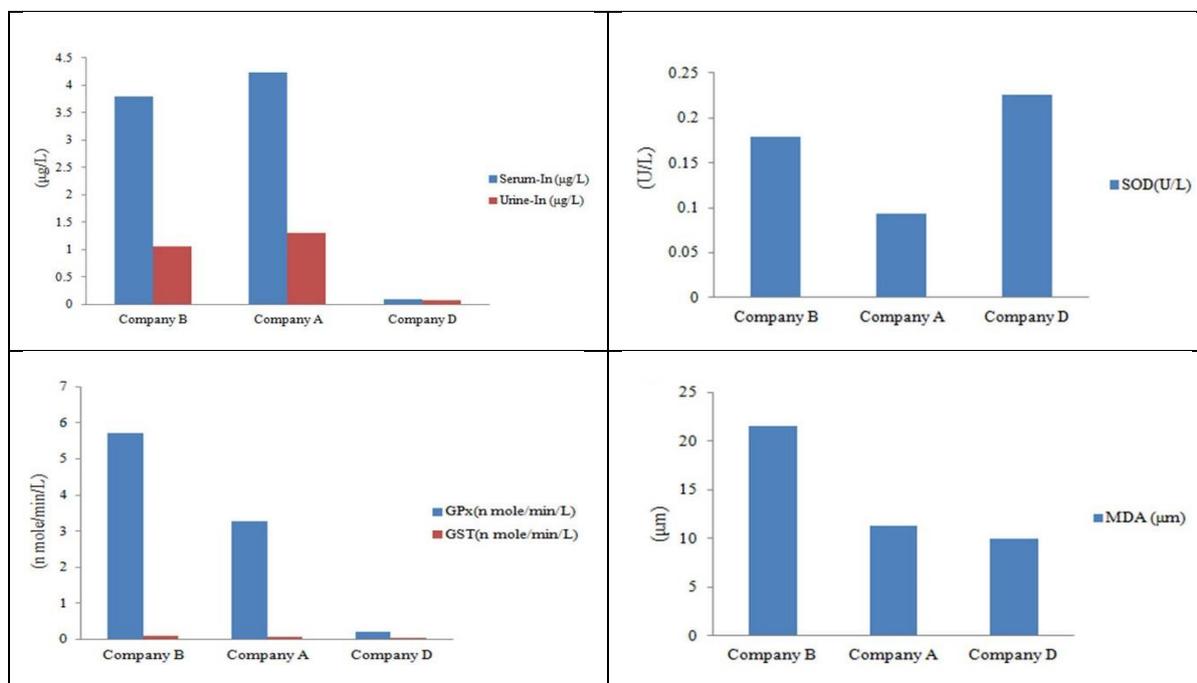
圖 19 103 年度氧化銻錫靶材製造廠和液晶顯示器面板製造廠整體勞工各項生物指標比較

表 14 103 年度氧化銻錫靶材製造廠和液晶顯示器面板製造廠追蹤勞工各項生物指標的比較

	靶材製造廠				面板製造廠	
	Company B		Company A		Company D	
	n	Mean(SD)	n	Mean(SD)	n	Mean(SD)
Serum-In (µg/L)	13	3.793 (3.316)	27	4.229 (2.458)	7	0.095 (0.163)
Urine-In (µg/L)	13	1.051 (1.047)	27	1.307 (1.12)	7	0.077 (0.145)
SOD(U/L)	13	179.462 (47.791)	27	93.667 (25.723)	7	226 (37.851)
GPx (n mole/min/L)	13	5,725.154 (1,323.905)	27	3,256.667 (1,182.289)	7	212.286 (112.783)

GST (n mole/min/L)	13	95.077 (55.146)	27	74.037 (27.683)	7	39.143 (43.326)
MDA (μm)	13	21.515 (5.802)	27	11.336 (2.834)	7	9.996 (0.885)
TMOM	13	10.335 (3.062)	27	5.884 (4.315)	7	9.643 (4.915)
8-OH-dG (ng/mg creatinine)	13	3.395 (0.959)	27	3.529 (1.111)	7	2.833 (0.7)

表 14 和圖 20 中，3 間公司追蹤勞工的長時間與短時間效應指標（血清和尿中錳）以 Company A 為最高，代表其追蹤勞工在氧化錳錫暴露上明顯高出其他 2 間公司；也稍微高於同為靶材廠的 Company B。另一方面，Company B 的整體抗氧化酵素（SOD、GPx 和 GST）與氧化壓力指標（MDA、TMOM 和 8-OH-dG）卻比 Company A 高，代表 Company B 追蹤勞工累積的氧化壓力傷害相當高，需要較多的抗氧化酵素來抵抗。由此可以推斷出造成 Company B 兩種指標呈現最高峰的原因可能歸咎於追蹤勞工較高的暴露年資。而動力過濾式呼吸防護具（PAPR）介入的功效確實在血清和尿中錳可以看出（表 9 和圖 16 說明之）。Company D 的氧化壓力指標 TMOM 比 Company A 高，代表需要更多的抗氧化酵素來修復 DNA 損傷（圖 20），其中的原因可能和追蹤勞工暴露年資或進廠前工作類型有關。



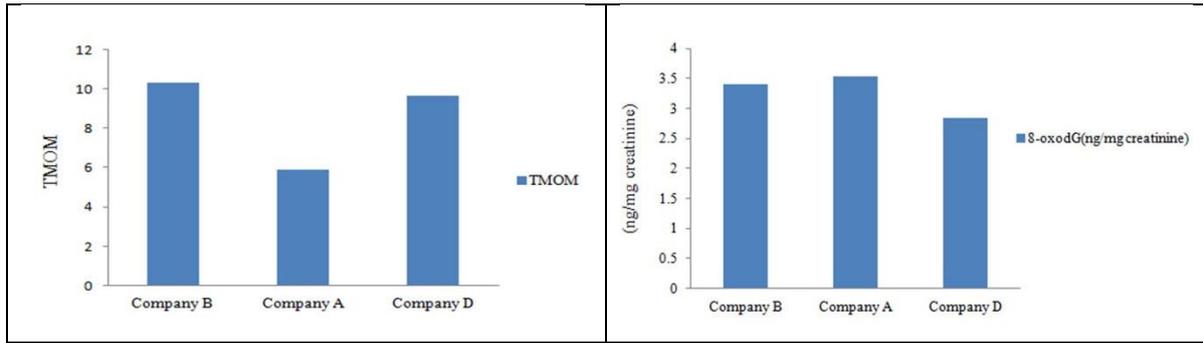


圖 20 103 年度氧化銻錫靶材製造廠和液晶顯示器面板製造廠追蹤勞工各項生物指標的比較

第五節 銻作業場所可吸入性粉塵 IOM 及顆粒分徑測定

針對 3 種氧化銻錫作業場所類型進行廠內各作業區域勞工的可吸入性粉塵 IOM 量測，以及顆粒分徑量測。

一、氧化銻錫濺鍍靶製造廠：

- (一) A 公司；
- (二) B 公司；
- (三) F 公司。

二、液晶顯示器面板製造廠：

- (一) D 公司；
- (二) E 公司。

三、氧化銻錫靶材回收與製造廠：

- (一) G 公司。

IOM 粉塵採樣量測結果匯集於表 15，多階粒徑粉塵分析 (Marple) 採樣量測結果如圖 21~49。

表 15、各公司作業區域之銹的可吸入性 IOM 粉塵採樣

公司	作業區域	採樣時間 (min)	偵測濃度 (mg/m ³)
Company A	平面研磨室 2	355	0.12146
	平面研磨室 3	360	0.15474
	熔接室	340	0.13933
Company B	研磨切割區	390	0.05933
	黏著區	390	0.14987
	研磨修整區	385	0.42956
Company F	研磨作業區 1	355	0.78715
	研磨作業區 2	352	0.72548
	受人作業區	350	0.51905
Company G-精煉課	酸熔區	355	0.1355
	鑄造區	349	0.15631
	粉碎區	125	4.13553
Company G-粉末課	造粒區	340	0.16117
	噴霧乾燥區	345	0.28062
	研磨區	103	0.37568
Company G-銲合課	研磨修整區	419	1.18432
	機械研磨區	385	0.16527
	銲合區	255	0.18537
Company D-TFT6	研磨區(內)	100	0.24759
	研磨區(內)	100	0.17007
	研磨區(外)	115	0.21371
Company D-CF8	研磨區內(靠近工作臺)	115	0.17002
	研磨區內(遠離工作臺)	113	0.13124
	研磨區內(靠近門口)	110	0.22532
Company E-Y2	手動研磨區(機台右側)	310	0.02409
	手動研磨區(機台左側)	310	0.03689
	手動研磨區(機台左側)	310	0.03114
Company E-Y1	手動研磨區(機台左側)	100	0.01166
	手動研磨區(機台右側)	100	0.04578

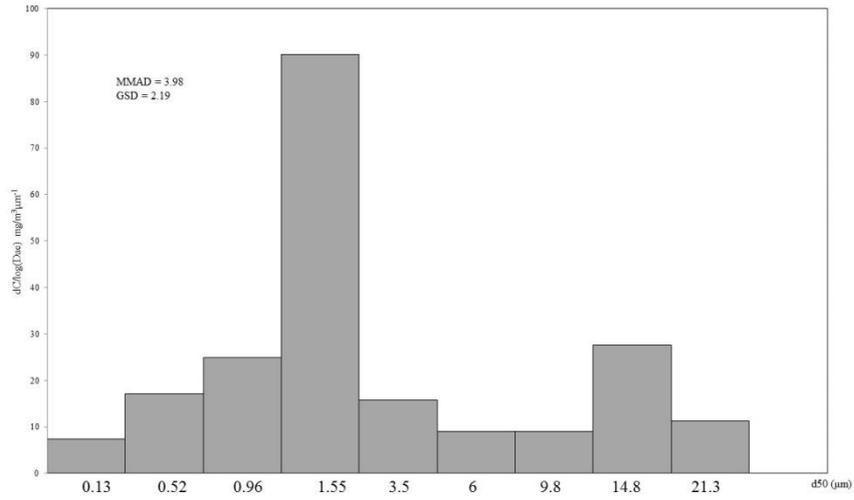


圖 21 Company A（氧化銻錫濺鍍靶製造廠）平面研磨室 2 粉塵粒徑分佈與濃度

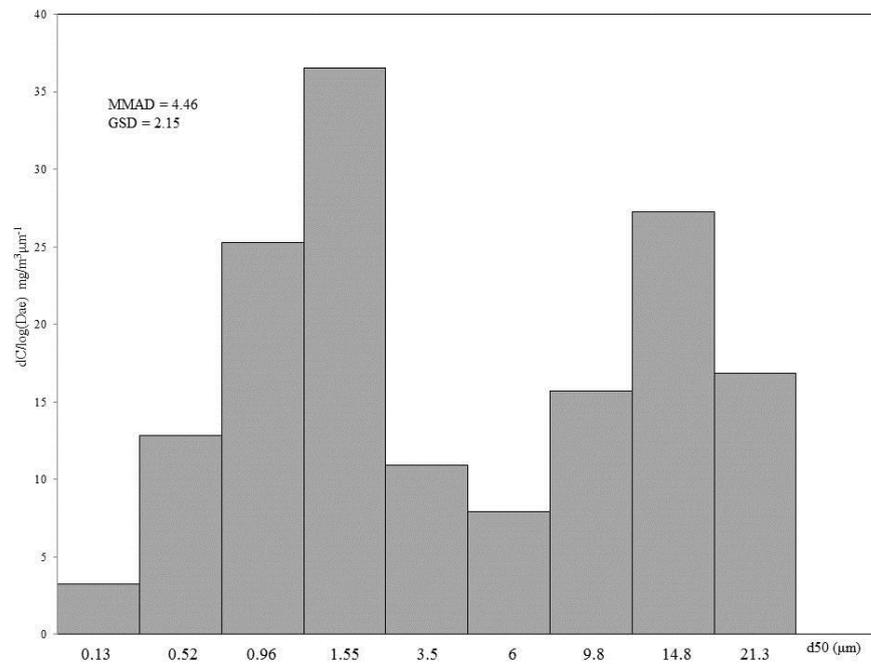


圖 22 Company A（氧化銻錫濺鍍靶製造廠）平面研磨室 3 粉塵粒徑分佈與濃度

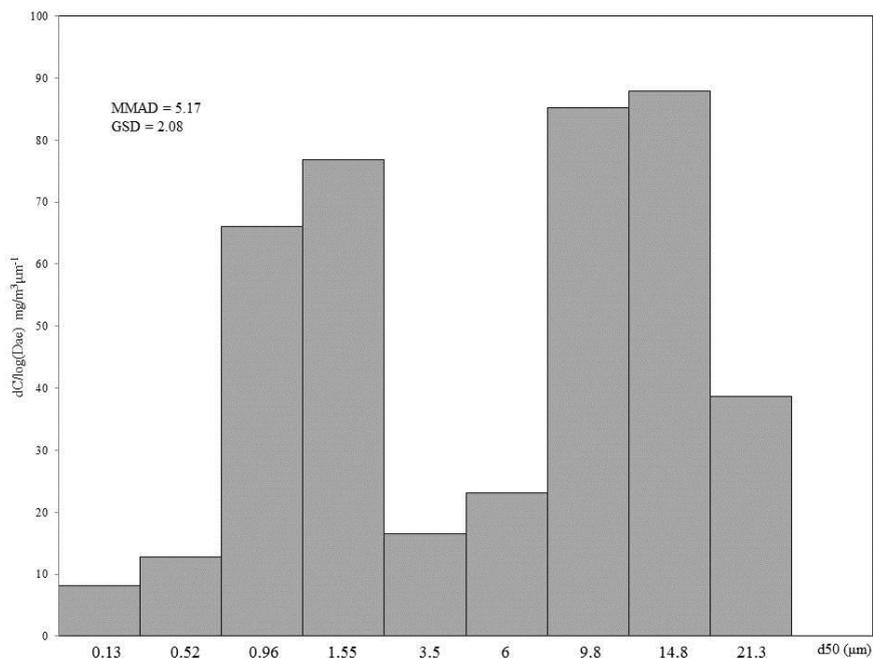


圖 23 Company A（氧化銻錫濺鍍靶製造廠）熔接室粉塵粒徑分佈與濃度

表 15 中，Company A 的 3 個作業區域都略超過法定容許暴露標準（PEL-TWA， 0.1 mg/m^3 ）；且 3 個區域所產生的顆粒粒徑大部分都呈現雙峰趨勢，尤其以熔接室為最明顯（圖 23）。因此，作業勞工長期在這 3 種作業區域下工作必須佩戴合適之呼吸防護具，例如：動力過濾式呼吸防護具（PAPR）。以粒徑分布和濃度關係來看，熔接區作業所產生的顆粒粒徑絕大部分較小。研磨區和熔接區產生的顆粒類型也不相同，熔接區產生的顆粒為銻高溫熔解後和空氣中的氧氣形成粒徑大小比較均勻之氧化物顆粒，而研磨區研磨後產生的顆粒大小較熔接區不均勻的原因在於每次研磨方向和力道不一。若粒子的尺度單位小至奈米，將會產生多種效應，其中包括粒子的表面能大增以及更高的表面活性，這些效應很容易使粒子產生團聚現象，使奈米粒子無法穩定存在（經濟部技術處產業技術知識服務-IT IS 計畫）。以圖 21~23 中的趨勢來看，顆粒分佈落於粒徑 $0.96 \mu\text{m}$ 至 $1.55 \mu\text{m}$ 和 $9.8 \mu\text{m}$ 至 $21.3 \mu\text{m}$ 之間，而顆粒粒徑 $0.96 \mu\text{m}$ 以下部分減少的原因可能為顆粒發生團聚所導致，因此 3 個作業區域可能產生奈米等級的顆粒並發生團聚。

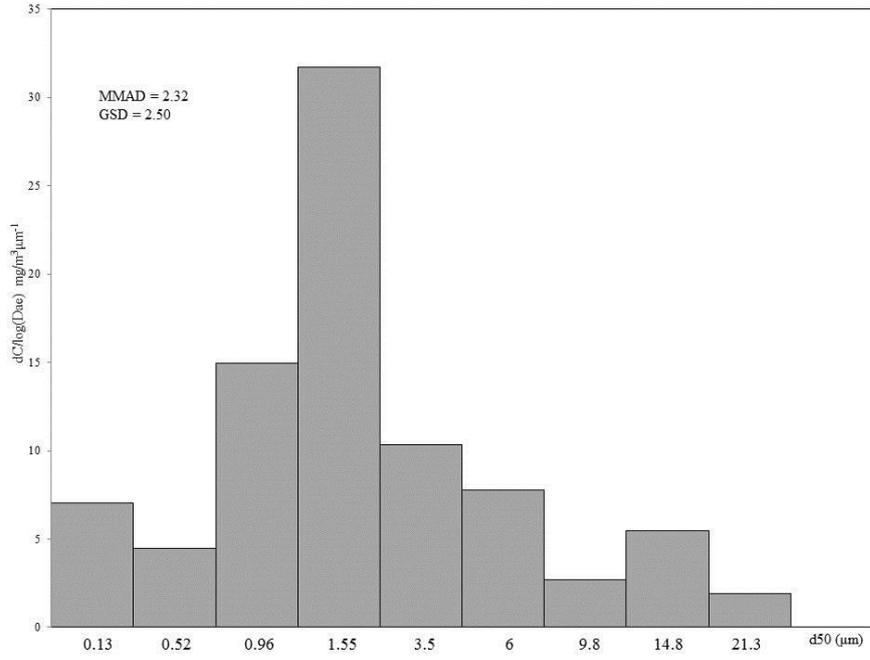


圖 24 Company B (氧化銻錫濺鍍靶製造廠) 研磨切割區粉塵粒徑分佈與濃度

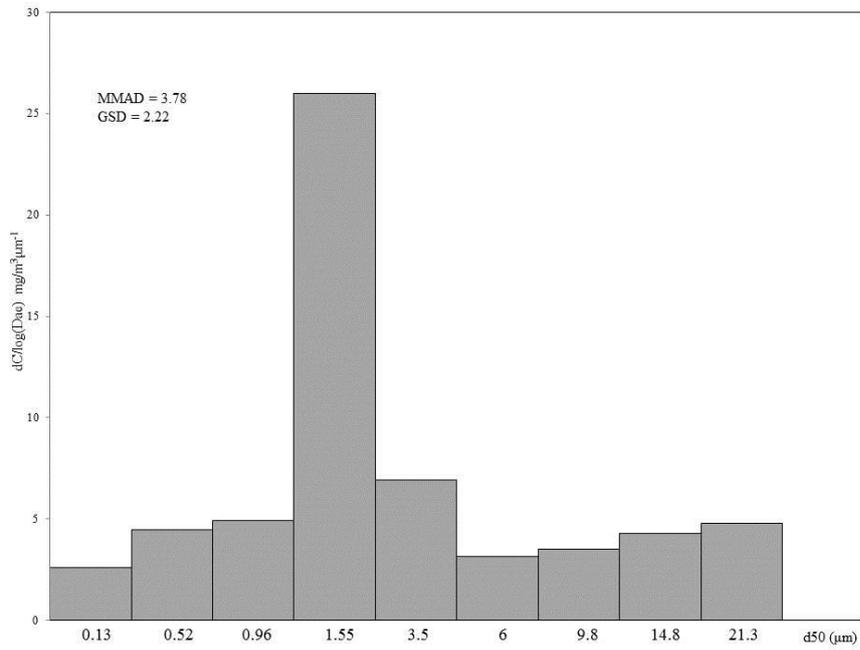


圖 25 Company B (氧化銻錫濺鍍靶製造廠) 黏著區粉塵粒徑分佈與濃度

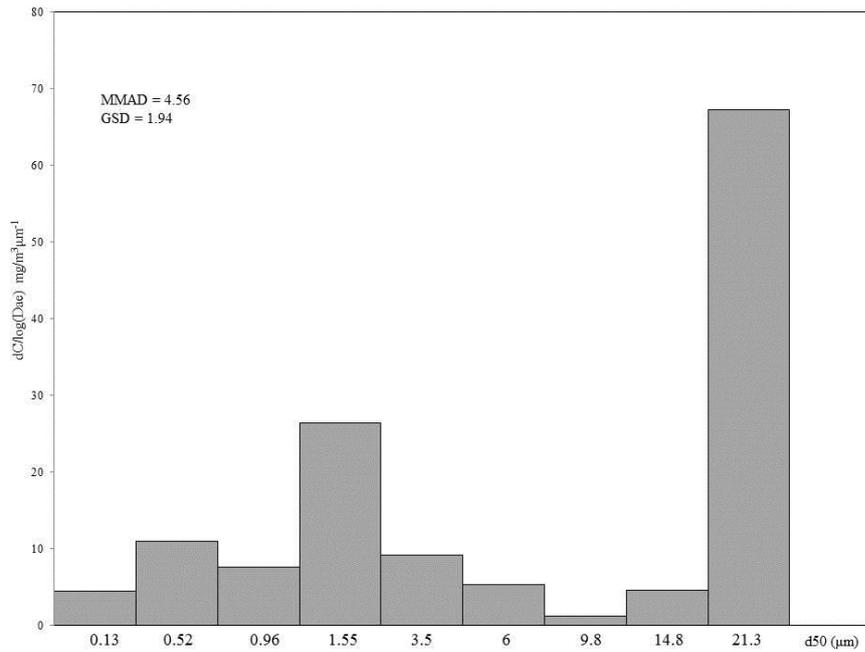


圖 26 Company B（氧化銻錫濺鍍靶製造廠）研磨修整區粉塵粒徑分佈與濃度

由表 15 中可以看到，在研磨修整區測到的總粉塵濃度較高，且顆粒粒徑（圖 26）大部分集中在 21.3 μm 這一層。然而，在研磨切割區測到的數值比其他 2 個區域低，其原因可能為切割區切割出顆粒較大，不容易隨氣流進入採樣器中；且產生的粒子比其他 2 個作業區域少。勞工於研磨切割區和黏著區（圖 24 和 25）作業時，必須特別注意呼吸防護具的佩戴完整性（顆粒粒徑小）。一般靶材廠作業時間為 8 小時左右，需要減少勞工作業的時間（例如：輪流作業）以降低暴露風險。

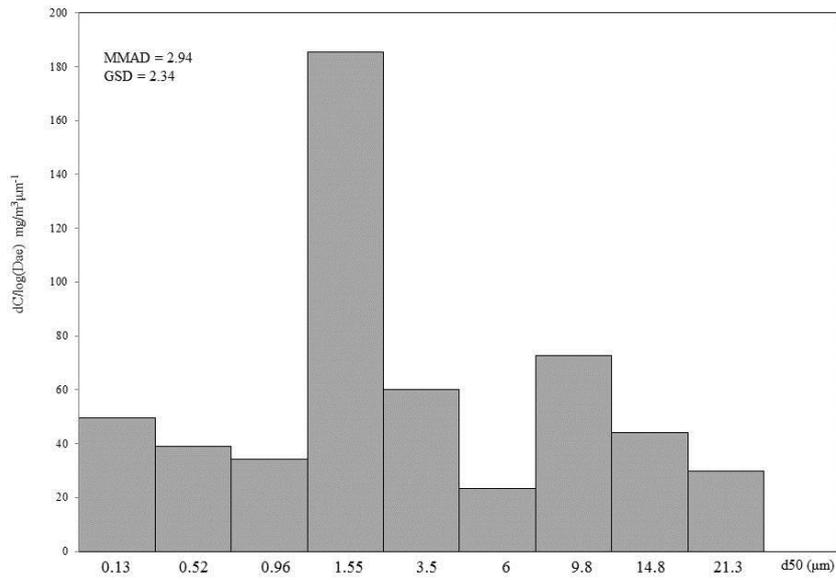


圖 27 Company D (液晶顯示器面板製造廠) TFT6 廠-研磨區 (內) 粉塵粒徑分佈與濃度

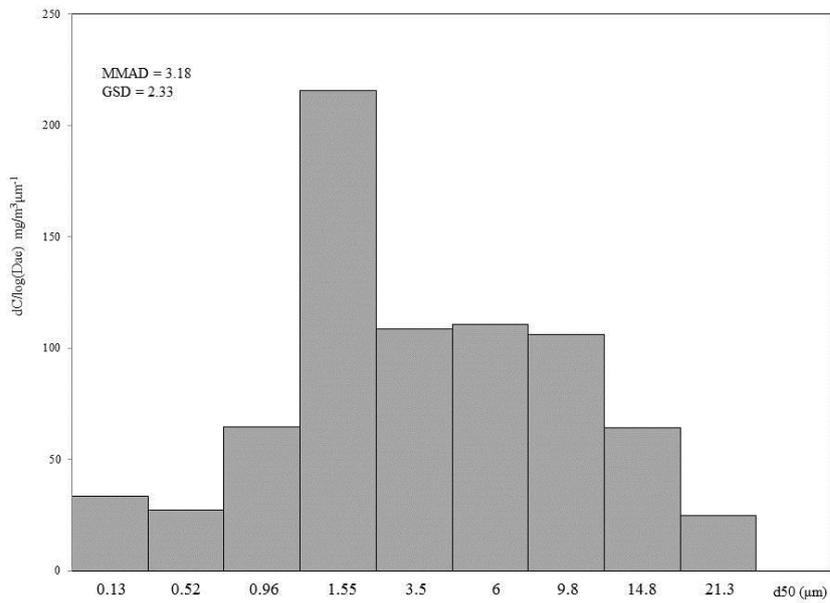


圖 28 Company D (液晶顯示器面板製造廠) TFT6 廠-研磨區 (內) 粉塵粒徑分佈與濃度

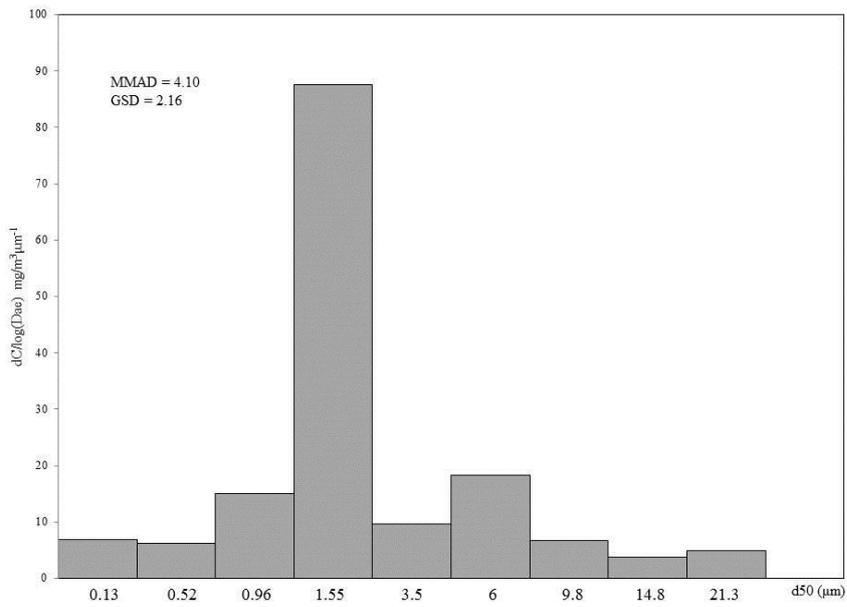


圖 29 Company D (液晶顯示器面板製造廠) TFT6 廠-研磨區 (外) 粉塵粒徑分佈與濃度

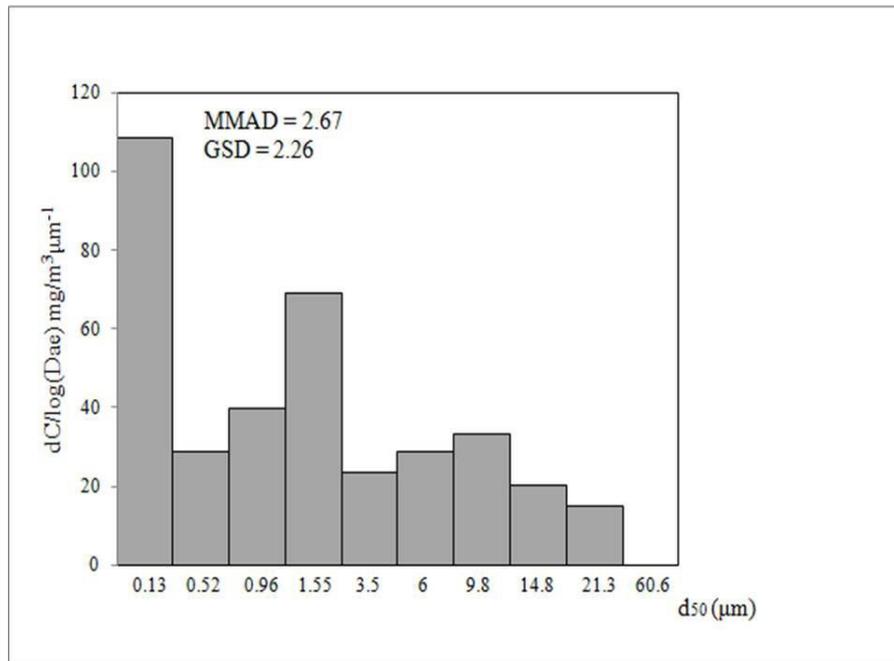


圖 30 Company D (液晶顯示器面板製造廠) CF8 廠-研磨區內 (靠近工作臺) 粉塵粒徑分佈與濃度

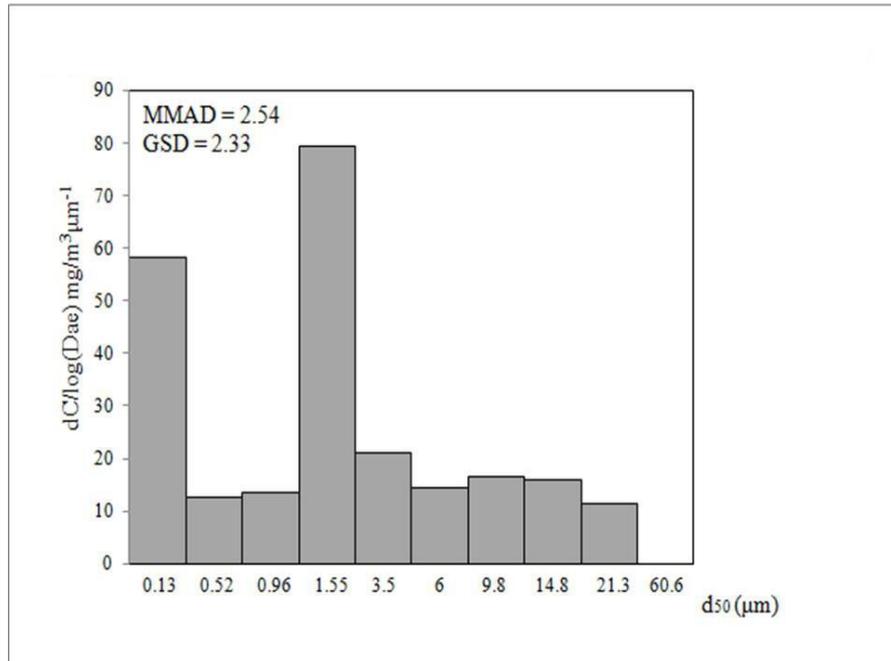


圖 31 Company D (液晶顯示器面板製造廠) CF8 廠-研磨區內 (遠離工作臺) 粉塵粒徑分佈與濃度

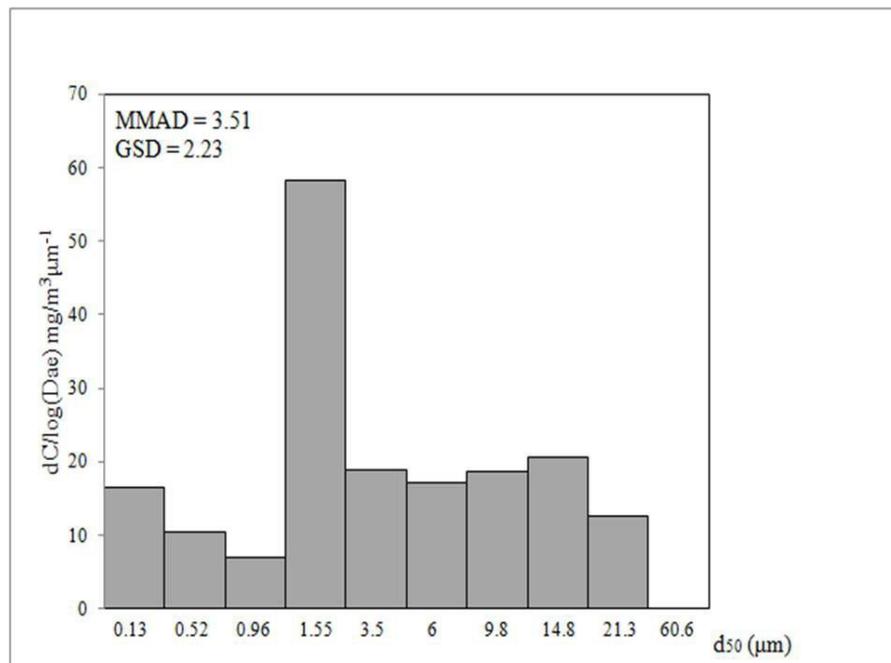


圖 32 Company D (液晶顯示器面板製造廠) CF8 廠-研磨區內 (靠近門口) 粉塵粒徑分佈與濃度

表 15 中，Company D 的各作業區均高於容許暴露標準 (PEL-TWA)。圖 27 和

28 為靠近機臺的研磨區域，可以看出研磨區內外的顆粒濃度皆落在 1.55 μm 這一層，且在研磨區外（圖 29）觀察到整體顆粒分布有下降的趨勢，此現象可以說明於研磨區內產生的粒子有一部分沉降在研磨區域內或附著在勞工身上，甚至進入勞工體內；另一部分則跟著氣流帶到研磨區域外，對於研磨作業勞工需佩戴合適之呼吸防護具來降低暴露。進入肺中小於 2.5 μm 的顆粒會有 50% 以上進入肺泡沉積。一般面板廠研磨作業為 1 至 2 小時，且研磨出來的顆粒濃度比靶材廠低。若做好適當呼吸防護具穿戴之管理，基本上可以降低勞工氧化銻錫的暴露危害。在圖 30 和 31 中可以看到靠近工作臺的濃度比較高。由於研磨區域為機械式換氣的密閉空間，所以圖 30 和 31 兩者所呈現的粒徑分布極為相似。而在靠近門口（圖 32）卻有高的顆粒濃度產生，可能和空間的流場分布有關，在進出門口時需特別注意呼吸防護具的佩戴完整。

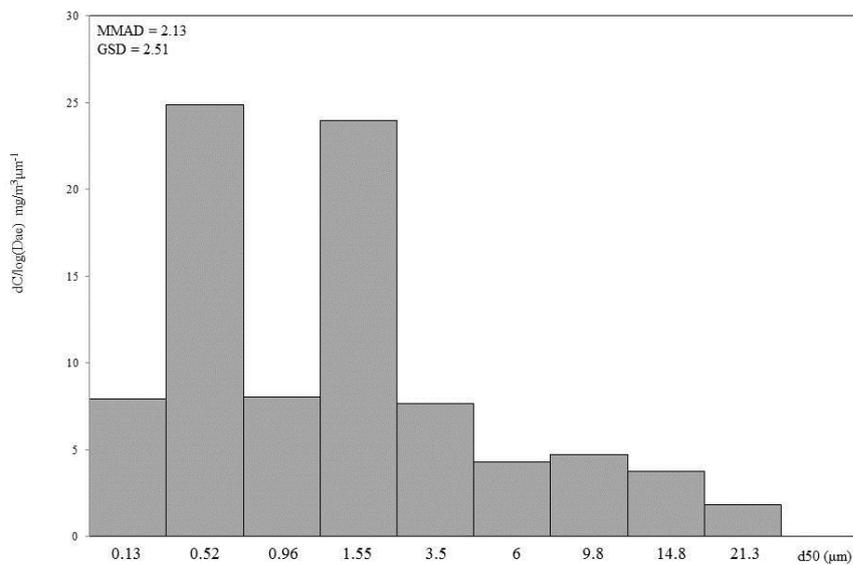


圖 33 Company E（液晶顯示器面板製造廠）Y2 廠-ITO 機台右側粉塵粒徑分佈與濃度

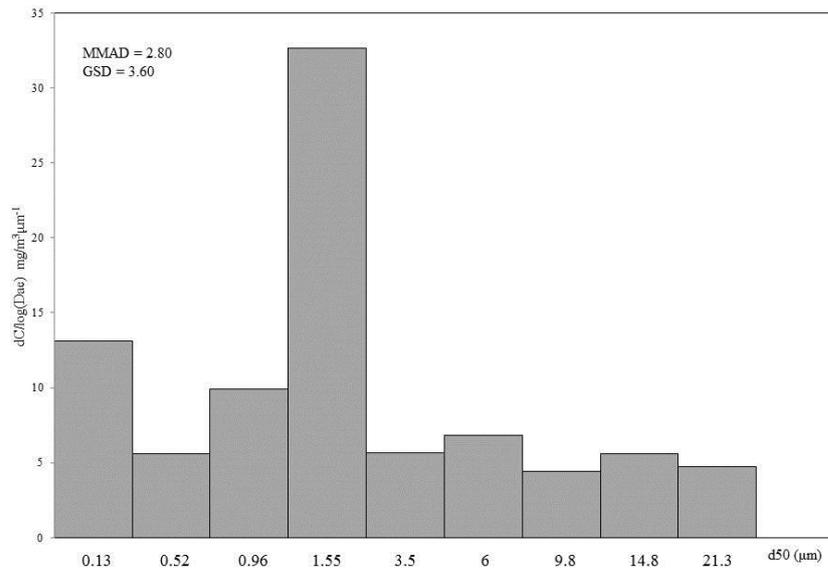


圖 34 Company E (液晶顯示器面板製造廠) Y2 廠-ITO 機台左側粉塵粒徑分佈與濃度

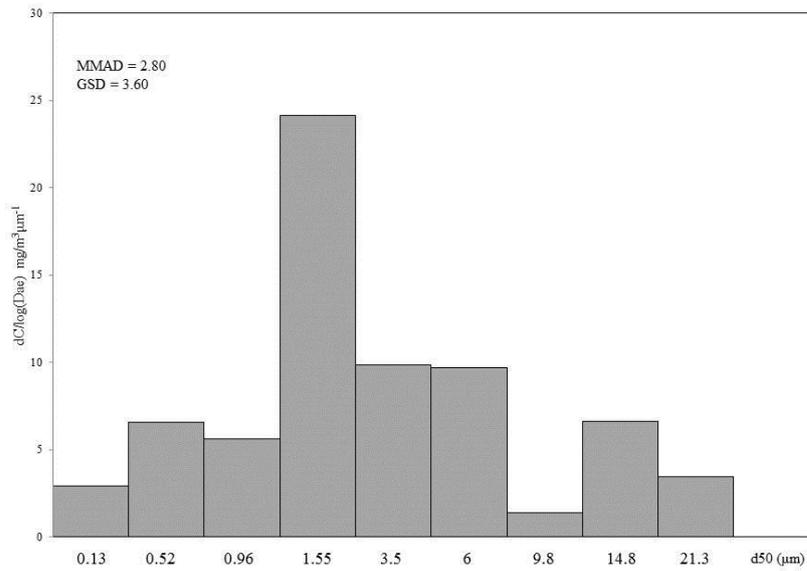


圖 35 Company E (液晶顯示器面板製造廠) Y2 廠- ITO 機台左側粉塵粒徑分佈與濃度

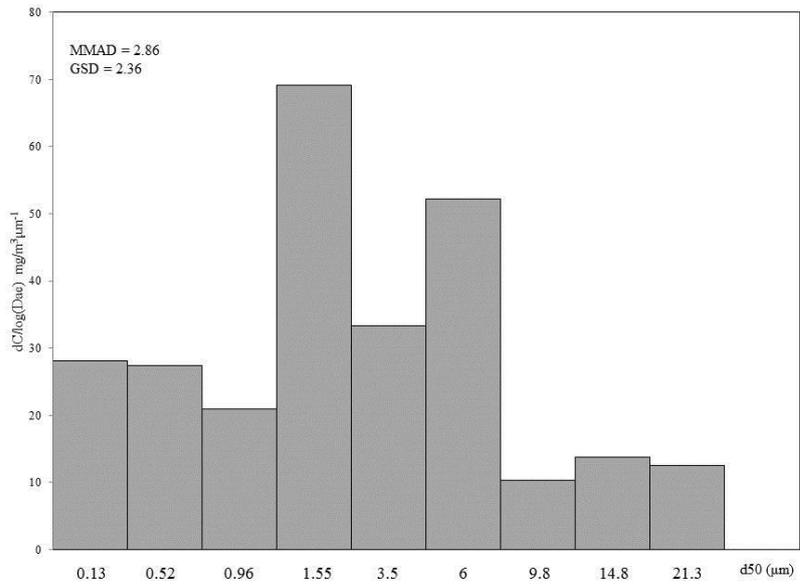


圖 36 Company E (液晶顯示器面板製造廠) Y1 廠-ITO 機台左側粉塵粒徑分佈與濃度

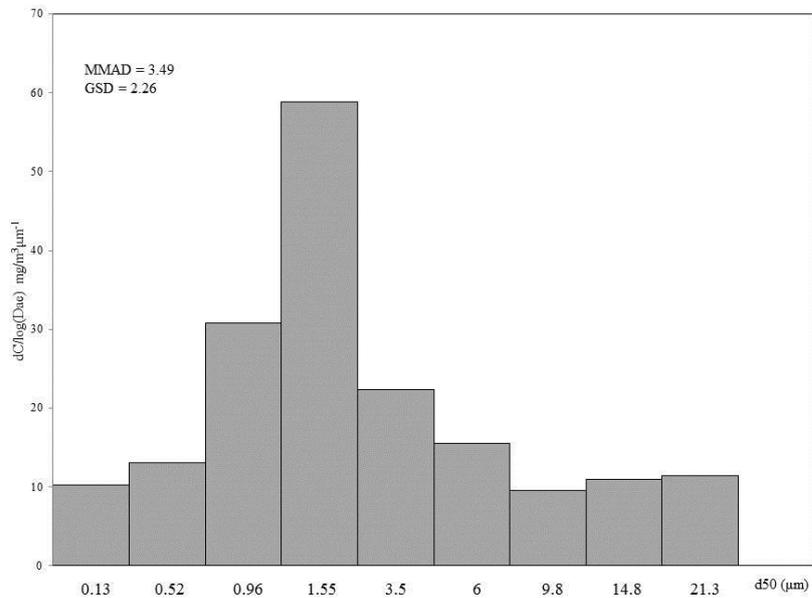


圖 37 Company E (液晶顯示器面板製造廠) Y1 廠- ITO 機台右側粉塵粒徑分佈與濃度

由表 15 中可以看出 Company E 各作業區域測出來的數值均低於法定容許暴露標準 (PEL-TWA)。而以圖 33~37 來看，相同作業類型下，所採集到鈹的總粉塵濃度 Y2

廠似乎比 Y1 廠低，造成此差異可能為不同手動研磨方式或流場型態不同所導致；但整體看來各區域顆粒粒徑分布大部分偏向粒徑較小（大部分顆粒粒徑落於 1.55 μm 這一層）的顆粒。其整體研磨出的顆粒粒徑大小也較不均勻；雖然各作業區均低於法令容許濃度，但對於粒徑小的顆粒防範以及長期暴露（表 13 和圖 19），適當之動力過濾式呼吸防護具（PAPR）穿戴也是必要的。

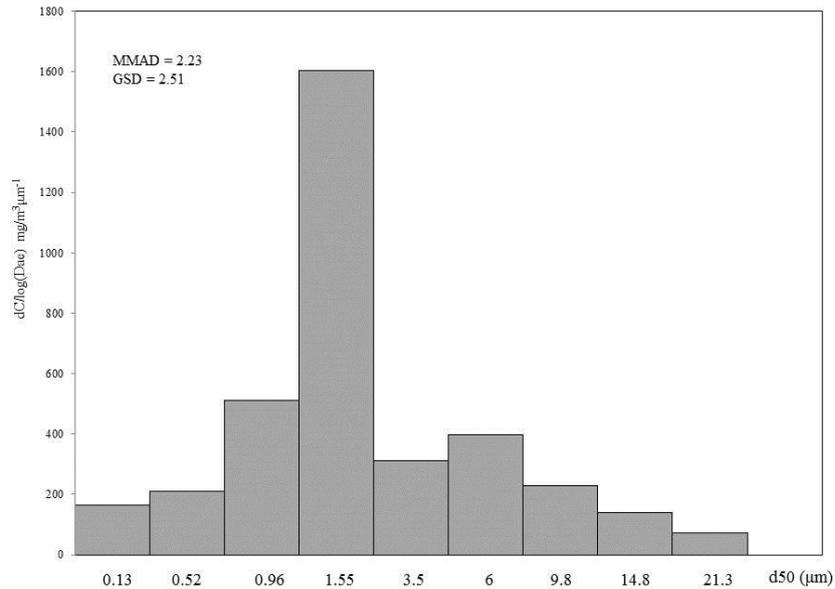


圖 38 Company F（氧化銻錫濺鍍靶製造廠）研磨作業區 1 粉塵粒徑分佈與濃度

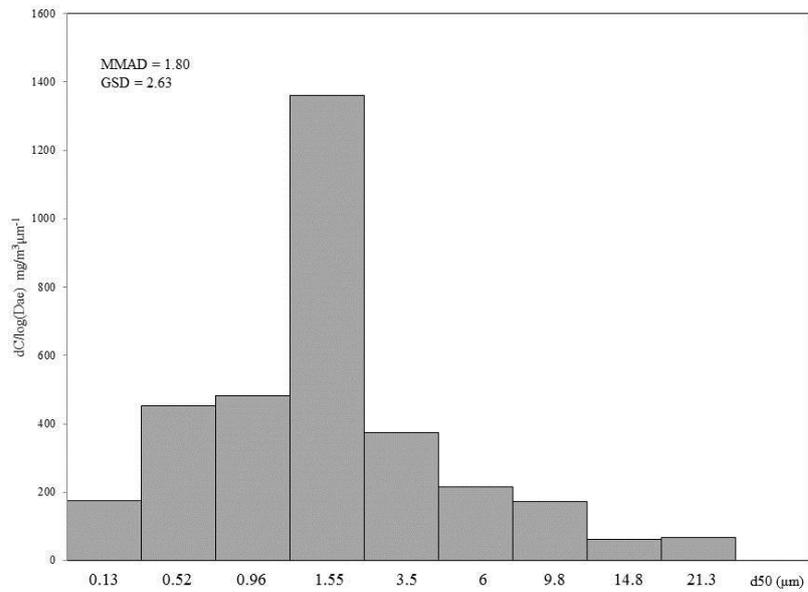


圖 39 Company F（氧化銻錫濺鍍靶製造廠）研磨作業區 2 粉塵粒徑分佈與濃度

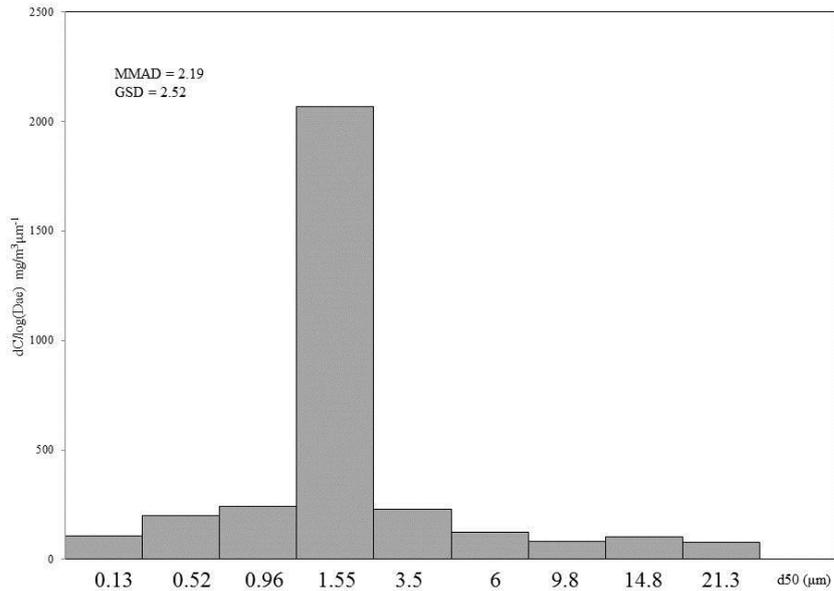


圖 40 Company F（氧化銻錫濺鍍靶製造廠）銻合作業區粉塵粒徑分佈與濃度

由表 15 中可以看到，Company F 各作業區均產生高濃度的顆粒。由於採樣當天屬於非氧化銻錫靶材的加工作業，因此所採集到之顆粒可能極少量包含銻粉塵。對於

Company F 僅能以顆粒粒徑分佈來探討粉塵對勞工呼吸道以及肺部的影響。由圖 38 和 39 來看，大部分顆粒濃度落在顆粒粒徑 1.55 μm 這一層，可以知道勞工研磨出來的粉塵可以從鼻腔吸入，且絕大部分都可以深入至肺中。因此，需要注意呼吸防護具的穿戴完整。圖 40 是將金屬和基板進行黏合的作業區，圖中可以看到顆粒濃度也集中在 1.55 μm ，且比其他作業區濃度高，進入到肺部深部的機會相對較高，必須特別注意勞工作業時呼吸防護具的使用。對於 Company F 作業區產生大量顆粒濃度的暴露可能與其作業空間狹小相關，因此需要對作業製程上做改變，例如通風排氣設備的規劃和維護，以及勞工在作業時需佩戴動力過濾式呼吸防護具 (PAPR) 來減少作業環境中的顆粒暴露。公司管理單位也應減少勞工作業時間來降低暴露。

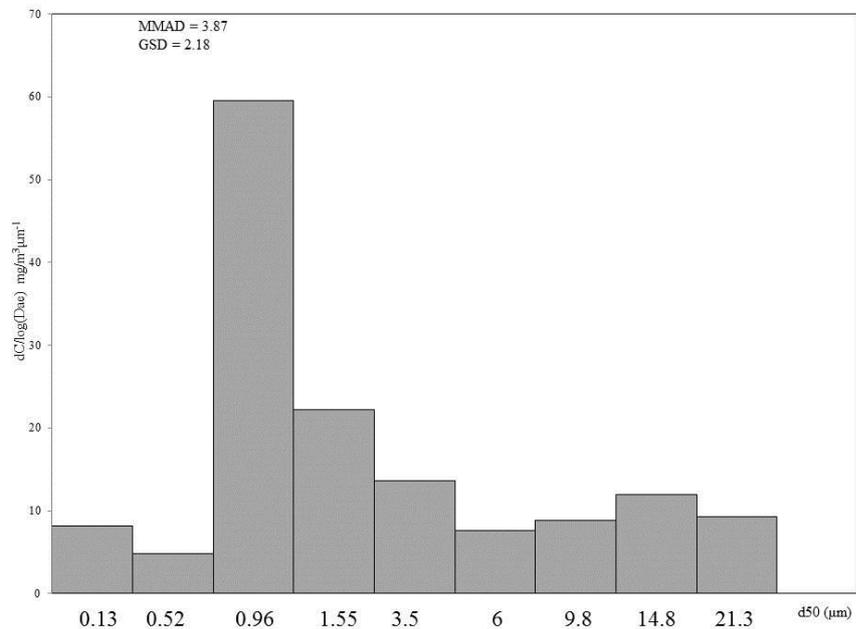


圖 41 Company G (氧化銻錫靶材回收與製造廠) 精煉課-酸熔區粉塵粒徑分佈與濃度

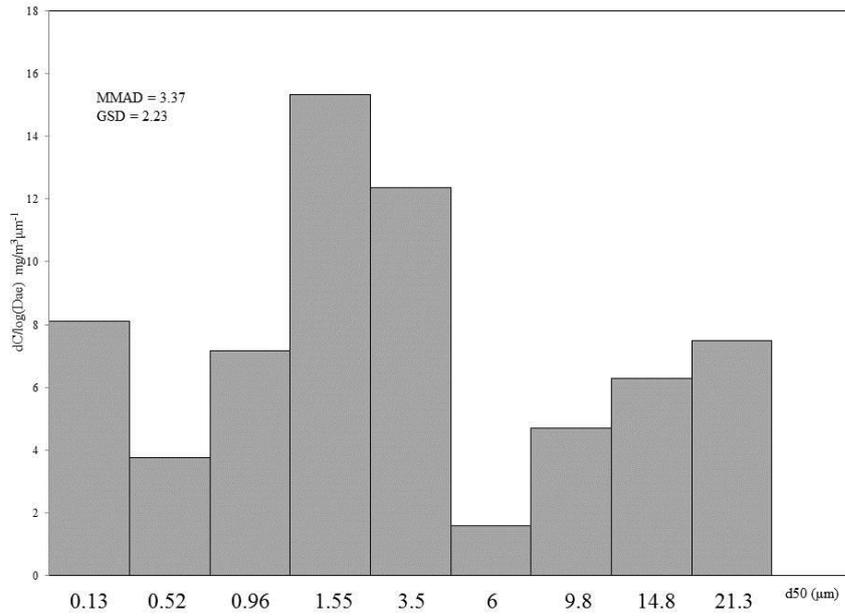


圖 42 Company G (氧化銻錫靶材回收與製造廠) 精煉課-鑄造區粉塵粒徑分佈與濃度

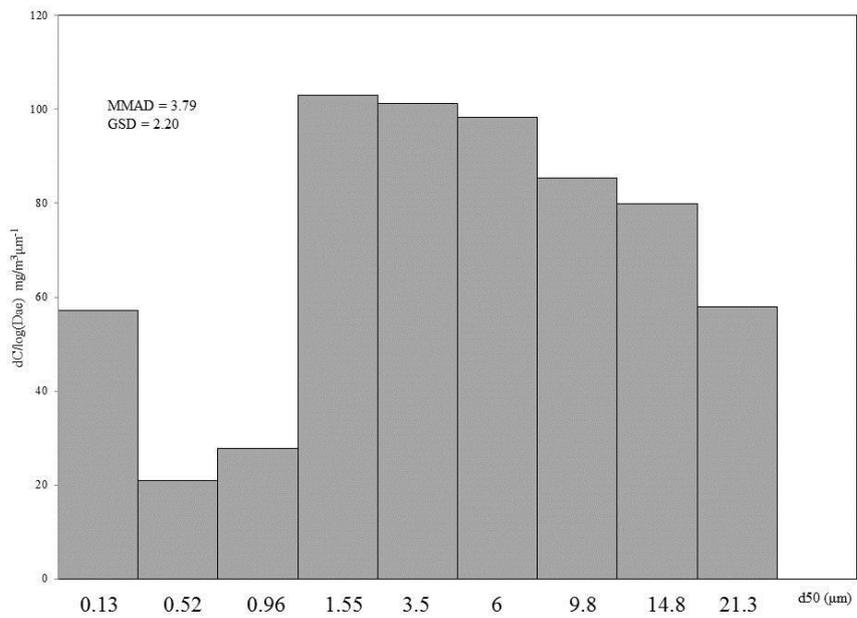


圖 43 Company G (氧化銻錫靶材回收與製造廠) 精煉課-粉碎區粉塵粒徑分佈與濃度

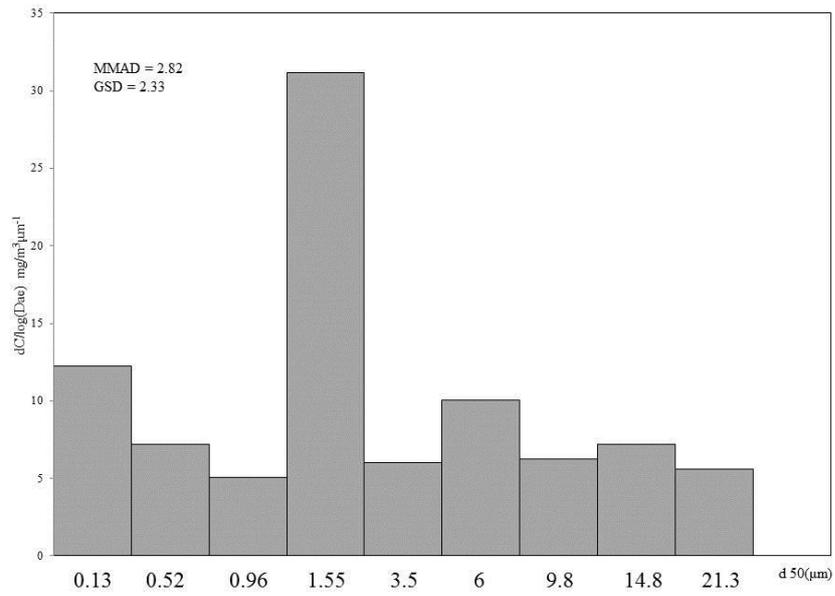


圖 44 Company G (氧化銻錫靶材回收與製造廠) 粉末課-造粒區粉塵粒徑分佈與濃度

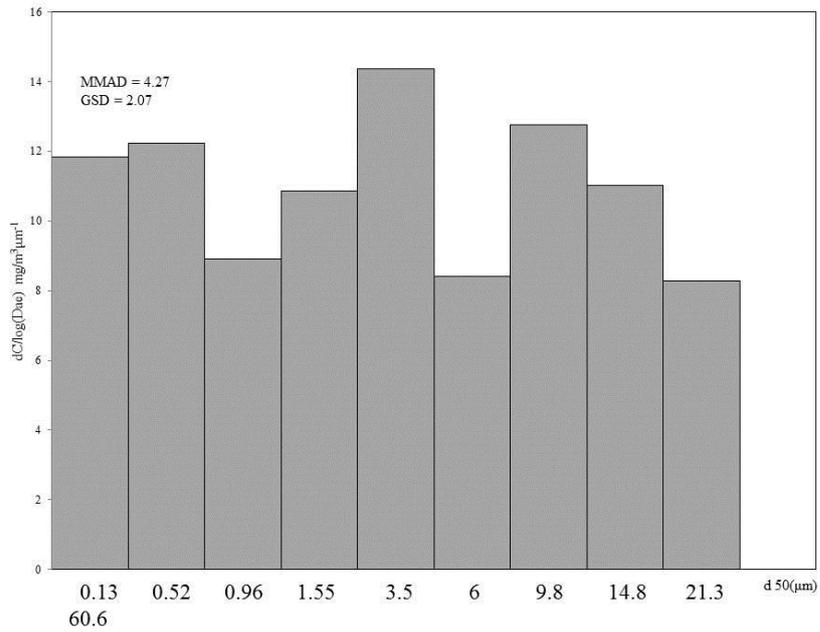


圖 45 Company G (氧化銻錫靶材回收與製造廠) 粉末課-噴霧乾燥區粉塵粒徑分佈與濃度

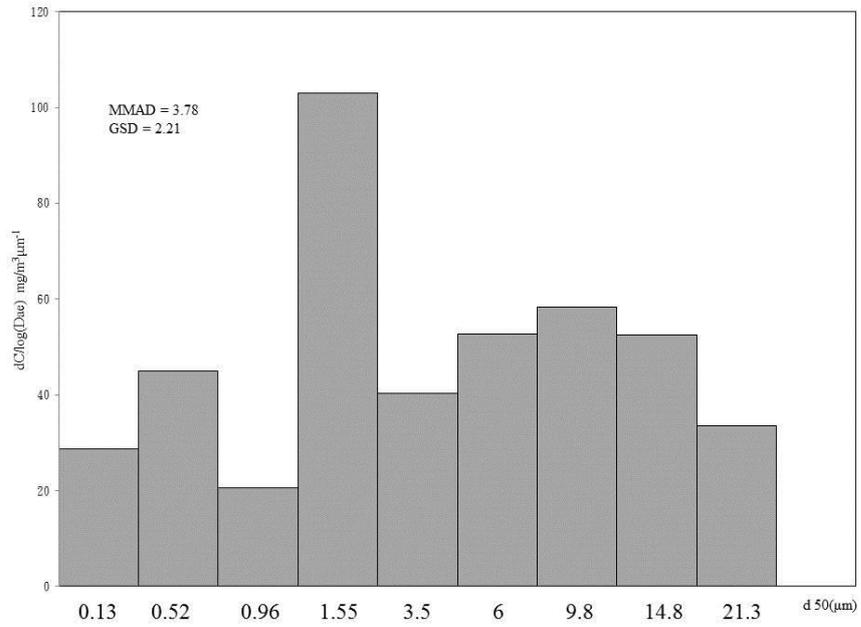


圖 46 Company G (氧化銻錫靶材回收與製造廠) 粉末課-研磨區粉塵粒徑分佈與濃度

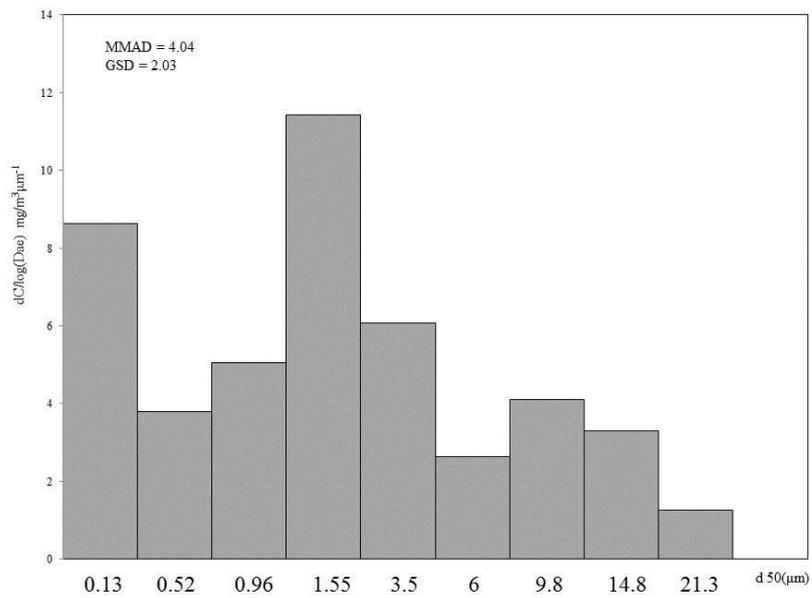


圖 47 Company G (氧化銻錫靶材回收與製造廠) 銲合課-研磨修整區粉塵粒徑分佈與濃度

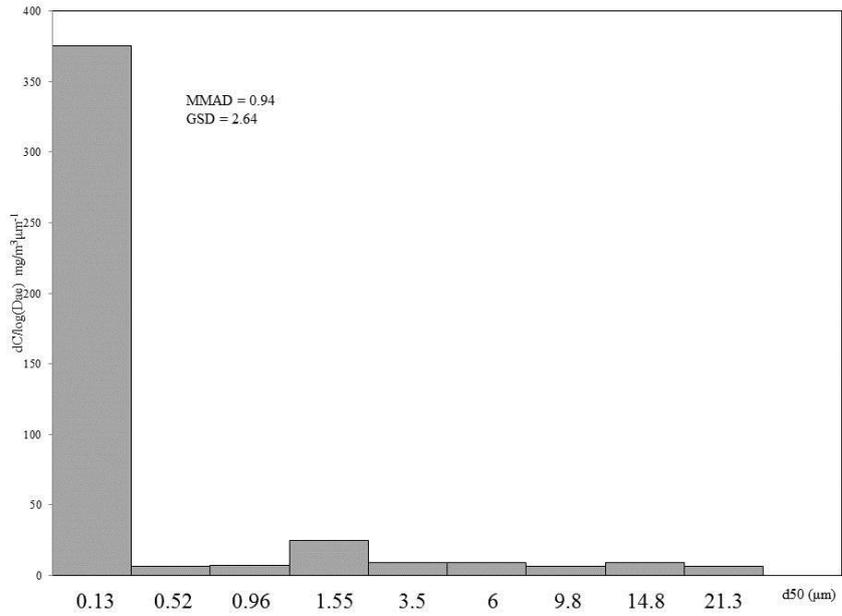


圖 48 Company G (氧化銻錫靶材回收與製造廠) 銲合課-機械加工區粉塵粒徑分佈與濃度

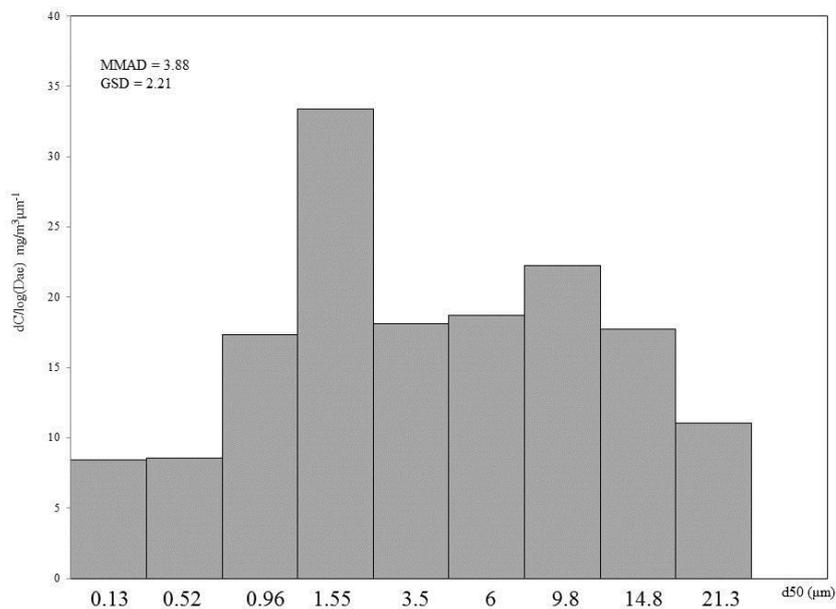


圖 49 Company G (氧化銻錫靶材回收與製造廠) 銲合課-銲合區粉塵粒徑分佈與濃度

表 15 中可以看到，Company G 各廠區及其作業區所測得的總粉塵濃度均高於容許濃度。從圖 41~49 來看，大部分作業區域的顆粒分佈都呈現雙峰或三峰的趨勢。在

Company G-精煉課粉碎區的部分，其濃度值更高出容許暴露標準 10 倍以上。以圖 43 來看，其粉碎區的粒徑分佈絕大部分落在 1.55 μm 以上，粒徑大的粉塵仍然能透過鼻腔吸入，可能沉積在鼻腔和咽喉並溶於鼻腔和咽喉的濕潤空氣中。建議在粉碎區作業的勞工作業時間需要穿戴合適之呼吸防護具來阻隔和空氣中粉塵的接觸，並縮短作業時間來降低暴露。從圖 47 來看，研磨產生的顆粒粒徑分佈落於 0.13 μm 至 1.55 μm ，以粒徑小的顆粒較多，在此作業區作業的勞工會暴露於顆粒較小的粉塵。對於 Company G 粉末課的研磨區出現了高於容許暴露標準的現象，代表空氣中粉塵濃度極高，從圖 46 中可以看出，粒徑大於 1.55 μm 的顆粒佔絕大部分，因此，空氣中含有較高濃度的大顆粒粉塵。必須注意合適之呼吸防護具的佩戴。由圖 48 可以看到由機械研磨出的顆粒集中於 0.13 μm ，於此區進行作業的勞工應特別注意防護具的穿戴，建議使用動力過濾式呼吸防護具（PAPR）來阻隔空氣中的粉塵。

第五章 結論與建議

第一節 結論

作業環境測定結果顯示 3 種作業類型的公司中，因為顯示器面板製造廠各廠已設置之作業機台空間配置及 PM 方法各不相同，顯示器面板製造廠 PM 作業時，瞬間空氣中氧化銻錫粉塵濃度非常高，最高可超過容許暴露標準 18 倍(PEL-TWA, 0.1 mg/m^3)。氧化銻錫靶材回收與製造廠在回收破碎區與製粉部門，因機台無有效密閉，而且作業區域無確實分隔，氧化銻粉塵逸散嚴重，測得的結果最高可超過容許暴露標準 56 倍。氧化銻錫靶材製造廠機械加工作業（研磨或切割等作業）都在密閉的機台中進行濕式作業，作業環境大多可以將空氣中氧化銻錫粉塵濃度控制低於 0.01 mg/m^3 ，只有少部分超過容許暴露標準值，測得銻粉塵濃度最高超過容許暴露標準 2 倍，有作業勞工仍暴露在較高濃度的銻粉塵中。

粉塵粒徑分佈測定結果顯示在氧化銻錫濺鍍靶製造廠、氧化銻錫靶材回收與製造廠與液晶顯示器面板製造廠的各作業區域中，顆粒的分佈範圍幾乎都落於 $0.96 \mu\text{m} \sim 1.55 \mu\text{m}$ 之間，若無適當呼吸防護具保護，顆粒可能深入肺泡造成肺部相關職業病的發生。

根據文獻顯示氧化壓力指標能預測基因斷裂導致細胞凋亡或脂質過氧化等氧化壓力的傷害，而測量抗氧化酵素指標能了解人體內的自由基狀況，此次研究僅能顯示血中銻濃度與 DNA 傷害有相同趨勢，另因氧化銻錫難溶特性而可長存於肺部，可能導致對抗氧化酵素 SOD、GPx 和 GST 及 MDA、8-OH-dG 等指標的持續影響趨勢，但除了 SOD、GPx、GST 外，尚有其他非酵素之抗氧化劑，但因無確定總抗氧化能力(ORAC)，故僅能了解氧化壓力增加的趨勢。利用這些指標能讓我們評估勞工暴露在有害粉塵中對勞工可能之傷害進行預測，並透過管理手段與工程改善防止勞工職業疾病之發生。

國外文獻也顯示，勞工暴露在較高的濃度銻粉塵中，將可能造成肺部相關疾病，此次調查也發現防護措施較差之工廠確實有較高之血中銻濃度及氧化性傷害等指標異常現象，長期低濃度暴露勞工雖然已做相關防護措施，但仍然有高之血中銻濃度及氧化性傷害等指標異常現象，因此銻相關作業勞工需長期追蹤及關心。從各種銻作業類型的暴露指標結果顯示，動力過濾式呼吸防護具（Powered Air-Purifying Respirators,

PAPR) 的介入使用，確實可以減少勞工暴露到氧化銻錫粉塵，避免相關職業病發生。

第二節 建議

綜合上述結論我們有下列之建議：

- 一、根據目前的國內外作業環境測定顯示濺鍍靶製造廠之作業環境大多可以將空氣中氧化銻錫粉塵濃度控制低於 0.01 mg/m^3 ，維持作業場所整潔及再加強落實勞工呼吸防護具佩戴即可。但 Company F 作業區空間小，除需落實作業的勞工佩戴適當的防護，建議將作業區域區隔更多的獨立空間，阻隔氧化銻錫粉塵逸散，避免所有勞工暴露在逸散的氧化銻錫粉塵中。
- 二、顯示器面板製造廠 PM 作業時，瞬間空氣中氧化銻錫粉塵濃度非常高，但因為各廠已設置之機台空間配置及 PM 方法各不相同，較難有統一的工程改善方法，僅能採取作業時密閉包圍方式或獨立 PM 空間隔離作業區域，防止氧化銻錫粉塵外逸，並佩戴適當呼吸防護具。而在未來新廠或新機台設立時可針對此問題規劃獨立運作 PM 空間，以免氧化銻錫粉塵逸散至其他工作區域，造成其他人員氧化銻錫粉塵暴露。
- 三、氧化銻錫靶材回收與製造廠在回收破碎區與製粉部門，建議將機台有效密閉，避免勞工直接接觸，而且作業區域確實分隔，避免粉塵逸散，並建議在所有高濃度暴露區域的作業勞工都要佩戴適當呼吸防護具。
- 四、研究報告之氧化銻錫粉塵環境測定結果顯示，建議對於作業環境之空氣中銻粉塵濃度訂定更嚴格的容許暴露標準，以降低作業環境中勞工的氧化銻錫粉塵暴露，避免相關職業病之發生。
- 五、動力過濾式呼吸防護具 (Powered Air-Purifying Respirators, PAPR) 的介入使用確實可以減少勞工暴露到氧化銻錫粉塵，除要求廠商改善銻相關的作業環境降低作業環境中氧化銻錫粉塵濃度外，建議雇主提供適當之呼吸防護具。
- 六、氧化銻錫溶解度不佳，且代謝時間極長，可長達 60 週以上，若粉塵進入肺部將長期影響勞工，容易有累積之情況，除使用適當呼吸防護具外，建議勞工需注意個人衛生，與養成良好清潔衛生習慣，阻絕其他進入體內途徑。下工

時不要將工作服穿回家，避免將污染帶回家，造成家中其他成員暴露不必要危害。

七、為提升職場上勞工的健康，對於在銻或氧化銻錫作業環境之勞工建議應定期進行特殊健康檢查，如檢查血液和尿液中銻，即時追蹤和了解暴露狀況，並介入改善，以保障勞工身心之健康。

誌 謝

本研究參與人員除本所吳宗鋼助理研究員及陳成裕副研究員外，另外中山醫學大學劉宏信教授、弘光科技大學陳秀玲教授、中華醫事科技大學方信裕副教授之協助，與參與調查的事業單位之配合，謹此敬表謝忱。

参考文献

- [1] Homma T, Ueno T, Sekizawa K, “Interstitial pneumonia developed in a worker dealing with particles containing indium-tin oxide” *J. Occup. Health*, 2003; 45(3):137-9.
- [2] Homma T, Miyamoto A, S. Sakamoto, “Pulmonary fibrosis in an individual occupationally exposed to inhaled indium-tin oxide” *Eur. Respir. J.*, 2005 Jan; 25(1):200-4.
- [3] Chonan T, Taguchi O, Omae K, “Interstitial pulmonary disorders in indium-processing workers” *Eur. Respir. J.*, 2007 ; 29(2):317-24.
- [4] Nakano M, Omae K, “Causal Relationship between Indium Compound Inhalation and Effects on the Lungs” *J Occup Health* 2009 ; 51:513-521.
- [5] Hamaguchi T, Omae K, Takebayashi T, “Exposure to hardly soluble indium compounds in ITO production and recycling plants is a new risk for interstitial lung damage” *Occup. Environ. Med.*, 2008; 65:51-5.
- [6] Omae K, Nakano M, “Indium lung—case reports and epidemiology” *Int Arch Occup Environ Health* (2011) 84:471–477.
- [7] Cummings KJ, Walter E, Donat WE, Etensohn DB, Roggli VL, Ingram P, Kreiss K Pulmonary alveolar proteinosis in workers at an indium processing facility. *Am J Respir Crit Care Med* (2010) 181:458–464.
- [8] Xiao YL, Cai HR, “Pulmonary alveolar proteinosis in an indium-processing worker.” *Chinese Medical Journal* 2010;123(10):1347-1350.
- [9] Hinds WC, Kennedy NJ, “Inhalability of large particles for mouth and nose breathing” *J. Aemsol Sci. Vol. 29, Suppl. I. pp. S277-S278*, 1998.
- [10] Konarski P, “Core–shell morphology of welding fume micro- and nanoparticles” *Vacuum* 70 (2003) 385–389.
- [11] Oberdörster G, Ferin J, “Thermal degradation events as health hazards: Particle vs gas phase effects, mechanistic studies with particles.” *Acta Astronautica* Volume 27, July 1992, Pages 251–256.
- [12] Antonini JM, “Freshly generated stainless steel welding fume induces greater lung inflammation in rats as compared to aged fume” *Toxicology Letters* Volume 98, Issues 1–2, 1 September 1998, Pages 77–86.

- [13] Hung HF, Wang CS, “Experimental determination of reactive oxygen species in Taipei aerosols” *Journal of Aerosol Science* Volume 32, Issue 10, October 2001, Pages 1201–1211.
- [14] See SW, Wang YH, “Contrasting reactive oxygen species and transition metal concentrations in combustion aerosols” *Environmental Research* Volume 103, Issue 3, March 2007, Pages 317–324.
- [15] Fubini B, Fenoglio I, “Relationship between the state of the surface of four commercial quartz flours and their biological activity *in vitro* and *in vivo*” *International Journal of Hygiene and Environmental Health* Volume 207, Issue 2, 2004, Pages 89–104.
- [16] Halliwell B, Evans P, “Assessment of peroxynitrite scavengers *in Vitro*” *Methods in Enzymology* Volume 301, 1999, Pages 333–342.
- [17] Brown DM, Wilson MR, “Size-Dependent Proinflammatory Effects of Ultrafine Polystyrene Particles: A Role for Surface Area and Oxidative Stress in the Enhanced Activity of Ultrafines” *Toxicology and Applied Pharmacology* Volume 175, Issue 3, 15 September 2001, Pages 191–199.
- [18] Nagano K, Gotoh K, “Two- and 13-week Inhalation Toxicities of Indium-tin Oxide and Indium Oxide in Rats”, *J Occup Health* 2011; 53: 51–63.
- [19] Tanaka A, Hirata M, “Chronic Pulmonary Toxicity Study of Indium-Tin Oxide and Indium Oxide Following Intratracheal Instillations into the Lungs of Hamsters” *J Occup Health* 2010; 52: 14–22.
- [20] Lison D, Laloy J, Corazzari I, Muller J, Rabolli V, Panin N, Huaux F, Fenoglio I and Fubini B, “Sintered Indium-Tin-Oxide (ITO) Particles: A New Pneumotoxic Entity” *Toxicological Sciences*, 2009; 108(2), 472–481.
- [21] Yamazaki K, Tanaka A, Hirata M, “Long Term Pulmonary Toxicity of Indium Arsenide and Indium Phosphide Instilled Intratracheally in Hamsters” *J. Occup. Health*, 2000; 42:169-78.
- [22] Uemura T, Oda K, Omae K, “Effects of intratracheally administered indium phosphide on male Fischer 344 rats”. *J Occup Health* 1997; 39: 205–210.
- [20] Gottschling BC, Maronpot RR, Hailey JR, Peddada S, Moomaw CR, Klaunig JE, and Nyska A, “The Role of Oxidative Stress in Indium Phosphide-Induced Lung Carcinogenesis in Rats” *Toxicological Sciences*, 2001; 64, 28–40.

- [24] Omura M, Tanaka A, Hirata M, “Testicular Toxicity Evaluation of Indium-Tin Oxide” J. Occup. Health, 2002; 44:105-7.
- [25] Takagi R, Suzuki Y, Seki Y, “Indium Chloride-induced Micronuclei in In Vivo and In Vitro Experimental Systems” J Occup Health 2011 ; 53:102-109.
- [26] Hoet P, Graef ED, Swennen B, “Occupational exposure to indium: what does biomonitoring tell us?” Toxicology Letters (2011).
- [27] Monika MS, Kozics K, Andrea B, Eva R, Pastorek M, Dominik V, Barbora B, Filip R, Alena G, Toxicology Letters 226 (2014) 303–313.
- [28] Cummings KJ, Suarathana E, Edwards N, Liang XM, Stanton ML, Day GA, Saito R and Kreiss K, AMERICAN JOURNAL OF INDUSTRIAL MEDICINE 56:300–307 (2013).
- [29] Choi SY, Won YL, Kim DY, “Interstitial Lung Disorders in the Indium Workers of Korea: An Update Study for the Relationship With Biological Exposure Indices” AMERICAN JOURNAL OF INDUSTRIAL MEDICINE 2014 DOI 10.1002 22402.
- [30] Tanaka A, Hirata M, Omura M, “Pulmonary Toxicity of Indium-Tin Oxide and Indium Phosphide after Intratracheal Instillations into the Lung of Hamsters” J. Occup. Health, 2002; 44:99-102.

附錄一 氧化銻錫作業員工健康調查問卷

訪問日期：民國_____年____月____日

員工姓名：_____

一、基本資料

1. 性別：_____ (1) 男 (2) 女
2. 生日：民國_____年____月____日
3. 身高：_____cm；體重：_____kg
4. 請問您的教育程度是：_____
 - (1) 未受正規教育 (2) 小學 (3) 國中 (4) 高中(職)
 - (5) 大專 (6) 大學 (7) 研究所以上 (8) 其他 _____
5. 上班時段：固定班 (早班；晚班；大夜班)
 - 輪班制 (早班____天/週；晚班____天/週；大夜班____天/週)

二、職業及相關暴露史

1. 請問您於本公司工作情形：

工作史				暴露史	
作業內容	工作部門	職 稱	服務年資	粉塵暴露	暴露時間

2. 請問您平均每天上班時間？_____小時

3. 防護具使用情形：

防護具使用類型 【可複選】	使用頻率： 1. 從未穿戴使用 2. 偶而穿戴 3. 大約有一半工作時間使用 4. 使用超過一半工作時間	使用時間 小時/天	更新頻率： 1. 每日更換 2. 每週 2-3 次 3. 每週 1 次 4. 每月更換
------------------	--	--------------	---

	5. 工作時都有穿戴使用		5. 其他: 請註明
1. 防塵口罩			
2. 活性炭口罩			
3. 一般棉布口罩			
4. 棉布手套			
5. 其他: _____			

4. 您曾在本廠以外之下列工廠或公司工作過嗎？(每週 30 小時以上，工作半年以上之經歷)

有 沒有 (答「有」者，請繼續回答框內問題)

工作場所	工作項目	期間(年)
粉塵暴露工作場所 ()		
非粉塵暴露工作場所 ()		

5. 請問您是否曾在其他相似之工廠工作達三個月以上？_____ (0) 否 (1) 是 [續答 5-1]

5-1 請問您於該公司工作情形：

工作史				暴露史	
作業內容	工作部門	職 稱	服務年資	粉塵暴露	暴露時間

6. 請問您於工作結束後之洗手方式為？_____

(1) 僅使用清水清洗

(2) 使用肥皂清洗

(3) 使用其他物質清洗，該物質是 _____

三、生活習慣

A. 吸菸狀況

A-1. 現在您是否有吸菸的習慣？_____ [每天 1 支以下，或一生吸菸少於 20 包者，

答否]

(0) 否 (1) 是

A-2. 請問您是否曾戒菸? _____

(0) 否 (1) 是, 且現在不抽了 [跳答 B 項] (2) 是, 但現在又抽了

A-3. 扣去您戒菸的時間, 您總共抽多少年的菸? _____年

A-3-1 平均每天抽多少支香菸? _____支/天

A-4. 請問您是抽何種菸? _____

(1) 一般濃菸 (2) 淡菸 (3) 涼菸 (4) 其他__ (不知濃淡菸者, 請寫廠牌)

A-5. (1) 在今天, 從起床到現在目前抽血時, 共抽了__支香菸

(2) 在今天抽血前 24 小時, 共抽了__支香菸

B. 旁流煙

B-1. 目前您身旁是否常有人吸菸? _____ (0) 否 (1) 是 [請跳答 B-3 題]

B-2. 目前您每天在工作場所暴露到二手菸大約為__小時

B-3. 目前與您同住的家人是否有吸菸? _____

(0) 否 (1) 是, 有__人吸菸 [不包括自己吸菸]

B-4. 請問您下班後, 大約有__小時會接觸到二手菸

B-5. 請問您家中是否有點香 (包括檀香)? _____

(0) 否 (1) 少於 1 個小時 (2) 1-2 個小時 (3) 2-4 個小時 (4) 4-8 個時

(5) 超過 8 個小時

C. 喝酒狀況:

C-1. 您是否有喝酒的習慣? _____ [每週一次以上才算“是”]

(0) 否 (1) 是 [續答下題]

C-2. 若您已戒酒, 扣去您戒酒的時間, 您大約總共喝了多少年的酒? _____年

D. 其他習慣:

D-1. 請問您是否有運動的習慣 [每週一次算“是”, 要有流汗]? _____ (0) 否

(1) 是

四、健康史

(一) 自覺症狀

4-1-1. 請問您進入本廠工作前, 平日是否有身體不適之情況? _____ (0) 否

(1) 是

4-1-2. 請問您進入本廠工作後, 平日是否有身體不適之情況? _____

(0) 否 [請跳答第二大題] (1) 是

4-1-3. 請問您進入本廠後之自覺症狀：

發生頻率：1 每天；2 每星期一次以上；3 每個月一次以上；4 一個月以上

發生週期：1 近一個月；2 近半年；3 近一年；4 一年以上

症狀	否 是	發生頻率 (多久發生一次)	發生週期 (此症狀的時間)
1. 結膜炎(眼睛紅腫癢痛)	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
2. 重聽(聽力變差)	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
3. 鼻黏膜刺激感	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
4. 喉嚨刺激感	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
5. 反覆性喉嚨痛	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
6. 咳嗽	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
7. 咳痰	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
8. 喘鳴或氣喘性的聲音	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
9. 呼吸困難	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
10. 胸悶	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
11. 心悸	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
12. 頭痛	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
13. 情緒不安	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
14. 記憶力變差	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
15. 關節腫脹或疼痛，關節炎	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
16. 手腳麻木	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
17. 皮膚過敏(癢或起疹子)	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
18. 發燒(自覺體溫升高)	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
19. 容易疲倦	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
20. 其他，_____	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>

(二)請問您有沒有因為以下的疾病看過醫生？（經西醫師診斷才算）

系統	疾病	否 是	該疾病是否 是家族史	已從事目前 行業
眼	1.白內障	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是
	2.青光眼	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是
	3.結（角）膜炎	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是
	4.其他，_____	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是
耳鼻喉	1.鼻中膈彎曲	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是
	2.穿孔性鼻腔潰爛	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是
	3.過敏性鼻炎	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是
	4.慢性鼻竇炎	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是
	5.聽力障礙（重聽）	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是
	6.慢性中耳炎	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是
神經系統	1.偏頭痛	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是
	2.多發性神經炎	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是
	3.癲癇（羊癲）	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是
	4.巴金森式症候群	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是
	5.平衡困難	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是
	6.腕道症候群	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是
	7.坐骨神經痛	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是
	8.其他，_____	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是
精神方面	1.失眠症	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是
	2.憂鬱症	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是
	3.精神疾病(精神分裂或妄想症)	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是
	4.焦慮或精神官能症	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是
呼吸系統	1.塵肺病	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是
	2.肺水腫	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是
	3.慢性支氣管炎	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是
	4.氣喘	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是
	5.結核病（肺癆）	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是
	6.肋膜炎	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是
	7.肺氣腫	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是
	8.肺功能異常：肺活量、最大呼氣量檢查	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是
心臟血管	1.心臟病	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是
	2.高血壓	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是
	3.冠狀動脈疾病	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是
	4.心律不整	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是
	5.其他心臟病,請詳列:_____	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否； <input type="checkbox"/> 是

系統	疾病	否 是	該疾病是否 是家族史	已從事目前 行業
皮膚	1.皮膚炎(刺激性,過敏性)	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是
	2.手腳角質化(角化病)	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是
	3.皮膚黴症(生癬)	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是
消化系統	1.腸胃炎	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是
	2.消化道潰瘍	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是
	3.肝硬化	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是
	4.肝、膽結石	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是
	5.黃疸、B(C)肝炎	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是
	6.胰臟炎(腰尺炎)	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是
	7.疝氣(墜腸)	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是
生殖泌尿系 統	1.膀胱炎	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是
	2.腎結石	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是
	3.尿酸過高	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是
	4.尿道發炎	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是
	5.不孕症	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是
	6.腎臟病變	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是
血液	1.貧血(血色素:男性 14;女性:12)	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是
	2.再生不良性貧血	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是
	3.紫斑症	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是
	4.白血球增多症	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是
	5.白血球減少症	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是
內分泌系統	1.糖尿病	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是
	2.甲狀腺腫大	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是
	3.甲狀腺功能亢進	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是
	4.甲狀腺功能低下	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是
肌肉骨骼	1.紅斑性狼瘡	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是
	2.風濕性關節炎	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是
	3.肌腱炎	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是
	4.骨折, _____(部位)	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是
	5.其他關節炎(退化性、痛風或其他 __)	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是
	6.椎間盤突出(骨刺)	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是
	7.肌張力不全症	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是
其他:如癌 症(請詳填)	1.	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是
	2.	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是
	3.	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是

訪員簽名: _____ 日期: _____

附錄二 氧化銻錫作業員工健康調查問卷（英文版）

Health Survey Form for ITO (Indium Tin Oxide)

Interview Date: _____Year____Month____Day

Employee Name: _____

I. Basic Data

6. Sex : _____ (1) Male (2) Female
7. Birthday : _____Year____Month____Day
8. Height : _____cm ; Weight : _____kg
9. What is your educational level : _____
 (1) Not Educated (2) Elementary (3) Junior High (4) Senior High
 (Vocational)
 (5) 2-years college (6) College (7) Research Institute (8) Others

10. Working Time :
 Fix Shift (Day Shift ; Night Shift ; Late Night Shift)
 Shift Rotation (Day Shift _____days/week ; Night Shift _____days/week ;
 Late Night Shift _____days/week)

II. Occupational and Related Exposure History

1. What is your working condition in our company :

Work History				Exposure History	
Job Details	Department	Job Title	Year of Service	Exposure to Dust	Exposure Time

2. How many hours do you work every day? _____Hour

3. Condition of using protective gear:

Type of Protective Gear (Multiple Selection)	Frequency of use : 1. Never use it 2. Use it sometimes	Using time Hrs/day	Frequency of changing to a new one : 1. Daily
---	--	-----------------------	--

	3. Use it less than half of my working time 4. Use it longer than half of my working time 5. Use it the whole time		2. 2-3 Times a week 3. Once a week 4. Monthly 5. Other: please state clearly
6. Dust proof mask			
7. Carbon mask			
8. Ordinary mask			
9. Cotton gloves			
10. Other : _____			

4. Have you ever worked at other company or factory aside our company? (30 hours or more per week, 6 months of experience or more)
 Yes No (if yes, please answer the question below)

Working Area	Item of work	Period (Year)
Dust exposure working area ()		
None dust exposure working area ()		

5. Have you ever worked at similar factory as like our company over 3 months? _____ (0)
no (1) yes (if 'yes', please continue

5-1 What is your work condition with the said company :

Work History				Exposure History	
Job Details	Department	Job Title	Year of Service	Exposure to Dust	Exposure Time

6. How do you wash your hand after work? _____
(1) Wash with clean water only
(2) Wash with soap
(3) Wash with other material, such material was _____

III. Life style

A. Smoking Condition

A-1. Do you have a smoking habit? _____ (If below 1 cigarette/day or less than 20 packs

for the entire life, please answer **No**)

(0) No (1) Yes

A-2. Have you ever tried to quit smoking? _____

(0) No (1) Yes, I don't smoke anymore [Go to B item] (2) yes, but I smoke again.

A-3. How many years do you smoke (deduct the time you quit smoking)? ____ Year

A-3-1 How many cigarettes do you smoke a day? _____ Cigarette/day

A-4. What kind of cigarettes do you smoke? _____

(1) Regular (2) Light (3) Menthol (4) Other__ (Please write down the brand name if you don't know what kind of cigarettes you smoke.)

A-5. (1) Today, Before drawing blood, I have already smoked _____cigarettes since I woke up.

(2) 24 hours before I draw blood, you have smoked _____ cigarettes.

B. Passive Smoking

B-1. Do people often smoke a cigarette near you? _____ (0) No (1) Yes [Go to B-3 item]

B-2. Currently, approximately how many hours are you exposed to passive smoking at your working area daily? _____hours

B-3. Currently, is there a family members who smoke and live with you? _____

(0) No (1) Yes, _____ people smoke (excluding yourself)

B-4. How many hours are you exposed to passive smoking after work? __Hour(s)

B-5. Do you light incense at home (including sandal wood)? _____

(0) No (1) Less than 1 hour (2) 1-2 hours (3) 2-4 hours (4) 4-8 hours

(5) More than 8 hours

C. Alcoholic Drinking Condition:

C-1. Do you have a drinking habit? _____(Only answer "Yes" if it is over 1 time a week)

(0) No (1) Yes (continue the following question)

C-2. If you already quit drinking (deduct the time your trying to quit) , for how many years had you been drinking? _____year(s).

D. Other Habit:

D-1. Do you have other sport habit? (Once a week considered as "yes", but you must sweat)

____ (0) No (1) Yes

IV. Health History

1. Self-aware Syndrome (subjective symptom)

4-1-1. Before you enter our company, do you have any illness with your body on ordinary day?

_____ (0) No (1) Yes

4-1-2. After you enter our company, do you have any illness with your body on ordinary day?

_____ (0) No (please go to question 2) (1) Yes

4-1-3. How is your self-awareness syndrome after you entered our company:

Frequency: 1. Everyday; 2. More than once a week; 3. More than once a month; 4. More than a month

Occurring Cycle : 1. Almost a month; 2. Almost half year; 3. Almost one year; 4 More than one year

Syndrome	N Y		Frequency	Occurring Cycle
			(How often it happens)	(Period of having Symptom)
1. Conjunctivitis (Red, swelling and itchy eyes)	<input type="checkbox"/> N	<input type="checkbox"/> Y	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
2. Hard of Hearing (Hearing becomes worse)	<input type="checkbox"/> N	<input type="checkbox"/> Y	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
3. Nasal Mucosa becomes stimulating	<input type="checkbox"/> N	<input type="checkbox"/> Y	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
4. Throat becomes stimulating	<input type="checkbox"/> N	<input type="checkbox"/> Y	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
5. Repeatable sore throat	<input type="checkbox"/> N	<input type="checkbox"/> Y	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
6. Coughing	<input type="checkbox"/> N	<input type="checkbox"/> Y	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
7. Coughing with throat phlegm	<input type="checkbox"/> N	<input type="checkbox"/> Y	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
8. Asthma or breathing like having Asthma	<input type="checkbox"/> N	<input type="checkbox"/> Y	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
9. Hard to breathe	<input type="checkbox"/> N	<input type="checkbox"/> Y	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
10. Chest tightness	<input type="checkbox"/> N	<input type="checkbox"/> Y	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
11. Palpitation	<input type="checkbox"/> N	<input type="checkbox"/> Y	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
12. Headache	<input type="checkbox"/> N	<input type="checkbox"/> Y	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
13. Emotionally unstable	<input type="checkbox"/> N	<input type="checkbox"/> Y	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
14. Bad memory	<input type="checkbox"/> N	<input type="checkbox"/> Y	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
15. Swelling or painful joints	<input type="checkbox"/> N	<input type="checkbox"/> Y	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
16. Numbness of hands and feet	<input type="checkbox"/> N	<input type="checkbox"/> Y	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
17. Skin Allergy (itchy or having rash)	<input type="checkbox"/> N	<input type="checkbox"/> Y	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
18. Having a fever (high body temperature)	<input type="checkbox"/> N	<input type="checkbox"/> Y	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
19. Getting tired easily	<input type="checkbox"/> N	<input type="checkbox"/> Y	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
20. Others	<input type="checkbox"/> N	<input type="checkbox"/> Y	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>

2. Have you ever seen the doctor because of the following symptoms? (Only the cases being diagnosed by a doctor)

System	Sickness	N Y	Is it based on family history	Already been doing this job
Eye	1. Cataract	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> Y	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> Y	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> Y
	2. Glaucoma	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> Y	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> Y	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> Y

System	Sickness	N	Y	Is it based on family history	Already been doing this job
	3. Conjunctivitis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	4. Others _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ENT	1. Deviated Septum	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2. Perforation of Nasal Ulcers	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	3. Allergic Rhinitis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	4. Chronic Sinusitis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	5. Hearing Impairment (Hard of hearing)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	6. Chronic Otitis Media	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nervous System	1. Migraine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2. Polyneuritis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	3. Epilepsy	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	4. Parkinson-Type Syndrome	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	5. Balance difficulty	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	6. Carpel Tunnel Syndrome	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	7. Sciatica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	8. Others _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mental	1. Insomnia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2. Depression	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	3. Mental Illness Disorder (Schizophrenia or Paranoia)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	4. Anxiety or Neurosis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Respiratory	1. Pneumoconiosis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2. Pulmonary Edema	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	3. Chronic Bronchitis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	4. Asthma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	5. Tuberculosis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	6. Pleurisy	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	7. Emphysema	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	8. Abnormal Pulmonary Function	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cardiovascular	1. Heart Disease	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2. Hypertension	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	3. Coronary Artery Disease	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	4. Arrhythmia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	5. Other heart disease, please state: _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Skin	1. Dermatitis (irritation, allergy)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2. Keratosis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	3. Ringworm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1. Gastroenteritis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

System	Sickness	N	Y	Is it based on family history	Already been doing this job
Digestive system	2. Gastrointestinal Ulcers	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	3. Liver Cirrhosis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	4. Liver Stones, Gallstones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	5. Jaundice, B (C) Hepatitis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	6. Pancreatitis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	7. Hernia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Reproductive & Urinary System	1. Cystitis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2. Kidney Stones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	3. High Uric Acid	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	4. Urinary Tract Infection (UTI)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	5. Infertility	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	6. Kidney Disease	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Blood	1. Anemia (Hemoglobin: Male14; Female12)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2. Aplastic Anemia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	3. Purpura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	4. Leukocytosis Syndrome	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	5. Leukopenia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Endocrine system	1. Diabetes Mellitus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2. Goiter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	3. Hyperthyroidism	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	4. Hypothyroidism	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Musculoskeletal	1. Systemic Lupus Erythematosus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2. Rheumatoid Arthritis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	3. Tendonitis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	4. Fracture, which part _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	5. Other Arthritis (degenerative, gout or other _____)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	6. Protrusion of Disc (Spur)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	7. Abnormal of muscle tension	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Other: e.g. Cancer (Please fill up)	1.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	3.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Interviewee : _____ Date : _____

國家圖書館出版品預行編目資料

銹暴露勞工追蹤與控制成效調查研究 / 劉宏信, 吳宗鋼, 陳成裕著. -- 1 版. -- 新北市 : 勞動部勞研所, 民 104.04 面 ; 公分

ISBN 978-986-04-4827-6(平裝)

1.勞工衛生 2.職業衛生

412.53

104007125

銹暴露勞工追蹤與控制成效調查研究

著者：劉宏信、吳宗鋼、陳成裕

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: 3232622984

ISBN: 978-986-04-4827-6