

出國報告（出國類別：國際會議）

2017 年美國工業衛生研討會暨展覽會出國 報告

服務機關：勞動部勞動及職業安全衛生研究所

姓名職稱：鐘順輝 助理研究員

派赴國家：美國

出國期間：106 年 6 月 1 日至 6 月 10 日

報告日期：106 年 9 月 10 日

摘要

2017 年美國工業衛生研討會暨展覽會於 6 月 3 日至 8 日在華盛頓州西雅圖市舉辦，活動的主辦單位為美國工業衛生學會及美國政府工業衛生師協會。本次大會共有來自 35 個國家及 4 千多人來自政府官員、產業界及學界的工業衛生技師及環安衛專家學者參與，大會形式有：論文發表、座談會、案例討論、環境安全衛生專題、海報張貼、專業課程及展覽區等幾種方式進行。本次會議特色從化學品全球調和制度(GHS)及奈米技術，到傳染疾病、職業暴露帶、鉍和可呼吸性結晶二氧化矽法規、以及危害物暴露管理等議題，是值得參與國際工業衛生大會及與國際交流機會。

此次研討會本所發表研究成果論文 " Survey of Toxic Metal Exposure for Automobile Refinishing Painters in Taiwan "，以過去研究發現有色漆料中常含有高濃度的重金屬成份，因此容易危害作業勞工身體健康，本研究針對國內汽車鈹噴廠之勞工，特別是使用有色漆料之作業，進行金屬危害及暴露調查。研究結果發現，油性漆中，鉛、總鉻、鐵之濃度均以黃漆最高。水性漆樣本之重金屬濃度均低於油性漆數百至幾千倍。在勞工重金屬暴露部分，油性與水性漆在個人短時間暴露量均低於容許暴露標準，但在計程車黃漆噴漆作業時，個人短時間鉛之暴露量高於短時間時量容許暴露濃度之 15-25 倍，有造成鉛危害之虞。本研究建議使用鮮豔色之汽車鈹噴廠應落實危害防制工作，也建議推動源頭之管理，限制漆料中重金屬之含量，以降低勞工之重金屬暴露。在會場各國學者對本研究踴躍發問，充分達到學術交流之目的，可見本所研究成果已達國際水準，並受到國際矚目。

而本次研討會中令人印象較為深刻的一個議題如烏克蘭石綿暴露調查研究、被動採樣器技術等，此類議題引起熱烈的討論；在展覽會場如石綿檢驗新技術、空氣游離二氧化矽即時偵測新技術及局限空間作業環境監測技術等讓人耳目一新；另實地到華盛頓州立大學西雅圖校區建築工地參訪，這州相較於全美職災率算是較低，也遠低於我國，值得我國借鏡之相當多，而現場安全衛生解說講師認為他們的工業安全衛生還有進步空間，也許對工業安全衛生從事人員來說，永遠都有努力進步空間，直到零職災為止。最後這次研討會的職業衛生相關成果將可提供我國政府機關、事業單位與學術研究機構參考，以提升我國職業衛生水準，保護我國勞工身體健康。

關鍵詞：職業衛生、重金屬、石綿、監測技術

目 次

摘要.....	1
目錄.....	2
圖目錄.....	3
第一章 出國目的.....	4
第二章 過程.....	6
第三章 參加研討會心得.....	8
第一節 發表論文心得.....	8
第二節 職業危害暴露評估心得.....	9
第三節 華盛頓州立大學西雅圖校區建築工地參訪心得.....	12
第四節 展覽區參訪心得.....	18
第四章 綜合心得及建議事項.....	24
附錄 研究成果論文" Survey of Toxic Metal Exposure for Automobile Refinishing Painters in Taiwan 內容".....	26

圖目錄

圖 1 參加 AIHCE 論文發表現場.....	8
圖 2 美國華盛頓州立大學西雅圖校區生物科學大樓新建工地現場.....	15
圖 3 美國華盛頓州立大學西雅圖校區新電腦科學大樓新建工地現場.....	15
圖 4 移動式高空作業車避免人員高架作業發生墜落意外.....	16
圖 5 大樓頂樓四周開口部分使用臨時護欄以避免人員墜落.....	16
圖 6 人員組裝通風排氣設備附近開口，勞工配戴防墜落安全帶，避免人員墜落.....	17
圖 7 人字臂起重桿吊掛物體移動時發出警告聲響避免物體掉落擊傷下方人員....	17
圖 8 為防止土石崩塌，開挖工程四周施作擋土牆.....	18
圖 9 開挖工程四周有墜落之虞開口處設有臨時護欄，以防人員墜落.....	18
圖 10 石綿快速自動計數顯微鏡.....	20
圖 11 TSI 公司展覽會場攤位.....	22

第一章 出國目的

- 1.研究領域背景相關資料發展趨勢說明：**隨著工業發展的日新月異，生產設備、原料、材料、物料及作業程序上亦日趨複雜化與多樣化，致使勞工 作業環境潛在之危害不斷增加。在工業衛生研究範圍中，化學性有害物暴露一直是我國勞工健康危害暴露中最為廣泛關心之議題，根據國內職業病通報計資料，化學性有害物中毒及人因工程所引起之職業病亦是國內職業病案例比例中最高者。目前國內雖然有相關學術研究單位或學校依據各種有害物進行各項勞工危害暴露調查研究，但相關資訊仍然十分欠缺。像石綿議題引起相關職業疾病如：惡性間皮細胞瘤、石綿肺症、肺癌、胸膜斑及瀰漫性胸膜增厚等，及目前勞工死亡於由石綿所引起的疾病者比工傷事故死亡人數高出二到三倍，故世界各國不論是政府、環保團體或工殤協會均相當關心，而石綿的檢測技術更是本議題關鍵，也是工業衛生專家關注重點；又例如暴露重金屬會導致勞工的嚴重健康危害，像會導致肺癌的重金屬致癌物包括六價鉻及其化合物、無機鎳、鎘等，尤其，最近幾年韓國針對一起職業性肺癌案例之汽車鉅金烤漆勞工作業漆料分析結果發現，色漆中含 6 價鉻、鉛、鋁、鎘等重金屬及二氧化矽，亦是國際及國內專家學者關心問題。為了提升國內企業在國際競爭力，並同時兼顧環保及保護勞工身體健康，我國必須事先預防新的化學物質、製程及技術造成新的有害物職業病發生，還有運用新的工業衛生改善技術在既有產業上輔導改善勞工工作環境，這些新知及技術唯有透過國際學術會議及參觀國際展覽會交流及分享，吸取國際最新工業衛生專業知識及觀念帶進國內，以提升國內工業衛生水準，並與國際專家學者接軌，增進我國勞工福祉。
- 2.確屬業務需要，有助提昇施政品質：**此國際研討會除了專題演講、論文發表外，並提供論壇，使各國的工業衛生學家、毒理學家、暴露分析學者、其他領域科學家能充分溝通，交流創新

研究方法學，期能促成工業衛生與危害分析技術研究能更上一層樓，預防職業傷病的發生。

3.該研討會有足資借鏡之處：2017 年美國工業衛生研討會及展覽會（American Industrial Health conference & exhibition, AIHce）於 6 月 3 日至 8 日在華盛頓州西雅圖市舉辦，其中 6 月 4 日至 7 日為主要會議，6 月 3、4、8 日為專業課程，會議場地在華盛頓州立會議中心。而該會是由美國工業衛生學會（American Industrial Hygiene Association, AIHA）及美國政府工業衛生師協會（American Conference of Governmental Industrial Hygienists, ACGIH）共同主辦。目前美國工業衛生協會的會員已超過 1 萬個，且此協會為世界各國競相模仿及學習對象，故此研討會可充分達到國際學術交流與觀摩學習的目的，並研討職業衛生與危害分析技術研究，期能喚起公共政策對職業健康與環境健康的重視，實有我國足資借鏡之處。

第二章 過程

2017 年 6 月 1 日由桃園中正國際機場啟程，6 月 2 日抵達美國華盛頓州西雅圖市，6 月 3~8 日參加 2017 年美國工業衛生研討會及展覽會（地點：華盛頓州立西雅圖會議中心），並於 6 月 9 日從西雅圖-塔科馬國際機場搭機離開美國，於 6 月 10 日飛抵國門。本次大會共有來自 35 個國家及 4 千多人來自政府官員、產業界及學界的工業衛生技師及環安衛專家學者參與，大會形式有：論文發表、座談會、案例討論、環境安全衛生專題、海報張貼、專業課程及展覽館等幾種方式進行。

本次會議特色從化學品全球調和制度(GHS)、奈米技術到傳染疾病，職業暴露帶 (occupational exposure banding)，鉍和可吸入結晶二氧化矽法規，以及危害物暴露管理等議題，其主題如下：

1. 化學及物質的危害

(Chemical and material hazards)

2. 控制

(Controls)

3. 緊急應變

(Emergency preparedness and response)

4. 環境議題

(Environmental issues)

5. 危害認知及評估

(Hazard recognition and evaluation)

6. 工業衛生職業及美國工業衛生協會

(IH profession and AIHA)

7. 工業衛生規劃管理

(IH program management)

8. 產業

(Industries)

9. 物理危害

(Physical hazards)

10. 法規及公共政策

(Regulation and public policy)

11. 安全

(Safety)

還有此次國際研討會超過有 35 個國家的學者與研究生參加，口頭論文與壁報論文發表超過 1000 篇，其內容主題涵蓋工業衛生最新研究議題及技術，及有 240 多家國際知名工安環保廠商參展，如:3M、杜邦、SKC 等，是值得參與國際工業衛生大會及與國際交流接軌機會。

第三章 參加研討會心得

第一節 發表論文心得

此次研討會發表本所研究成果論文 "Survey of Toxic Metal Exposure for Automobile Refinishing Painters in Taiwan"，以過去研究發現有色漆料中常含有高濃度的重金屬成份，其應用也相當普遍，因此較容易危害作業勞工，本研究針對國內汽車鉅噴廠之勞工，特別是使用有色漆料之作業，進行金屬危害及暴露調查。而研究方法針對汽車鉅噴廠進行實廠訪視觀察及人員訪談，以了解烤漆作業流程，並記錄勞工烤漆作業時間，並針對國產與進口之油性漆與水性漆料(顏色以黃、紅、綠、藍與白色系為主)樣本中之重金屬濃度進行分析；另外針對汽車鉅噴廠之勞工進行噴漆作業個人採樣，分析其重金屬暴露濃度。研究結果發現，油性漆中，鉛、總鉻、鐵之濃度均以黃漆最高。水性漆中，重金屬濃度均低。水性漆樣本之重金屬濃度均低於油性漆數百至幾千倍。在勞工重金屬暴露部分，油性與水性漆在個人短時間暴露量均低於容許暴露標準，但在計程車黃漆噴漆作業時，個人短時間鉛之暴露量高於短時間時量容許暴露濃度之 15-25 倍，有造成鉛危害之虞。本研究建議使用鮮豔色之汽車鉅噴廠應落實危害防制工作，如防護具之使用及烤漆室通風功能之強化，也建議推動源頭之管理，限制漆料中重金屬之含量，或輔導業者選用低重金屬含量之漆料，以降低勞工之重金屬暴露。各國學者踴躍發問，充分達到學術交流之目的，可見本所研究成果已達國際水準，並受到國際矚目，如圖 1 所示；研究成果論文則如附錄所示。



圖 1. 參加 AIHCE 論文發表現場

第二節 職業危害暴露評估心得

1. 烏克蘭(Ukraine)石綿暴露調查研究

烏克蘭本身並沒有石綿礦場，過去數十年來，該國石綿主要使用者為工業界，並從俄羅斯聯邦(占進口總量 54.5%)和哈薩克斯坦(占進口總量 45.5%)進口石綿原料，而每年石綿進口量約 8.5~10 萬噸，其進口的石綿為毒性較低的溫石綿(chrysotile)，而溫石綿又稱白石綿或纖維蛇紋石，屬於單斜晶系，化學成分為 $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ 。石綿種類繁多，有許多同質異構物，其中 90%石綿為溫石綿，比重為 2.5~2.6，纖維狀具絹絲光澤、有柔性，顏色為白色或各種綠色，通常含淡或暗色斑點，具耐酸鹼性、耐熱性、絕緣性良好等特性，機械強度如彎曲強度、抗張強度亦優良，因為是天然的纖維，所以可織成絲布。其它石綿如角閃石，其纖維較長，故致癌性也較強，其種類包括青石綿（Crocidolite）、褐石綿（Amosite）等，在烏克蘭則不進口使用。而該國約 75%居民住家屋頂材料含有石綿，且宣稱只有零星石綿間皮瘤發生率。

根據世界衛生組織(WHO)表示所有類型的石綿均會導致肺癌、間皮瘤(mesothelioma)、喉癌和卵巢癌、以及石綿沉著症(asbestosis，肺纖維化)的可能性。目前世界上約有 1.25 億人在工作場所接觸到石綿。2004 年，職業暴露導致的石綿相關性肺癌、間皮瘤和石綿沉著症導致 107,000 人死亡，及 1,523,000 失能調整後存活年（DALYs）。此外，數以千計的死亡可歸因於其他與石綿有關的疾病，以及非職業性的石綿暴露。且世界衛生組織（WHO）的附屬機構國際癌症研究機構（IARC）已經宣布石綿是第一類致癌物質。有鑑於此，多數國家（特別是已開發國家）都傾向逐漸減用甚至禁用石綿。

據烏克蘭國家衛生和流行病管理局調查報告，目前在烏克蘭有 7 家企業生產使用含溫石綿的產品，與生產直接相關的員工人數約 4000 人，及約有 5 萬人從事生產的服務。國家衛生和流行病管理局組織下衛生監督委員會為確保了對溫石綿的監控及管制，已將石綿納入國家

危害物因子登記管理。溫石綿在烏克蘭主要用於建築及冶金，而閃石石綿(Amphibole asbestos)在烏克蘭則不使用。烏克蘭對石綿企業進行國家衛生和流行病監督是依照國際勞工組織 1986 年“關於安全使用石綿的公約”(第 162 號)--SP 5809-91“石綿作業衛生規則”等第 9 條及其相關法律監管規定去執行。並根據上述公約第 10 條--企業主如更換地下管道通訊的石綿水泥管、石綿板屋頂及排氣通風系統之風管等應使用塑膠材料或金屬材料或其替代品。所有與石綿或含石綿材料的工作人員每年都會被提供身體檢查，其中包含初次受雇者及定期性接觸到石綿的勞工作業前體檢，並且根據烏克蘭衛生部發佈法令編號 2004 年 05 月 21 日第 246 號，某些工人類別的體格檢查程序須考慮到包括石綿在內的所有生產因素的整體危害曝露因子。在使用石綿或含石綿材料的工作場所進行工作場所評估時，須對工作場所空氣中危害因子進行環境監測。

2008-2011 年國家衛生和流行病學中心收集資料顯示，在 Dniprodzerzhynsk 市記錄了 1 例職業性結核病與石綿工作有關案例。2005-2007 年期間，在烏克蘭職業健康領域之頂尖研究機構--烏克蘭國家醫學科學院勞動醫學研究所(NAMS)為了解當前使用溫石綿對該國工人健康風險影響情形，並針對烏克蘭石綿水泥生產製造工人健康狀況的影響進行評估研究，其研究結果發現，該國石綿水泥企業大多數工作場所石綿環境監測濃度是在國際上最嚴格濃度範圍內(0.1 fiber/cc)，且上述研究並未確定在臨床或流行病學資料中，發現該國石綿水泥生產工作人員有職業病理學之病例。

該國根據“2008-2017 年全球工人健康行動計劃”第 10 條和“帕爾馬環境與健康宣言”第 10 條，為了立法與國際標準一致的目的，該國國家醫學科學院勞動醫學研究所起草了“國家衛生條例和標準”，使用石棉和包含石棉材質應監測工作場所空氣中的石棉纖維含量，目前烏克蘭國家法規石綿容許標準是 1fiber/cc，未來該國將會往下修訂此標準。日前，烏克蘭衛生部於 2017 年 6 月 26 日頒布了新的衛生標準，烏克蘭開始禁止使用石棉。該法案的通過

將使烏克蘭衛生部的負責法規符合國際和歐盟法令規定。

2 甲醛被動採樣器技術

自從 1973 年 Pamles 首度發表被動式採樣的論文，開始被動式採樣的的研究與發展風潮，直到 1978 年以後市面開始出現商品化的產品被應用於作業場所監測工作，其產品如 3M 公司的 Organic Vapor Monitor, DuPont 公司的 Pro-Tek Monitoring Badge, Abcor 公司的 Gasbadge Dosimeter 等等。

這種被動式採樣器材具有以一定的採樣率採集空氣中的氣體或蒸氣的能力，其採樣率的控制經由氣相擴散、液相擴散或固相滲透等原理，但是與空氣主動式的流動無關，因此一般又稱為採樣配章或被動式採樣器。這類採樣器主要係藉擴散原理，用於測量作業場所空氣中的有害物質，具有質量輕、體型小、不需要輔助動力及不影響工作等優點。故被動採樣器較優於主動採樣器的好處為不需要空氣採樣泵和校正。

1980 年代是被動式採樣器相關研究蓬勃發表的十年。1990 年代後則呈現的衰退現象，這是否表示被動式採樣器開發研究範疇已受到限制，有待時間進一步檢驗。回顧勞工作業環境測定實施辦法定期實施環測之化學物質，幾乎大部份曾經被使用被動式採樣器採樣進行研究過，但其中 37 種似乎尚未見文獻探討，主要為苯胺類、聯苯類、金屬氧化物類、無機鹽類、胺類、無機酸等。或許開發這類化學物的被動式採樣器需要克服更多的困難，如物質的安定性及標準氣體製備的技術等因素。

傳統被動式採樣裝置具有平面吸附表面的二維幾何形狀，並稱為軸向採樣器。在某些情況下，主動採樣還是空氣採樣主流，但自 1990 年以來，發展出具有 360 度吸附表面的徑向被

動式採樣裝置，藉由這種徑向對稱特性，採樣速率是軸向擴散採樣器的兩到三倍，為了使在邊界層中的分析物之濃度能擴散至被動採樣器，空氣流動經被動式採樣器必須充足的，然而主動採樣在這方面是被容許的，因為它採樣空氣連續地取代了採樣器表面的空氣。另外，美國 OSHA 建議在使用福爾馬林溶液監測甲醛暴露時採用主動採樣。這個問題在美國 OSHA 標準採樣方法編號 1007 有詳細討論。

目前有兩種類型的徑向採樣器可用：一種是 Radiello®，其包含插入擴散主體的吸附筒，其孔隙度控制化合物進入吸附表面的擴散速率；以及另一種稱為 DSD-DNPH 的一體成型裝置，其中吸收劑在取樣期間釋放到徑向擴散膜中。在美國 OSHA 採樣方法編號 1007 中規定 DSD-DNPH 使用於測定醛類物質。Radiello 採樣器是用塗有 2,4-dinitrophenylhydrazine (DNPH) 的 Florisil®作為吸附劑，而 DSD-DNPH 採樣器則使用塗 DNPH 的矽膠。醛擴散通過擴散障礙層與 DNPH 反應形成穩定的醛-DNPH 衍生物。然後將這些 DNPH 衍生物用乙腈脫附，並用 HPLC / UV 進行分析。

在許多情況下，被動採樣器是主動採樣器的另一種選擇，而且是可靠和準確的，還有節省時間和金錢等優點。目前有兩種可用的採樣器，分別是軸向和徑向，在決定使用何種採樣器時，最重要因素是採樣率和容量，以甲醛為例徑向與軸向採樣器相比，徑向設計提供更快的採樣率和更高的吸附容量。

第三節 華盛頓州立大學西雅圖校區建築工地參訪心得

營造業建築工程是一個高危險行業，其工程項目包括：新建築物、舊建築改建及修繕等。而這種工作可以使勞工面臨許多危險如：墜落、倒塌崩塌、物體飛落、感電或車輛撞擊等職

業災害，因為營造工程其施工過程有快速性及多重變化性之特性，以致於世界各國營造業職業災害所佔總職業災害比例相當高，故各國均相當重視營造工地安全衛生問題。

據美國職業安全衛生署(OSHA)統計 2015 年全美因職災死亡人數是 4836 人，每十萬人受雇勞工死亡率為 3.4 人，平均每週超過 93 人及每天有超過 13 人死亡，其中有 4379 死亡人數服務於私人企業，並有 937 人(21.4%)死於營造工程，也就是說，全美職業災害死亡人數每 5 人就有 1 人死於營造工程，在分析主要災害原因，其中墜落占 38.8%、物體飛落占 9.6%、感電占 8.6%、被夾占 7.2%。

而在本次參觀美國華盛頓州 2016 年總共發生 66 人死亡事件，每十萬人受雇勞工死亡率為 2.2，遠低於全美職業災害死亡率；而死亡勞工身份有 74%是受雇者勞工，23%本身是雇主，3%是志工；在分析其職業災害主要原因為墜落及被撞共占 57.6%，而行業別以農業、營造工程、運輸倉儲及零售業占總職災行業別的 60.6%，可見在全美營造工程職業災害占相當大比例。而美國職安署(OSHA)對於營造工地之安全衛生法令規範於 29CFR,PART 1926：SAFETY AND HEALTH REGULATIONS FOR CONSTRUCTION，因該法為美國營造業的專責法律規章，因此內容相當充實且詳盡。

在全美負責勞工安全衛生業務的中央主管機關為美國勞工部職業安全衛生署，而營造業勞工勞動檢查業務係由區域行政督導部門負責，全美共分十個區域，在每一區域皆設有辦公室，負責該區域內勞動檢查工作之策劃與推行，而本次參觀華盛頓大學西雅圖校區係屬第 10 區，該辦公室位於西雅圖市，負責範圍有華盛頓州(WA)、阿拉斯加州(AK)、愛達華州(ID)、俄勒岡州(OR)。而營造業檢查之類型，分成非計畫性之檢查、非計畫性檢查相關之檢查、計畫性之檢查、與計劃性檢查相關之檢查，與複查等五種。而檢查的執行次序為：A.檢查員出示檢查證，B.檢查前之諮商，C.作業現場之檢查，D.終結討論會。而為提升勞動檢查效率，檢查員到營造工地後，先與工地之負責人詢問，透過直接面談瞭解工地負責人對於施工安全衛

生計畫內容、危害因素、教育訓練、法規及人員動態之掌握程度，如檢查員如果認為這個工地管理妥善，即不再進一步實施檢查，相反地，則將對整個工地實施安全衛生勞動檢查。

本次安全衛生技術參觀的工地為美國華盛頓州立大學西雅圖校區正在興建兩個工地，分別是生物科學大樓及新電腦科學大樓(見圖 2 及圖 3)，而欲進入工地主任先說明該工地目前施工進度及潛在的危害因子，並提供及要求每一位進場參觀者必須配戴安全帽、安全眼鏡、防穿刺手套及安全鞋才准予進入工地，希望把危險因子降至最低。其中生物科學大樓主體結構已完成，正在內部組裝工程，如需高架組裝作業則用移動式高空作業車，方便勞工高架作業避免人員墜落如圖 4；在大樓頂樓四周開口部分均使用臨時護欄圍住，以避免人員墜落如圖 5；人員正在組裝通風排氣設備時附近有墜落之虞開口，要求勞工配戴防墜落安全帶，避免人員墜落如圖 6。而另一工地電腦科學大樓則正在大樓基礎工程，而到該工地人字臂起重桿正在吊掛物體，移動時發出警告聲音避免物體飛落擊傷下方人員如圖 7；為防止土石崩塌，開挖工程四周均有施作擋土牆如圖 8；開挖工程四周有墜落之虞開口處均有設置臨時護欄，以防止人員墜落如圖 9。以上為本次華盛頓州立大學西雅圖校區兩個建築工地實際參訪現場狀況，而華盛頓州在全美職災率算是較低，也遠低於我國，應有值得我國借鏡之處，而當時記得現場安全衛生解說講師曾講過一句話，「工業安全衛生一種文化，要融入工作環境中」，也說，「他們的工業安全衛生還有進步空間」，也許對工業安全衛生從事人員來說，永遠都有努力進步空間，直到零職災為止。



圖 2 美國華盛頓州立大學西雅圖校區生物科學大樓新建工地現場



圖 3 美國華盛頓州立大學西雅圖校區新電腦科學大樓新建工地現場



圖 4 移動式高空作業車避免人員高架作業發生墜落意外



圖 5 大樓頂樓四周開口部分均使用臨時護欄圍住以避免人員墜落



圖 6 人員正在組裝通風排氣設備時附近開口，勞工配戴防墜落安全帶，以避免人員墜落



圖 7 人字臂起重桿吊掛物體移動時發出警告聲響，避免物體飛落擊傷下方工作人員



圖 8 為防止土石崩塌，開挖工程四周施作擋土牆



圖 9 開挖工程四周有墜落之虞開口處設置臨時護欄，以防止人員墜落

第四節 展覽區參訪心得

1. 石綿檢驗新技術

目前世界各國石綿空氣中容許濃度標準大都以單位體積內石綿纖維數來計算，我國也不例外，而我國檢測方法為 CLA 2318 (位相差顯微鏡, Phase Contrast Microscopy)，此方法引進美國 NIOSH 7400 方法，這傳統方法是以人工在位相差顯微鏡底下用 Walton-Beckett 計數板將鏡檢視野面積固定，去計數面積內石綿纖維數，或者目前較先進技術是利用 CCD 顯微鏡電子目鏡攫取石綿纖維影像，再傳輸至電腦螢幕計數，不過，上述方法均需使用人的眼睛進行計算，其結果經常費時費力，尤其傳統方法在顯微鏡底下使用眼睛檢視石綿更容易造成眼睛疲勞的問題，這些難題有賴目前更先進技術來解決。

在展覽會場上，某間顯微鏡公司已發展出自動計數之檢測技術，可應用於石棉及黴菌等須計數檢測項目，這項技術可在 100 秒內完檢測，比傳統方法更快，更準確，成本更低；這項技術是利用人工智慧(AI)結合該公司獨特設計的全自動顯微鏡，及開發了一個極方便的測試軟體並自動對焦；使用它僅需將 iPhone 插在顯微鏡的目鏡上，利用 iPhone 高分辨率相機拍攝的照片技術，並啟動應用程式，AI 軟體自動分析這些圖片，便可檢測出石綿纖維數量(如圖 10)。



圖 10 石綿快速自動計數顯微鏡

2. 空氣游離二氧化矽即時偵測新技術

目前美國職業安全衛生署（OSHA）為遏制美國工人罹患肺癌，矽肺，慢性阻塞性肺病和腎臟疾病等職業病，已經通過最終法規，限制工人暴露可呼吸性的結晶型游離二氧化矽(respirable crystalline silica)容許濃度標準，這項法案由兩個標準所組成，一個是建築業，另一個是一般工業和海運業。該署估計一旦這法案發揮其應有效果，每年可拯救 600 多名勞工生命，及每年可以預防 900 名新增矽肺症案例，最後預計將每年節省約 77 億美元收益。

在美國工作場所約 230 萬名工人暴露於結晶型游離二氧化矽環境中，其中包括約 200 萬建築工人，他們工作內容像含二氧化矽的混凝土及石材之鑽孔，切割，粉碎或研磨，另外，30 萬工人則在一般工業，如磚製造、鑄造廠、水刀切割作業等。如果負責任的雇主將使用的或真空設備控制灰塵逸散，保護工人免於暴露吸入結晶二氧化矽造成健康危害。

而這次美國修法主要內容如下：1.將可呼吸性結晶型游離二氧化矽之八小時時量平均容許濃度(PEL)降低到每立方米空氣 50 微克。2.要求雇主使用工程控制（如水或通風設備）來使勞工暴露於可呼吸性結晶型游離二氧化矽濃度在法規容許標準內；若當作業環境工程控制無法達到法規標準範圍內時，將要提供呼吸防護具、限制勞工進入高濃度暴露區域、制訂危害控制計劃書、對高暴露的危害勞工提供健康檢查及對高危害暴露勞工進行教育訓練，以及如何限制降低暴露風險。3.提供健康檢查以監控高度危害暴露勞工狀況，並向他們提供說明有關其肺部健康的資訊。4.提供彈性的協助雇主(特別是小企業)，保護勞工以免受二氧化矽危害的影響。

而這次美國 OSHA 對可呼吸性結晶型游離二氧化矽容許標準降低至以前標準之 50%，現場廠商 TSI 公司提供快速精準及價格經濟性結晶型游離二氧化矽粉塵即時測量技術及儀器(如圖 11)，以作業現場即時量測可呼吸性結晶型游離二氧化矽粉塵濃度，解決以前傳統採樣方法後，並再送實驗室分析之時效性缺點，有效改善工程控制改善後之評估效率，並簡化符合美國 OSHA 適法性，同時提供現場勞工健康最好的保障。而這次儀器設備又可分成體積小之個人即時偵測儀器設備，可評估勞工長時間平均時量暴露濃度及短時間暴露濃度，另外，有體積較大且精準室外即時偵測儀器設備，可精準微量測量大氣環境懸浮微細氣膠濃度。



圖 11 TSI 公司展覽會場攤位

3. 局限空間作業環境監測技術

我國針對局限空間的定義，乃指內部無法以充分且適當之自然通風來維持內部清淨之可呼吸性空氣，非供勞工在其內部從事經常性作業，且勞工進出受限制之空間。而在美國職業安全衛生署之局限空間定義為：1.具有足夠的大小及構造讓勞工進入。2.進出方式受到限制。3.不是設計讓勞工連續停留場所。勞工在進入局限空間作業時，可能存在的危害有如：缺氧、有害氣體中毒、火災及爆炸、感電、塌陷、墜落等，故進入局限空間首先要量測該空間環境狀態，也就是所謂環境測定，在美國 OSHA 法規的 29CFR1910.134 也有如

此規定，其內容為在進入局限空間之前必須使用多種氣體監測儀進行環境監測，可見局限空間之環境監測是進入該場所必先執行工作。

在局限空間環境監測時，有幾個重要的問題需要考慮、再檢視及處理。其中主要問題之一是在進入及停留在局限空間之前，須考慮該場所空氣的品質，像空氣中氧氣含量及是否有爆炸性或有毒氣體等，也就是說該場所是否會有毒性氣體及缺氧環境，這些情形可能威脅到勞工生命安全。如果正確使用和維護的氣體監測儀器，將解除上述危害勞工安全環境。

這次在展覽會有許多直讀式多種氣體監測器，如四種氣體監測器，其監測氣體有硫化氫、一氧化碳、氧氣、可燃性氣體等，其中一家廠商—Gas Clip technologies 其直讀式多種氣體監測器最為亮眼，該公司監測器之特色是可攜帶四種監測氣體，並且可連續運轉兩年不用充電、不用校正節省測試氣體及時間、可燃性氣體感測元件(IR)在缺氧或富氧環境可精準測量且免於硫化氫或矽的干擾、及重量輕與方便攜帶等特色。

第四章 綜合心得與建議事項

1. 積極參與國際研討會吸收新資訊：

美國工業衛生研討會及展覽會是屬於世界級工業衛生會議，目前世界面臨各項重要工業衛生議題及領先工業衛生技術在研討會能獲得充分討論與溝通，故此研討會可充分達到國際學術交流與觀摩學習的目的，實有我國足以借鏡之處，建議我國未來應持續參與此類組織與活動，以提升國際地位與重視安全衛生之形象，並且吸收新資訊，作為我國制定政策參考。

2. 工業衛生未來趨勢方向如下：

(1) 全球化：工業安全衛生全球化這趨勢一直存在，而這股潮流越來越加速，如 GHS (Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals) 是聯合國為降低化學品對勞工與使用者健康危害及環境汙染，並減少跨國貿易障礙，所主導推行的化學品分類與標示之全球調和系統。

(2) 簡單化及容易化工業衛生：工業衛生儀器設備越來簡單及自動化，及使用端越友善，由於自動化儀器設備造成工作人員其工業安全衛生專業不足，並缺乏工業安全衛生專業人員監督，這些自動化將使工業安全衛生專家有些疑慮，因對收集的數據資料的不正確判斷，可能導致人員受傷及死亡，故工業安全衛生專家仍認為這些資料仍須透過專業人員數據分析。在傳統的工業衛生被認為預測，監測，評估和控制是一種藝術，雖監測在某些技術上是可以被正確的執行，但預測，評估和設計控制策略仍然需要專業判斷。

3. 石棉議題持續受到世界各國關注：

在全世界過去使用石棉的 180 個國家中，已有超過 60 個國家禁用石棉，像本次專題演講

者 Andrey Korchevskiy 工業衛生專家介紹他的家鄉烏克蘭石棉議題情況，在本次會議後數日，烏克蘭衛生部也於 2017 年 6 月 26 日頒布了新的衛生標準，烏克蘭則禁止使用石棉，並且與世界法規接軌，可見石棉議題受到已開發及開發中國家相當重視。不過，禁用使用石棉暫時解決新源頭問題，但是後續老舊使用石棉之建築物及工業產品依然還是存在，這些東西一旦遭拆除破損，石棉便會散布到空中，讓暴露者種下罹患石棉疾病的潛在風險，且石棉疾病的潛伏期約 30~50 年，故石棉舊建築物及產品之相關檢測技術及防治工作仍值得我國相關政府單位持續重視。

4.被動式採樣器新趨勢：

由於被動式採樣器具有體積小、重量輕及操作容易等特性，被動式採樣器愈來愈被世界各國應用於作為勞工環境監測評估工具，而我國至今仍未將被動式採樣器納入作業環境監測法定使用的採樣工具，故我國應加強引進被動式採樣技術在我國作業環境監測可行性研究，以迎頭趕上搭上世界潮流趨勢，照顧勞工身體健康。

附 錄

研究成果論文" **Survey of Toxic Metal Exposure for Automobile Refinishing Painters in Taiwan "**

內容

Survey of Toxic Metal Exposure for Automobile Refinishing Painters in Taiwan

Jie-Feng Dong¹, Shun-Hui Chung², Yeh-Chung Chien¹

¹ Department of Safety, Health and Environmental Engineering, National Yunlin University of Science and Technology, Yunlin County, Taiwan

² Institute of Labor, Occupational Safety And Health, New Taipei City, Taiwan

ABSTRACT

Introduction: Automobile paints frequently contain lead. Red, yellow, blue and green colored paints have been shown to have high metal content potentials and may therefor cause exposure and hazard to spray painters. This study was conducted to assess the exposure of toxic metals and evaluate the potential hazards of automobile-refinish painters in Taiwan, to reduce the risks of occupational diseases.

Methods: Field surveys were carried out and paint samples were collected from six automobile repair establishments to assess potential hazards. A total of 43 paint samples originated from US, German, Italy and Taiwan, were analyzed for Pb, Cd, Cr, Al, Cu and Fe. Additionally, the exposures of workers to toxic metals were measured on five establishments using personal (n=28) and area (n=12) samples during sanding and spray-painting.

Results: The levels of metals, and particularly Pb, Cr (total), Fe and Cu, in solvent-based paints (n=23) varied greatly among colors and brands. For example, lead concentrations ranged from below the detection limit ($\sim 0.25 \mu\text{g/g}$) to $107928 \mu\text{g/g}$ (dry film) across all samples. In water-based paints (n=20), the concentrations of Pb and Cr (total) of the order of a few to low tenths of $\mu\text{g/g}$, but the concentrations of Al and Cu exceeded those in some solvent-based paints. The personal task-based short-term exposures of workers who applied water-borne paints of popular colors, such as black and white, were generally low, with Pb levels of less than $3 \mu\text{g/m}^3$ and Cr (total) levels of less than $1 \mu\text{g/m}^3$. Mean task-based short-term exposures to Pb during the painting of a yellow taxi using solvent-based topcoat were $2036 \mu\text{g/m}^3$, which was about 14 times the Taiwan short-term

permissible exposure limit, while the mean level of exposure to Cr (total) was 291 µg/m³, which was well below the exposure limit.

Conclusions: The measurements in this work demonstrate that workers who use solvent-based brightly colored automotive paints are at high risk. Accordingly, this study calls for the immediate control of occupational metal-related hazards, and highlights the need for source control to limit heavy metals in automobile-refinish paints. Nonetheless, before such goals are realized, effective PPE may be the best means of hazard control. Biological monitoring of the body burden of metals, and screening for high-risk workers through a medical surveillance program are also suggested to control related health risks.

Keywords: airborne particles, exposure assessment, lead