

勞動及職業 安全衛生 簡訊



雙月刊

民國 105 年 2 月號

NO.

7

口罩效果很重要 但密合更重要

焦點話題

- 口罩效果很重要，但密合更重要。
- 外來殺手？PM_{2.5} 對作業場所勞工的危害探討

專題報導

- 「呼」出健康—新職業暴露技術介紹
- 營造業防止墜落勿輕忽

人物專訪

- 職業衛生研究 對症下藥更實務

PM_{2.5}常紫爆怎麼辦？

口罩怎麼戴有學問，「戴對戴好」抗PM_{2.5}才有效。

口罩效果很重要 但密合更重要

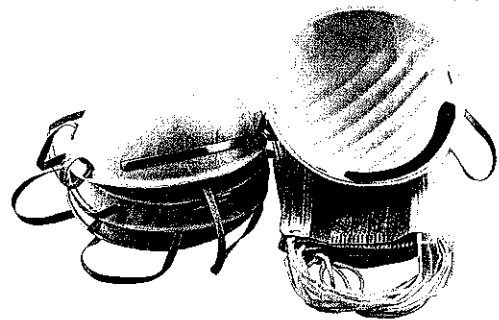
職業衛生研究組

陳春萬、杜宗明

戴口罩防 PM_{2.5} 要有效果，必須考慮口罩材料阻擋 PM_{2.5} 之效果，另外也要考慮是否戴好，如果沒有戴好，效果將會嚴重降低，失去戴口罩之目的。

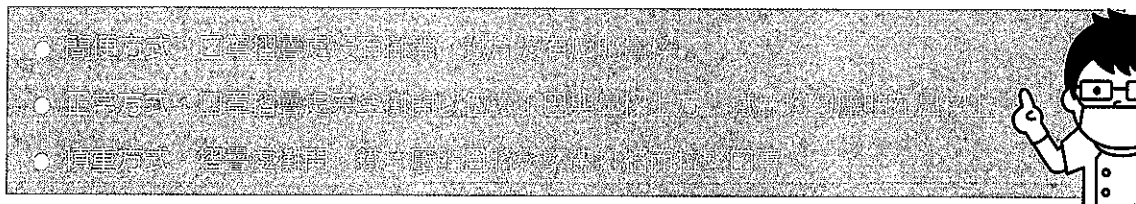
就 PM_{2.5} 來看，一般醫用口罩仍能阻擋 90%(過去勞安所測試數據可參考勞安所網站 <http://www.ilosh.gov.tw/wSite/ct?xItem=3136&ctNode=283&mp=11>--拋棄式口罩之使用注意事項)，但是實際效果仍必須考慮所呼吸的空氣是否都經過口罩，呼吸的空氣經過口罩，才能發揮口罩的效果，若是口罩沒有戴好，吸入呼出的空氣沒有通過口罩，也就沒有效果。戴好口罩，空氣才會如預期的經過口罩而將灰塵擋下，達到保護我們的目的，戴好口罩的關鍵就是要儘可能與臉部密合，避免空隙的產生。

一般職業衛生口罩可透過測試程序確認是否戴好，學術上稱為密合度測試，可以分為定性及定量二種方式。定性密合度測試由受測者感知是否嚐到或聞到散佈於呼吸空氣之測試物質，例如使用霧化器將糖精煙霧噴在受測者呼吸空氣中，若口罩戴好就不會嚐到甜味(所呼吸空氣都經過






口罩而將糖精煙霧阻擋下來)，若嚐到甜味就表示部分糖精煙霧從口罩與臉頰間縫隙跑進口罩裡，也就是口罩並未與臉頰密合，部分呼吸空氣並未經過口罩阻擋。而定量密合度測試乃利用可偵測灰塵的儀器來測定，量測口罩內部及外部的灰塵濃度，可評估戴上口罩後灰塵濃度下降的倍數，此下降的倍數在學術上稱為密合度係數，密合度係數越高代表口罩戴的越密合，而且要達到一定密合程度，才可確保已正確戴好口罩。

現階段醫用口罩仍無精確的方法可評估是否戴好，乃由於儀器無法分辨口罩好壞及有沒有戴好，不過仍可應用密合度測試概念來簡易評估戴口罩後整體之效果（口罩阻擋效果不夠好或是沒有戴好而從縫隙洩漏進來都會影響效果），本研究就是利用定量密合度測試儀器，直接量測戴上口罩後，所呼吸的空氣中灰塵下降的倍數，模擬及探討戴口罩的效果。研究使用儀器為全世界普遍使用的美國 TSI 公司之定量密合度測試儀器，勞安所 21 位同仁作為受測者接受測試，受測者坐著接受測定，設定三種戴口罩方式，呼吸模式為正常呼吸及深呼吸，每種測定 1 分鐘，三種口罩模式分別為：



21 位口罩內外濃度比值（以下稱模擬效果）平均及標準差整理如下表，平均模擬效果高低依序為慎重方式、正常方式及簡便方式，可知戴口罩方式不同，所產生之效果也就不同，要獲得比較好的效果，就要將口罩摺疊處完全攤開包覆下巴與鼻樑上方、鐵片均勻的壓貼在鼻樑上，必要時要將鬆緊帶打結以拉緊口罩。



	簡便方式 (口罩摺疊處沒有攤開，鐵片沒有壓貼鼻梁)	正常方式 (口罩摺疊處完全攤開包覆下巴與鼻梁上方，鐵片均勻的壓貼在鼻梁上)	慎重方式 (正常方式再加上將鬆緊帶打結以拉緊口罩。)
示意圖			
模擬效果平均	1.79	2.81	7.25
標準差	0.79	1.40	4.67

不過測試數據之標準差非常大，表示效果差異很大，除了測試方法會產生很大差異外，每個人戴起來效果也會有很大差異，若是適當調整戴口罩方式，密合度將會稍微提升。當然就保守統計觀點來看，由此變動的數據並不能確保可降低多少風險，也就是不能確保戴口罩可獲得多少保護，因此一般不建議戴醫用口罩來保護勞工，若是勞工暴露於過高濃度的有害物，應該要戴用效果更高密合更好的職業衛生口罩。當然若只是戴口罩來降低一些暴露，醫用口罩多少能夠達到此目的，要使用口罩來保護您自己時，選擇好的口罩固然重要，但口罩是否戴好更為重要。④

粒徑細微的 PM_{2.5} 一旦被人體吸入肺泡，可能造成不可逆的健康危害。當外部環境 PM_{2.5} 濃度升高時，工作場所應有適當管理，避免讓 PM_{2.5} 成為職災幫兇。

外來殺手？ PM_{2.5} 對作業場所勞工 的危害探討

職業危害評估研究組
謝男鴻、吳宗鋼

你聽過 PM_{2.5} 嗎？你懂 PM_{2.5} 嗎？PM_{2.5} 跟勞工有甚麼關係？

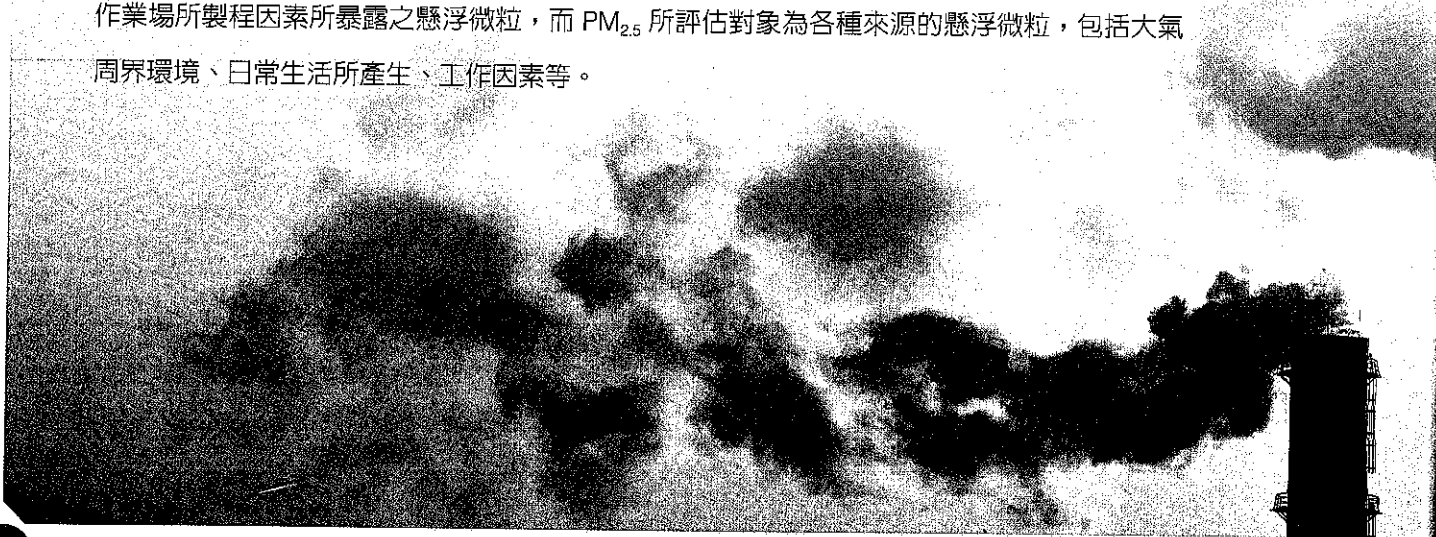
在現今的環境新聞中三不五時就能聽到 PM_{2.5} 這個名詞，它讓社會大眾每個人心惶惶，它是萬惡淵藪的代名詞。但是 PM_{2.5} 其實並不是甚麼新名詞，讓它逐漸備受重視的原因最主要是越來越多的流行病學研究發現 PM_{2.5} 的暴露與許多疾病具有高度相關性，PM_{2.5} 的濃度越高，疾病的發生風險也越高。PM_{2.5} 漂浮於空中，主要來自於營建 / 道路揚塵、工業及車輛。它十分細小，我們憑肉眼無法察覺，因此又可以稱它為健康的隱形殺手。最近這幾年大陸等亞洲國家因工業發展的原因，霾害情形嚴重，成為了國際關注的議題，而我們所在的台灣也同樣受到這些因素所產生 PM_{2.5} 的影響，平均的 PM_{2.5} 濃度皆高於世界衛生組織 (World Health Organization, WHO) 所訂定的標準 (WHO 暴露標準平均為日平均每立方公尺 25 微克、年平均每立方公尺 10 微克)。「目前看來，空氣汙染所帶來的風險比我們過去或所認為或了解的嚴重多了，特別是在於心臟病及中風。這些少數的疾病風險對全球健康帶來強力的衝擊。這些證據再再指示我們必須採取一些共同行動，來清潔我們所呼吸的空氣。」WHO 公共衛生部理事 Maria Neira 博士於 2014 年 3 月的 WHO 報告中如此說道，

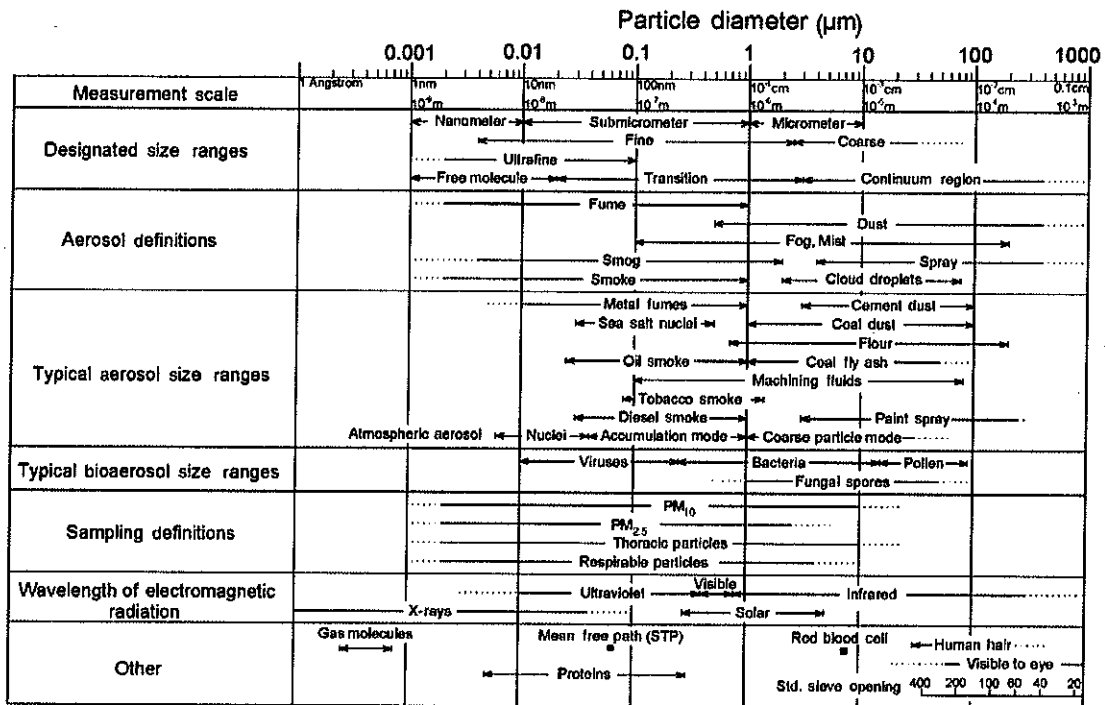
這也是為什麼最近 $PM_{2.5}$ 的議題在近年如此受重視的者要原因，然而在當我們把焦點放在作業場所的勞工時，該如何探討它對勞工健康的影響呢？勞動部勞動及職業安全衛生研究所過去針對許多作業場所的粉塵進行環境監測及調查，而這些粉塵與我們現在所關注的 $PM_{2.5}$ 具有怎樣的關連性呢？

◎ 懸浮微粒？粉塵？

空氣中存在許多污染物，其中漂浮在空氣中類似灰塵的粒狀物稱為懸浮微粒或微粒物質 (Particulate matter, PM)，單位以微克 / 立方公尺 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 表示之，在公共衛生及環境保護的學門中多稱其為 PM 或統稱懸浮微粒。 $PM_{2.5}$ 之數字 2.5 僅為粒徑之標示，表示氣動粒徑 (Aerodynamic diameter) 小於 $2.5 \mu\text{m}$ 之懸浮微粒 (以下所提到的粒徑皆為氣動粒徑)，又可以稱為細懸浮微粒 (Fine PM)。

於職業安全衛生領域中，我們對於職場上的懸浮微粒泛稱為粉塵 (Dust)，粉塵與懸浮微粒只是不同之名稱，科學名詞上會以氣膠 (Aerosol) 一詞來代表，氣膠名詞解釋及粒徑範圍定義如圖一。粉塵再根據生成方式或形狀，可能為煙煙 (Fume)、纖維 (Fiber) 與霧滴 (Mist)。而依照被吸入並沉積於人體呼吸道的部位又分為吸入性粉塵 (Inhalable dust)、胸腔性粉塵 (Thoracic dust) 與可呼吸性粉塵 (Respirable dust)。現行的職業安全衛生法規中對於粉塵之規定有總粉塵 (Total dust, 為吸入性粉塵) 及可呼吸性粉塵。可呼吸性粉塵係參考人類呼吸道沉積曲線所擬定，此沉積曲線是由科學實驗數據及大量研究所推得，也就是粒徑小於 4 微米的懸浮微粒，此微粒可吸入肺部深層。而 $PM_{2.5}$ 係參考一般環境懸浮微粒分佈狀況，選定 2.5 微米粒徑以下之微粒進行評估，包含在可呼吸性粉塵內，預期也都可被吸入肺部深層，近年來受到環境學者非常的重視，也十分具有參考價值。再者職業衛生可呼吸性粉塵評估對象為勞工因作業場所製程因素所暴露之懸浮微粒，而 $PM_{2.5}$ 所評估對象為各種來源的懸浮微粒，包括大氣周界環境、日常生活所產生、工作因素等。





圖一 氣膠名詞解釋及粒徑範圍定義

由物理特性來看，氣膠被人吸入與沉積於呼吸道深度，通常取決於其粒徑，這也是空氣汙染中的 PM_{2.5} 會被如此關注的原因，由於其粒徑夠小足以通過肺泡的氣體交換區進入心血管循環系統。同理，可呼吸性粉塵之沉積特性與 PM_{2.5} 相似，因其粒徑夠小至足以通過肺泡的氣體交換區而進入心血管循環系統。故在作業場所中，目前已有許多研究在評估可呼吸性粉塵的暴露，因為它的粒徑範圍與 PM_{2.5} 相似，在人體呼吸系統內部的沉積機制也相似 (Vincent, 2005)。在進行勞工暴露評估時，目前已有許多研究在評估可呼吸性粉塵的暴露，是否還需要特別去區分 PM_{2.5} 或可呼吸性粉塵，這答案可想而知。

採樣分析方法：一般環境及作業場所各有不同

我們在進行環境監測時，會設計特定採樣儀器，量測特定粒徑範圍的粉塵濃度，也會分析檢驗方法了解這些微粒的組成。目前針對各類作業場所之粉塵濃度已有一定的評估與測定方式，包括物理及化學特性，物理特性如粒徑大小如吸入性粉塵與可呼吸性粉塵，化學特性如微粒組成或



成分。採樣方法主要是針對勞工的健康，以個人採樣為主在搭配作業環境採樣，個人採樣是使勞工攜帶所謂的個人採樣器，監測勞工在一天的工作中所累積暴露的粉塵濃度。現行的〈勞工作業場所容許暴露標準〉針對空氣中的粉塵容許暴露濃度的規範主要是以含游離二氧化矽的第一及第二種粉塵，另外包括石棉纖維的第三種粉塵，及其他的第四種粉塵，另外也會針對特殊有害物質分析其成份，如重金屬、氧化金屬、碳黑等。

參考環保署所公布的方式， $PM_{2.5}$ 評估有人工採樣及連續自動監測，分別評估每天及每小時大氣周界環境中的 $PM_{2.5}$ 濃度，不同的監測方法所獲得濃度值稍有差異。另外大氣空氣污染物中的 $PM_{2.5}$ 組成成分十分複雜，現階段研究顯示要考慮 $PM_{2.5}$ 與疾病的因果關係，並非單純考慮其粒徑大小，還需要探討其組成的成分。

對勞工會產生健康危害或職業病嗎

台灣環境 $PM_{2.5}$ 高暴露風險職業族群包括寺廟工作人員，室內外停車場收費員、客運業員工、交通警察及戶外工作者等，這些職業族群由於在目前的法規定義上並非工作於粉塵作業場所，也因此不須定期施行作業環境監測，然而他們卻是 $PM_{2.5}$ 的高暴露風險族群。若要将 $PM_{2.5}$ 納入職業病項目，則首先應先明確定義及了解作業場所中所謂的 $PM_{2.5}$ ，到底是只針對大氣周界環境中的細懸浮微粒，或是也包含作業場所本身作業時就會產生的可呼吸性粉塵，另外還須有明確的 $PM_{2.5}$ 對

職業病形成之因果關係，針對微粒物質中可能造成健康不利效應的物質進行深入研究，了解暴露情形再進行風險評估。

在粉塵作業場所由製程所產生的微粒其造成職業病的機率會大於由大氣周界環境中進入作業場所的 PM_{2.5}，這些工廠內的粉塵危害比 PM_{2.5} 更為嚴重。因此國外研究目前亦主要在探討作業場所產生的 PM_{2.5} 或存在於作業環境中的 PM_{2.5} 對勞工的健康影響，僅較少探討周界大氣周界環境中 PM_{2.5} 對勞工的健康影響當然也有少部分的國外研究針對特定的非粉塵作業場所職業族群，如教師及貨運業勞工，評估 PM_{2.5} 的暴露與健康危害之間的關係，然而其主要是針對終生的 PM_{2.5} 暴露量進行評估，較難以去區分主要危害貢獻的來源是來自於職場工作時或者是平日的一般生活。而在整個暴露評估中，這些研究亦主要是透過流行病學研究調查 PM_{2.5} 與疾病風險的相關性，並非能證明其是因果關係。

目前不論是 PM_{2.5} 或可呼吸性粉塵其主要都是在探討會深入肺泡的微粒所帶來的危害。現行職業安全衛生法早已規定可呼吸性粉塵的暴露標準，這是參考呼吸道沉積曲線所擬定，此沉積曲線是由十分嚴謹的科學實驗數據及大量研究所推得，並非 PM_{2.5} 規定後才訂定，而且也十分具有參考價值，其測量的暴露濃度也已包含 PM_{2.5} 在內的懸浮微粒，而所調查的 PM_{2.5} 並非只由作業環境本身的原物料經過特定製程產生，而是包含各來源的懸浮微粒。

由懸浮微粒上所含有之不同化學物質所產生的毒性效應也會因此而不同，這些物質會有其特定的劑量反應 (Dose-response) 關係，較易於判斷暴露量與標的效應間之關連性，以作為職業病的診斷依據。此外國外文獻也指出健康工作者效應對職場 PM_{2.5} 標準訂定的影響，由於不同工作者對於作業場所微粒所產生的危害之影響會有所不同。過去亦有研究指出由作業場所的 PM_{2.5} 暴露調查結合流行病學研究難以建構出標準之暴露反應關係，亦即使累積暴露濃度上升並無伴隨疾病的高發生率。不同的暴露反應關係的產生，可能是由於不同暴露物質的組成以及工人間的個體健康差異，懸浮微粒上所含有之化學物質所產生的毒性效應並不相同，特殊物質才會有特定的劑量反應關係，較易於判斷暴露量與標的效應間之關連性，各國都正研究此相關性，並無一定之標準。

汙染嚴重時需要加強管理

針對粉塵作業場所內產生之微粒目前已有相關應變之法規規定，然而對於大氣周界環境中 PM_{2.5} 濃度過高是否停工就比較需要審慎考量，這其中牽扯到勞工本身是否為敏感族群，也就是患有慢性呼吸道疾病、心血管疾病、氣喘、懷孕或高齡者，他們比一般勞工容易受到空氣汙染惡化的影響。職業安全衛生署於 104 年 9 月所提供的 < 因應大氣中空氣品質惡化勞工危害預防指引 >，



焦點話題

指出為了保護勞工健康，作業場所發生粉塵或 $PM_{2.5}$ 濃度過高的情形時，停工與否可依職業安全衛生法第 5 條規定，「雇主使勞工從事工作，應在合理可行範圍內，採取必要之設備或措施，使勞工免於發生職業災害」。因此，於環境中大氣空氣品質惡化時，雇主有責任調配勞工戶外與室內工作時間、更換工作型態、提供適當之呼吸防護及健康指導，以保護勞工減少暴露危害。指引中提供了空汙時的參考採行措施，參考空氣汙染指標 (Pollutant Standard Index, PSI) 及 $PM_{2.5}$ 濃度將其分為四個等級，以作為空汙事件時可參考的預防措施。此外，健康工人效應對職場 $PM_{2.5}$ 標準訂定的影響，由於不同工人對於作業場所微粒所產生的危害之影響也會有所不同。因此相較於霾害假的實施，正確使用防護器具或透過工程控制改善作業場所空氣品質應是較為適當的管理方式。④



「呼」出健康

— 新職業暴露技術介紹

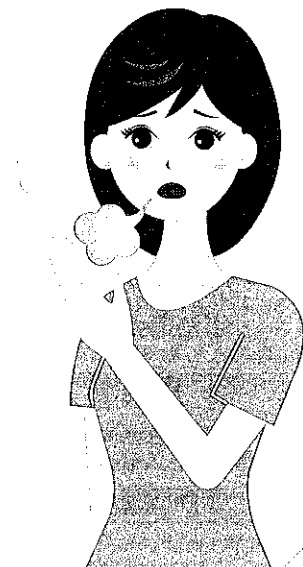
職業危害評估研究組
謝男鴻、洪琨景




「上工治未病」，預防人人聞之色變的職業病有解？

評估職業暴露有新技術：呼氣時的「氣紋」(Breathprint) 可作為生物偵測指標，透過「電子鼻」儀器，讓生物偵測成為反映勞工環境暴露調查的重要方法之一。

你可否曾聞到朋友的口中散發出濃濃的大蒜或非菜味，甚至能從中推測出朋友吃了哪些美味的佳餚，那麼恭喜你，或許你已經開始掌握到這篇文章所預見未來暴露評估的新面向。有一個畫面大家應該都不陌生，一位交警員攔下一輛迎面駛來的汽車，先看看駕駛的面色，聞聞駕駛身上的氣味，要求檢查駕照等證件，之後拿出一台隨身攜帶的儀器要求駕駛對著它持續用力呼氣，再檢查儀器上面顯示的數值。這一連串的過程其實就是在測量駕駛於行車前的飲酒量。但是酒測器是如何測出我喝了多少酒呢？主要的原理就在於飲用含有酒精的飲料後，酒精會先後被胃、小腸及大腸吸收，只需要數分鐘時間就會將酒精分布至血液中，接著再經由肝臟催化代謝出。其中約有95%的酒精會先轉化為乙醛，再氧化為醋酸，最後氧化成二氧化碳與水，而剩下的5%則會以糞便、尿液、汗液等方式排出，當然也會包括在我們所呼出的氣體中。



 暴露評估新知

目前已公告的生物監測法不外乎血液及尿液中金屬或有機物質的檢測，而這些檢測方式皆需要透及分析方法，因此即便是大型事業單位也僅能每年甚至是每半年才會進行所謂的特殊健康檢查，較難達到連續性長時間的生理監控，又像是抽血這類侵入性的採樣方法也較難使勞工願意主動配合，所以我們也許應該開始設想一下如何將測測這種簡便又迅速的監測方法納入職業暴露調查中。黃帝內經有云：「上工治未病」，因此將職業暴露學結合職業醫學的主要目的便是在預防職業病的發生。早在 1989 年時《刺絡針》(The Lancet) 期刊就在探究以嗅探犬來偵測黑色素瘤的可能性。由此可見透過呼出氣體來對疾病進行診斷早就不是什麼新鮮的事，但是若是將這種概念應用到職業暴露評估上又會激盪出什麼樣的火花呢？

近期研究紛紛提出以呼出氣體來檢測口氣中的組成化合物以此來判讀胃癌、肺癌、孩童氣喘及肺部感染的發生及嚴重情形。而相關的毒理實驗也顯示出類似結果。他們發現從呼氣中可以找出許多的「氣紋」(Breathprint)，而其多半來自體內揮發性及半揮發性的代謝物質，人類每次呼氣大概就能呼出 3,000 多種有機物質。「呼出氣體分析已經可以應用在診斷孩童氣喘，這是一個新興領域而且有可能要急速發展，它可以用來檢測孩童肺部的囊性纖維化，並指引出治療的方式」英國肺部協會發言人同時也是諾丁漢城市醫院呼吸流行病學教授 Richard Hubbard 受 BBC 採訪時這麼提到。

但是為何呼出氣體可以做為生物偵測的指標呢？「我們的肺部充滿著大量氣管跟肺泡，而他們的主要工作就是在血液跟空氣間進行氣體交換」美國環保署的 Pleil 博士這麼提到。他從事環境暴露評估的研究多年，研究範圍主要是利用數學、統計及系統生物學方式來探討環境暴露與生物指

標之間的關係，在他近期研究中的主要方向就是以呼出氣體做為暴露評估的生物指標。現在健康檢查我們都會藉由肺功能的量測來了解肺部的健康情形，但這僅是理學上的評估，透過氣紋的辨識能讓我們了解更多生理上的健康狀況。而呼出氣體的量測，則能較準確的掌握汙染物如揮發性有機物的暴露實態，推估內部劑量以彌補利用空氣採樣作為推估勞工暴露風險的不確定性。若以此生物監測的新概念便可取代環境監測的不確定性，並且較能掌握暴露勞工發生暴露相關職業病的可能性。檢測儀器也應該盡可能朝向迅速簡易的方式，而非目前皆需透過實驗室儀器為主的分析。與現階段的血液及尿液的生物偵測相比，使用呼出氣體可以說是相對便利及迅速。

風險管理

環境監測存在著複雜的不確定性，較難完全反映真實暴露實態。環境監測固然能了解勞工在所在作業環境的危害物質濃度，但透過防護具或適當的衛生習慣，這些危害物質實際能進入到勞工體內的量應該是難以準確估計，也因此勞工健康風險的評估上便容易有失偏頗。因此若要評估危害物質對勞工的健康風險，生物監測在這一方面就可以說是一把利器。從職業暴露到疾病發生這是一段漫長且複雜的過程，而職業暴露風險評估及職業醫學的主要目的便是站在預防醫學的角度來避免職業病的發生。站在風險管理的立場，我們應該是把焦點放在所謂的勞工健康上，探討如何避免職業暴露所引發的疾病。

2013年4月一份由「公共科學圖書館期刊」(PLOS ONE)所發表的研究指出，透過代謝表現型 (metabolic phenotype) 可以有效掌握個人健康。而每個人擁有不同的代謝體表現型態，這些代謝物也可以用來反映個人的暴露及健康危害情形。共同作者 Renato Zenobi 博士在接受英國廣播公司 (British Broadcasting Corporation, BBC) 訪問時向 BBC 透漏說他不明白為何呼出氣體無法廣泛應用至醫學診斷上，「在傳統中醫學中，醫生會透過脈搏、舌苔、口氣來對病人的健康狀況做初步診斷」Zenobi 博士如此說道。中醫診斷基本原則為「望聞問切」即望診、聞診、問診、切診合稱四診，這些概念未來如果可以用到職業暴露調查上，那將是暴露評估的一大邁進。當然這僅是其中一例，越來越多研究也開始探討以非侵入性的檢測做為健康風險管理目標。

應用與未來展望

近年來出現許多真實案例顯示，寵物可預知人類疾病。英國一位女醫師著手訓練寵物狗對正常與異常細胞辨認過程中，寵物狗不經意的在她身上表現出訓練時間到癌症細胞氣味的反應行為，之後女醫師進行詳細身體檢查才發現自己患有乳癌。國外科學家也曾進行了一項有趣的實驗。以

訓練的偵查犬辨認前列腺癌尿液樣本，意外的發現偵查犬具有很高的準確率辨識患有前列腺癌病人的尿樣。當然這些例子並非說明動物天生具有預測癌症能力，而是一些我們本身感官無法得知的誘因被這些動物所發現。然而要運用動物的偵測訓練成本和實際應用有許多的問題，臨床運用上也還需要再商榷，但明確的是這些發現讓科學家開始注意到腫瘤細胞可能會讓身體產生一系列異於正常狀態下的特殊化學物質，因此以嗅覺的概念計



畫開發出具有辨識能力的儀器偵測「電子鼻」，為現代的醫療檢測開拓出一個嶄新的領域。電子鼻發展至今的運用相當廣泛，可用於危害生物物質、工業環境有害氣體、農產品工業、食品工業、協助醫療上診斷。美國科羅拉多大學腫瘤學教授 Fred Hirsch 開發一種專注運於肺癌偵測的電子鼻，並更可以辨認前期與後期的差異；以色列學者 Hossam Haick 也開發出奈米粒子電子鼻，藉由偵測患者呼氣中的揮發性有機物辨識胃癌可能性。現今已有許多呼氣的化合物一一被偵測出來，而其中某些分子可能就與辨識疾病的關鍵，所以只要能找到一個良好專一性的呼氣指標辨認因子，就可以開發出簡單、快速，偵測儀器。

未來如能將大量的偵測因子整合，除了環境應用之外，更可以推廣於勞工保健上。勞工暴露危害大多為長期累積的慢性疾病，漸進式的傷害身體正常功能。因此推動良好、迅速、持續性並無侵入性的生物偵測開發系統是提升對勞工暴露調查的重要發展方向。為取代原始血液及尿液樣本的冗長分析，開發呼出氣體做為生物監測指標的研究，並用 Big Data 的觀念找出暴露、生物指標以及疾病之間的關連性，建立簡單偵測勞工暴露危害方法，除去勞工對侵入性偵測方法的排斥，縮短偵測耗時的顧慮，增加勞工對於生理偵測的意願。除此，偵測儀器可結合科技，開發健康資訊平台系統，持續性的記錄作業環境對勞工生理的影響，將大量數據分析並監測，提供雇主了解現場環境是否對勞工有危害風險。若發現作業勞工檢測生理異常，可即時聯絡提醒受測者身體狀況，評估受測者是否需進一步赴醫療院所進行更精密的檢測或治療。同時醫師也可藉由資訊平台系統中的個案記錄，進行後續的醫療評估並於診療過程中，持續觀察患者身體恢復狀態，以保障勞工身心健康。

生物偵測為反映勞工環境暴露調查的重要方法之一，必須要著力於提升偵測方法的簡便及持續性，整合偵測指標記錄，強化對勞工健康管理，並配合專業的環境評估，將更能即時性的保障勞工安全與健康，減少職業災害發生。☺



參考文獻

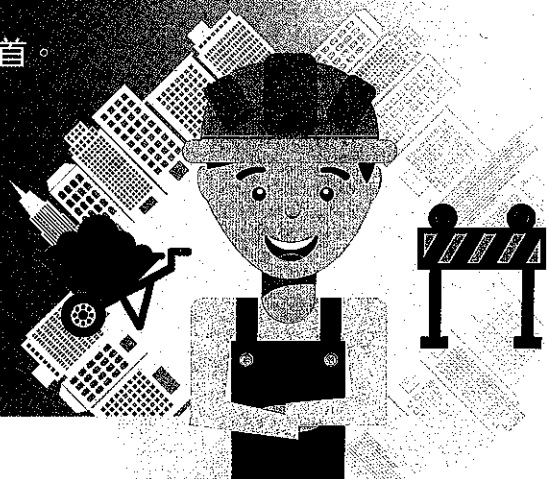
1. Willians M, Pembroke A. Snifferdogs in the melanoma clinic? *The Lancet* 1989; 333 (8640): 734.
2. Sinues PML, Kohler M, Zenobi R. Human breath analysis may support the existence of individual metabolic phenotypes. *PLoS One* 2013; 8 (4): e59909
3. Gamez G, Zhu L, Disko A, Chen H, Azov V, Chingqin K. Real-time, in vivo monitoring and pharmacokinetics of valproic acid via a novel biomarker in exhaled breath. *Chem. Commun.*, 2011; 47: 4884-4886.
4. Zhu J, Bean HD, Wargo MJ, Leclair LW, Hill JE. Detecting bacterial lung infections: in vivo evaluation of in vitro volatile fingerprints. *J Breath Res* 2013; 7 (1):016003.
5. Machado RF, Laskowski D, Deffenderfer O, Burch T, Zheng S, Mazzone PJ, Mekhail T, Jennings C, Stoller JK, Pyle J, Duncan J, Dweik RA, Erzurum SC. Detection of lung cancer by sensor array analyses of exhaled breath. *Am J Respir Crit Care Med.* 2005; 171 (11):1286-1291.
6. Amal H, Leja M, Funka K, Skapars R, Sivins A, Ancans G, Liepniece-Karele I, Kikuste I, Lasina I, Haick H. Detection of precancerous gastric lesions and Gastric cancer through exhaled breath. *Gut.* 2015 Apr 13.
- 7.





年度統計，職災行業別中營造業占比最高，又以墜落居首。
有效的防墜落技術，降低意外發生率。

營造業 防止墜落勿輕忽

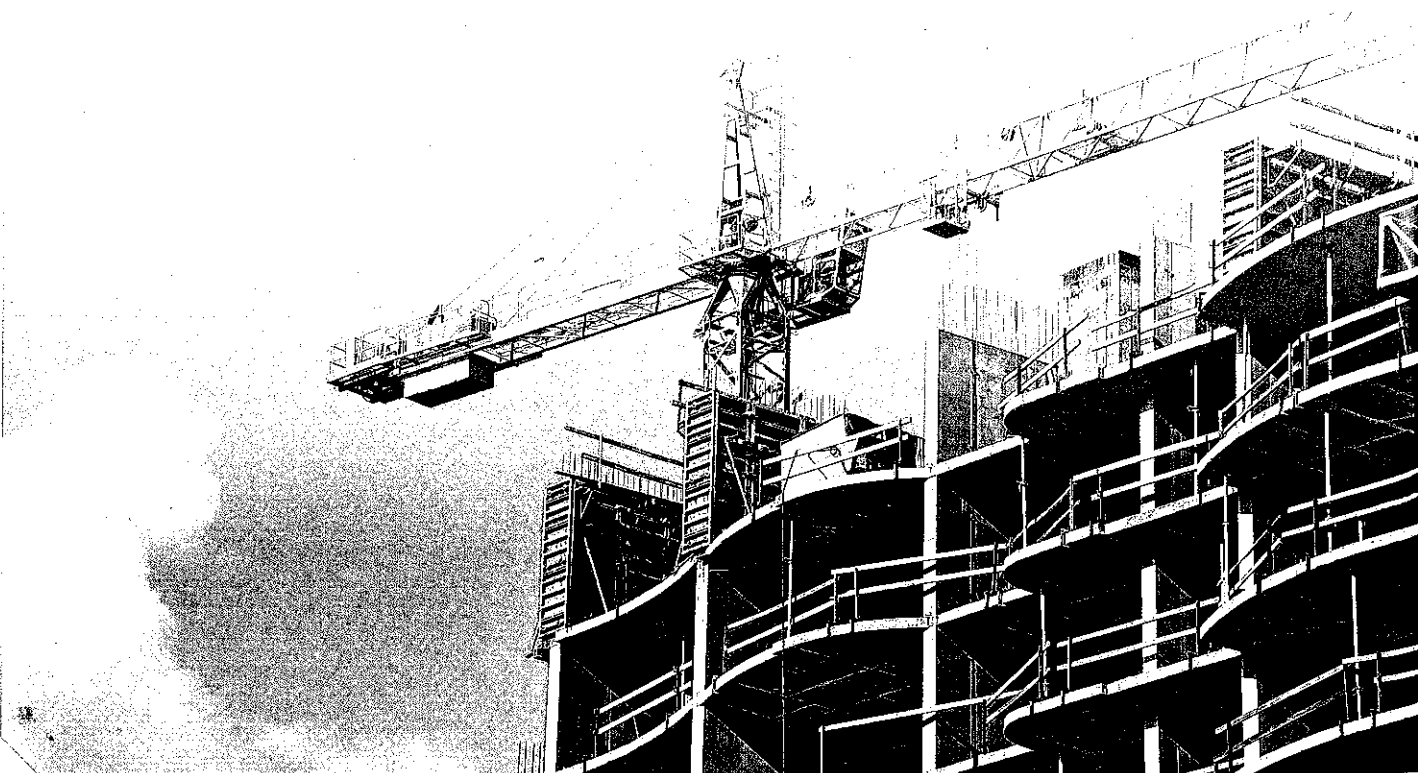


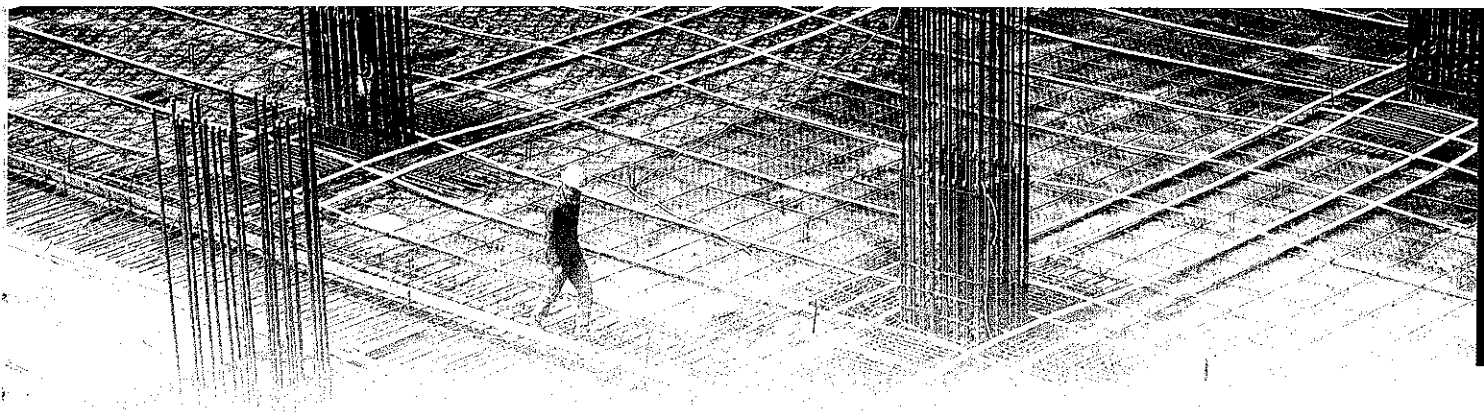
職業安全研究組

黃澤誠、林楨中

營造業作業場所具有高度開放與高危險之特性，隨著國內建築工程趨向大型化與高層化之發展，營造勞工發生墜落職業災害之風險亦逐漸增加。其中建築施工階段開口部之墜落或滾落問題，一直是營造勞工安全的最大威脅，依據統計資料顯示，102 年度重大職業災害行業別分析中以營造業所佔比例最高 (45.8%)；若以職災類型分析，則以墜落、滾落類型為主 (62.5%)；而近十年間，如圖 1 顯示營造業重大職災中災害類型件數以墜落高居榜首。

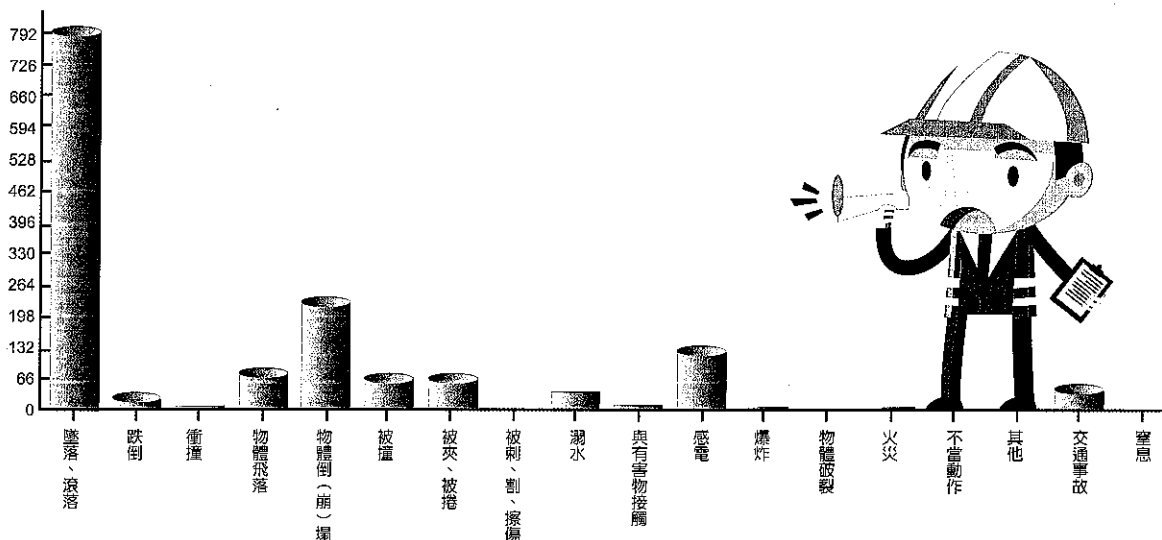
在墜落發生原因方面，通常可分為 (1) 不安全行為；(2) 不安全機具設備；(3) 不安全環境；及 (4) 個人安全裝備不安全等四大類，而在工地常見的施工開口墜落如中間樁預留孔、地下室水箱開口、天井開口、電梯直井開口，如圖 2 所示。





全部資料於各災害類型分佈圖形

X軸：災害類型，Y軸：人次



統計資料來源 (因如採用重大職災，則若有讀者查閱一般勞保職災統計可能有不同)

圖 1 營造業近十年 (93~102) 重大職災災害類型之累積人次

以上墜落原因可藉由依照優先次序採行墜落防止技術來達到降低墜落的風險性，順序如下：

1. 墜落危害避免：墜落防止技術第一優先應採能本質上消除危害之措施，此措施所需之成本最低，效果最佳。
2. 墜落多數保護：一旦進入施工階段，通常必需遷就施工之方法及環境，此時僅能採用可保護多數人之安全防護設施，例如護欄、安全網。
3. 墜落個人保護：在作業之最前線，如無法採行多數保護設施，則只好採取個人安全防護具以防止墜落，如安全帶等。

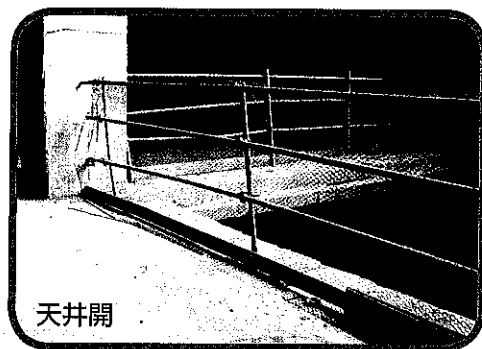
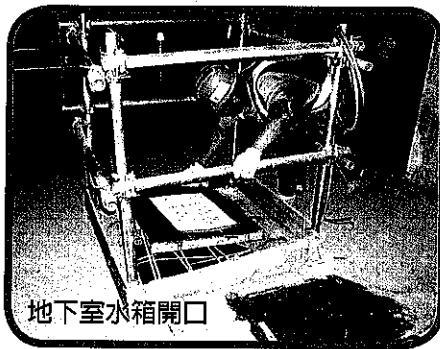
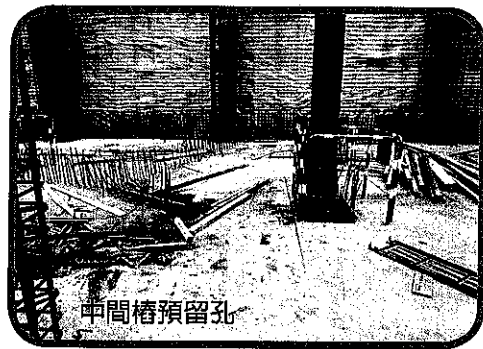
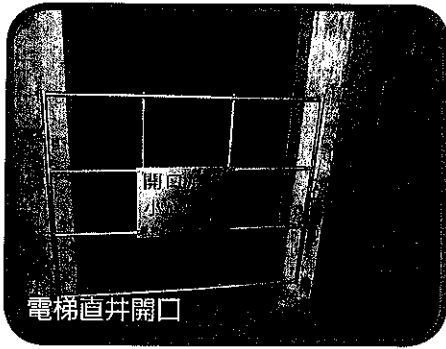

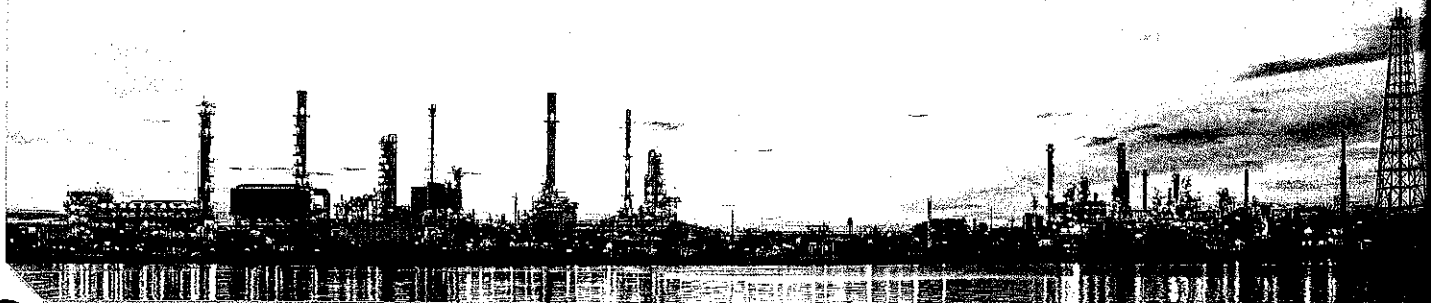



圖 2 常見開口墜落因子

4. 安全監控系統等方法：如上列防護措施尚未安裝妥適前，或安裝相關防護設施之人員，亦可能暴露在墜落之情況下，此時則有賴進行安全監控及警示等措施，以提醒作業人員所暴露之不安全環境或可能發生之不安全行為。

另外建築資訊模型 (Building Information Modeling, BIM) 資訊技術在近年來逐漸發展成熟且風行，是營造業應用創新技術的主流趨勢，BIM 可連結資料庫的物件導向參數式建模工具，用三維數值模型表達真實構件空間關係，並可以進行關聯資訊分析，又可以動畫模擬構建之施工順序而成為動態的施工模擬，目前可使用此電腦輔助創新技術來模擬建造時的情境，因此在施工之前若能善用 BIM 的技術，分析出人為可能忽略所造成墜落風險的位置，未來在於實際建造時於施工開口處設置安全防護措施，並透過 BIM 所提供之相關資訊為基礎，達到改進傳統人工進行安全規劃之效率，如此一來將可提供現場作業人員、安全管理人員、安全督導人員即時且正確的安全防護資訊，可以有效提升施工開口墜落防制之成效，來降低勞工職業墜落災害的發生。 





隨大數據時代來臨，職業衛生研究近年從研究走向實踐，建立暴露及改善模式資料庫。面對未來新興職業衛生評估及改善技術，這樣領先全球的本土資料庫建立，將成為最有價值的豐富資源。

職業衛生研究 對症下藥更實務



職業衛生研究組
陳志勇組長

勞安所於民國 103 年改制後，勞工衛生組更名為職業衛生研究組。組長陳組長指出，近年研究工作重心將從研究走向實踐，在人因工程骨骼肌肉傷害預防、空氣中有害物控制與防護技術、噪音改善技術等領域，成立多套暴露樣態及改善模組，協助事業主進行自主性的職業衛生管理評估，從中累積研究資料庫，進而達到雙贏。

知識轉為實務 只求更好的改變

早期組內多著重在基礎技術與知識建立，為了有效解決實際作業環境產生的各種問題，如今研究方向也有些差異：減少基礎理論研究，以解決現場複雜多變的實際狀況為研究焦點。



舉例來說，口罩研究在實驗室是做所有大小灰塵的測試，什麼樣材質及構造較適當，預期多少進入人體？這樣的細緻分析研究到了現場轉換應用後，則是需要告訴現場操作員口罩防 PM_{2.5} 效果多少，是否可防奈米級微粒等，口罩該如何選擇？戴對了沒？戴好了沒？

陳組長說，「從過去基礎研究知識，轉化成口罩密合簡單測試，因應不同場域提供最簡潔有效可用的連結資訊，這就是從基礎研究做到實務應用的差別。」



文件評估化繁為簡 掌握問題關鍵

實驗室中的研究內容許多是基礎訓練，但到了現場，要明確告知勞工哪些機器造成哪些真實的問題？「如何分析也成為更新一步的研究範圍，將研究與實踐的差異做好連結，正是掌握現實問題的關鍵價值。」

陳組長補充，以噪音為例工廠類型與環境狀況太過繁雜，要釐清噪音來源是機器問題或是震動馬達？或明確告知選擇哪些控制方法其成本效益如何？對勞工而言還有哪些選項等，這些問題其實仍要靠原本在實驗室測試的知識經驗，分類問題成因、建立步驟並簡化，才有辦法建立出一系列實務改善技術與資料庫。擺脫生硬的研究知識資訊，轉換成易接受的溝通模式，這樣事業單位才會明確知道，馬達很吵會造成什麼危害？該從何著手，又能從哪改善。

又如人因性危害，一名包裝工人平均每天重複搬運 20 公斤重產品 500 次，包裝工人維持同一姿勢執行工作任務十幾年後，其可能造成的肌肉骨骼損傷，該如何量化計算並找出與造成職業病的因果關係？需靠一套檢核方法系統來輔助量化呈現，讓工作本身樣態的相關性如實反映。

陳組長表示，當一名勞工腰部出現疼痛，他的腰承受多少力量純粹是理論，如何從中找到因從事此工作而造成腰傷的關連？進而改善工作環境來提高勞工作業安全，「提供一套簡單且實用的檢核技術或檢核表，供事業單位評估就顯得相對重要。」

怎樣的管埋，才算有效？

有效的管埋，只要鑑定出有無立即危害或發現特殊問題，其實不需特別精細。陳組長說，管埋文件中包含文件化評估技術、操作手續和檢核表，達到實際教導現場有效利用，找出最需要修正改善的環節，朝更安全的方向改變，這樣就是從發現問題到解決問題，事實上也已達到研究的真實目的了。

「這套管理文件作法在國內多數大型工廠及科學園區都已合作執行，但傳產環境相對複雜，推廣上仍需透過大型工業區先行示範在推廣，事業主接受度才會提高。」陳組長認為，組內以協助者角色交流意見，管理單位也就願意多掌握職業衛生問題、了解勞工工作廠域暴露情形，這已是在往正確方向進步中。

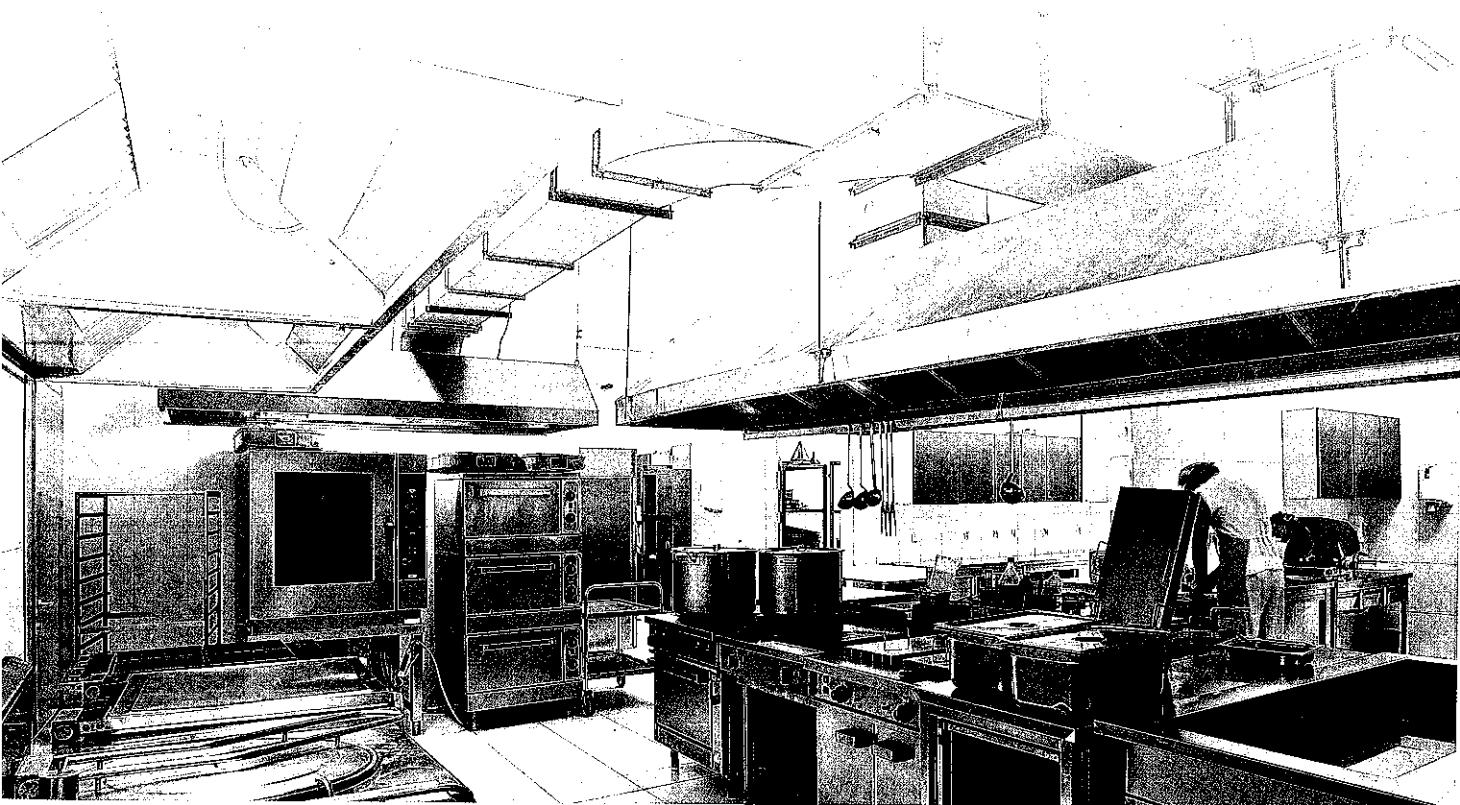
此外，透過管理文件評估發現問題後，又有步驟依循參考，對事業單位而言，不用再請外部專家進廠評估，節省成本同時可有效降低勞工職業傷害，也是極大誘因。

彈性法規下 仍須精進研發後援

近年國內危害物控制防護相關法令規範，以原則說明保留適當彈性，可讓事業單位據現場狀況，採彈性措施達到法規目的。但要避免過度寬鬆而無法有效保護勞工，也要避免過度嚴格、浪費設施費用或影響生產。

陳組長認為，因應法令彈性的控制防護規定，事業單位反而需要有更多設計、評估及管理技術參考資訊。國內對控制防護的基礎研究與設計技術已發展一段時間，但研究與現場實務間，仍存有相當大的落差。

「如何應用控制防護技術，降低勞工作業場所有害物的暴露，有待技術理論與實務進一步結合應用，觀念釐清與新技術引進，建立適當的設計評估數據，透過策略推廣落實，才能有效減少事業單位在改善實務應用的困境。」





新興技術與時並進 建構珍貴本土資料庫

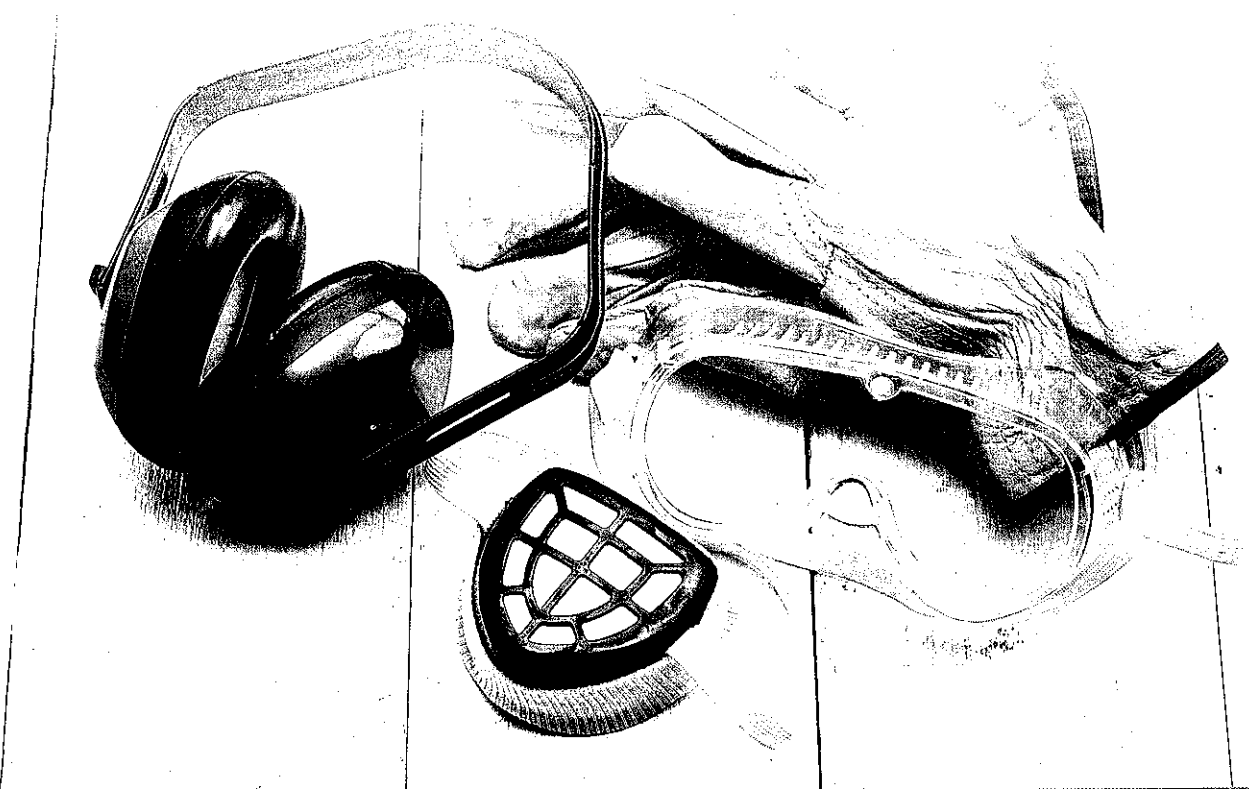
未來，結合科技趨勢規劃跨部會研究，建立大數據平台及開發個人穿戴裝置，將有助於更即時精準掌握工作場所職業衛生現況。

例如結合本所「高氣溫研究成果」、氣象資料與中研院環變中心成果，三單位共同合作規劃，透過即時氣象大數據，轉化成符合 WBGT 指標這類職安法規相關資訊呈現，透過時下個人資通訊裝備，事業單位就可獲得即時有效的危害分級與預防資訊，為熱危害預防預作準備，預防夏季熱浪造成中暑死亡案例。

此外，開發化學品登錄管理平台，結合科技部、三大科學園區與直轄市，共同建立化學品使用及庫儲量大數據，除可作為事業單位內部管理外，檢查中心亦可掌握全區化學品使用概況。

一旦發生緊急事故，就可透過化學品分布地理圖資進行搶救，本所也可針對新化學品與大量使用的新危害規劃研究。上述掌握的本土原始資料庫，更可作為未來因相關工作引起職業傷害時，政策決定及職業病預防的重要參考依據。

「台灣在這部分長期且本土化的資料蒐集上，在現有研究文獻中仍付之闕如。」陳組長說，因此在近期的未來，將研究知識資源帶入現場前線，協助事業單位評估改善並建立本土資訊，長期而言，不僅是創造雙贏，更會是非常珍貴的資源。☉



簡訊投稿須知

- 一、本簡訊由勞動部勞動及職業安全衛生研究所出版發行，提供讀者勞動健康、職場安全衛生新知的科普新知雜誌。
- 二、歡迎踴躍投稿，一般投稿以2,000字為原則，特定稿件以3,000~5,000字為限，並且優先考慮圖文並茂者。
- 三、投稿人請於來稿文末註明真實姓名、公司、職稱、聯絡電話、地址、電子郵件地址。非本所撰稿人稿件如經刊登，依據「各機關學校出席費及稿費支給要點」給予稿費及圖片使用費，歡迎投稿。
- 四、投稿如經同意刊登，本所有刪修編輯及授權第三方轉載權利，不同意者請勿投稿。
- 五、凡經編輯部審查未通過之稿件，恕不刊登亦不退件。
- 六、投稿人須對文章真實性負責且不得有違反公序良俗、謾罵攻訐或侵害他人權利情事，如有違反，概由投稿人自負一切法律責任。
- 七、來稿請 A4 紙打印，由左至右橫寫，寄至新北市汐止區 221 橫科路 407 巷99號，勞動及職業安全衛生研究所勞工安全衛生展示館，請電話聯繫確認收件。
電話：(02)2660-7600 分機7684 傳真(02)2660-7732。



刊名：勞動及職業安全衛生簡訊

刊期：雙月刊

中華郵政基隆誌字第 017 號執照登記為雜誌交寄

發行所：勞動部勞動及職業安全衛生研究所

地址：新北市汐止區 22143 橫科路 407 巷 99 號

電話：02-2660-7600

出版機關網址：<http://www.ilosh.gov.tw/>

電子出版品網址：<http://www.ilosh.gov.tw/spaper>

發行人：林三貴

總編輯：汪禧年

編者：汪禧年、吳鴻鈞、陳旺儀、陳春萬、張智奇、

楊啟賢（依姓氏筆畫順序排列）

創刊：中華民國 104 年 2 月

需長期訂閱者，請逕洽政府出版展售處—五南文化廣場

展售處：五南文化廣場

臺北市和平東路二段 339 號 4 樓

電話：02-2705-5066

臺中市區中山路 6 號

電話：04-2437-8010

國家書店松江門市

臺北市 104 松江路 209 號1 樓

電話：02-2518-0207

設計：種子發多元化廣告有限公司

地址：台北市信義區基隆路二段 189 號 9 樓之 9

電話：02-2377-3689

勞動部令

修正「勞動部辦理失業勞工子女就學補助實施要點」第九點、第十一點，並自即日生效。
附修正「勞動部辦理失業勞工子女就學補助實施要點」第九點、第十一點。

部長 陳雄文

勞動部辦理失業勞工子女就學補助實施要點第九點、第十一點修正規定

九、本要點之補助審查標準及作業程序如下：

(一) 審查標準：

1. 申請書是否依規定詳實填寫及是否符合申請資格。
2. 檢視勞保局資料，有否失業（再）認定、請領失業給付之事實。
3. 「戶口名簿」影本，配偶及子女與申請人不同戶籍者，應併同檢附。
4. 學生證或其他足資證明子女已完成當學期註冊手續之繳付學費事實證明文件應與申請人子女就學補助狀況相符。
5. 獨力負擔家計者，應與其檢附之證明文件相符。
6. 申請人子女已請領政府各類學雜費就學減免優待、教育或其他補助者，不得申請本就學補助。
7. 申請人及其配偶最近一年度綜合所得總額在一百四十八萬元以下。

(二) 作業程序：

1. 請勞保局提供請領失業給付者及其參加勞工保險（含就業保險）加保、退保及失業（再）認定、失業給付相關電子資料檔。
2. 請財政部財稅資料中心提供申請人及其配偶最近一年度綜合所得總額資料。
3. 透過教育部助學措施系統整合平台比對查核申請人是否請領他類學雜費就學減免、教育或其他補助。

(三) 經審查後，由本部以書面行政處分核定審查結果。

十一、申請人有下列情事之一者，本部應不予補助；已補助者撤銷或廢止之，並依行政程序法第一百二十七條第三項規定，以書面行政處分命其於三十日內返還所領取之補助：

- (一) 申請人子女已請領政府各類學雜費就學減免優待、教育或其他補助。
- (二) 申請文件有偽造、變造、虛偽不實或失效等情事。
- (三) 其他不符合本要點規定之情事。

