

化學因子暴露評估指引及執行範例

Study of Thermal Stress Prevention for Outdoor Workers and Strategy of Thermal Hazard Inspection in Taiwan



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 978-986-04-4714-9



9 789860 447149

GPN:1010400766

定價：新台幣150元

化學因子暴露評估指引及執行範例

Chemical Exposure Assessment Guidelines and Examples

勞動部勞動及職業安全衛生研究所

化學因子暴露評估指引及執行範例

Chemical Exposure Assessment Guidelines and Examples

研究主持人：陳正堯、黃玉立

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 02 月 10 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 4 月

摘要

民國 102 年 7 月 3 日立法院修正公佈之職業安全衛生法第十二條中規定，凡是已制訂容許暴露標準之化學品，雇主有義務透過作業環境監測或有效的職業暴露評估方式，判定勞工的職業暴露狀況是否符合規定。本研究針對化學性危害的職業暴露評估與分級管理，進行制度現況檢討，並針對職業安全衛生法全面實施後，因應化學品分級管理之規劃需求，提出職業暴露危害管理指引，透過專家會議討論範例製作，解決目前在職業暴露評估與危害分級管理上容易遭遇的問題，保護勞工免於工作場所的化學性健康危害。研究成果有助於協助事業單位建立工作場所化學性健康危害之分級管理，達到危害暴露之預期、認知、評估、控制的目標。

關鍵詞：暴露評估、職業暴露、技術指引

Abstract

The Occupational Safety and Health Act in Taiwan came into effect on July 3, 2013. In Article 12, the act specifies that workplace environment monitoring program applies to all workplace hazards with specific permissible exposure limits (PELs). In this study, we aim to propose a technical guidance on occupational exposure and risk management. Currently available techniques, as well as literature and international regulatory approaches are reviewed, and a draft guidance document on occupational exposure and risk assessment is developed for this project. Expert meetings are held to review the draft document and case studies. With some promotion, the technical guidance document may be helpful to employers and occupational health professionals in planning workplace management for occupational chemical hazards to protect workers from chemical health hazards in the workplace and to achieve prediction, recognition, evaluation and control of chemical exposures.

Key Words: Exposure assessment, Occupational exposure, Technical guideline.

目 錄

摘 要.....	i
Abstract	ii
目 錄.....	iii
圖目錄.....	iv
表目錄.....	v
第一章 計畫概述.....	1
第一節 前言.....	1
第二節 研究目的.....	2
第二章 文獻回顧.....	4
第一節 職業暴露評估.....	4
第二節 風險分級管理.....	8
第三節 小結.....	11
第三章 暴露與危害分級管理.....	12
第一節 法令發展趨勢分析.....	12
第二節 現況與挑戰.....	17
第四章 暴露危害管理技術指引編製.....	20
第一節 技術指引內容與架構.....	20
第二節 範例篩選與編製.....	26
第五章 結論與建議.....	27
第一節 結論.....	27
第二節 研究限制與建議.....	27
誌 謝.....	29
參考文獻.....	30
附錄一 暴露危害管理技術指引及範例目錄.....	34

圖目錄

圖 1 研究架構圖	3
圖 2 暴露評估的概念架構	5
圖 3 有害化學品的危害風險分級架構	10
圖 4 技術指引章節架構	23
圖 5 化學性危害的職業暴露評估與危害管理流程	25

表目錄

表 1 職業安全衛生法施行第一階段公告有關化學性危害的安全衛生法規	12
表 2 技術指引之範例主題	26

第一章 計畫概述

第一節 前言

民國 63 年我國立法訂定「勞工安全衛生法」，但直至民國 80 年以後，才透過暴露容許濃度的制定，實施勞工作業環境測定制度，管理勞工作業環境空氣中有害物的暴露。民國 102 年 6 月立法院三讀通過修正勞工安全衛生法，並更名為職業安全衛生法，同年 7 月 3 日公告；民國 103 年 6 月 26 日公告施行細則，同年 7 月 3 日進入第一階段正式施行，舊法中已納入管理之行業與職業立即適用新法，第二階段於民國 104 年 1 月 1 日起實施，扣除特定法律已明文規範之職業(如公務人員及軍人)之外，職業安全衛生法全面適用於各行業與工作場所。職業安全衛生法的重要變革，除了擴大適用行業範圍至之外，在職業衛生方面，舉凡身心健康危害預防、化學品使用管理等，新法都有重大的修正，必須配合修訂相關法規與制度才能有效推動。化學性危害的職業暴露預防與控制，一直是職業衛生領域的重要工作項目之一，在安全衛生法規中已經有相當程度的規範，但舊制適用行業、工作場所及化學物質的範圍相對狹隘，僅針對適用勞工安全衛生法的行業及工作場所，訂有容許濃度的有害化學物，此外一些危害較明確的化學品運作場所，如有機溶劑作業、粉塵作業、特定化學物質作業、鉛及四烷基鉛作業等，另有較為明確的安全衛生相關規定，規範工作場所的危害預防措施。不論是暴露評估或危害控制預防，事業單位在相關業務的規劃、推動與管理上，一直有相當的困難性，新法施行後對事業單位與安全衛生人員勢必產生重大衝擊，尤其是擴大適用範圍後適用的行業、事業單位與工作場所，必須儘快擬定因應對策及相關措施，以期符合職業安全衛生法保障勞工的安全與健康的立法目的。

隨著職業安全衛生法公布施行，職業暴露評估與危害預防管理的工作面臨重大變革。職業安全衛生法第十一條規定，事業單位對有健康危害之化學品，必須針對危害特性及潛在職業暴露程度進行分級管理；第十二條中則規定，作業場所製造或使用的有害化學品，若已訂有容許暴露標準，雇主有義務應透過作業環境監測或暴露評估的方式，對工作人員的職業暴露進行評估與管理。然而現行容許暴露標準中規範之化學物質，仍有逾半數尚未建立參考分析方法，使得作業環境監測的規劃難度提高；而尚未制定容許暴露標準之有害物，目前仍無明確的法規規範其暴露評估或危害預防的方

式，以確保人員在工作時不至於因職業暴露而影響健康。為使職業暴露與危害管理工作能順利且有效的推動，應該儘速建立可資參照的管理規劃程序規範。

第二節 研究目的

本研究的主旨為提供化學品暴露危害管理之技術指引，協助事業單位專責安全衛生人員從事職業暴露評估、危害風險評估、以及職業衛生管理等相關工作，除了在職業暴露評估策略與作業環境監測的相關知能上能有效提昇，工作環境潛在危害的預防與控制，也是職業衛生人員不可或缺的專業職能，必須持續精進。本研究透過全盤檢視職業暴露評估之方法與基本理論，建立職業暴露評估技術指引，並就化學物質的職業暴露與危害管理提出建議。

研究各主要工作之項目規劃如圖 1 所示。職業安全衛生法已於民國 103 年 7 月 3 日正式施行，相關法規也已陸續公告施行，對各行業的安全衛生管理形成重大衝擊。本研究執行成果，可望提供從事職業暴露評估與職業衛生管理工作的專責從業人員，一份確切可行的參考文件，使安全衛生人員能更有效地掌握有害物的職業暴露特性，擬定暴露控制對策，以確保勞工不受職業暴露影響健康，符合職業安全衛生法的最終目的。

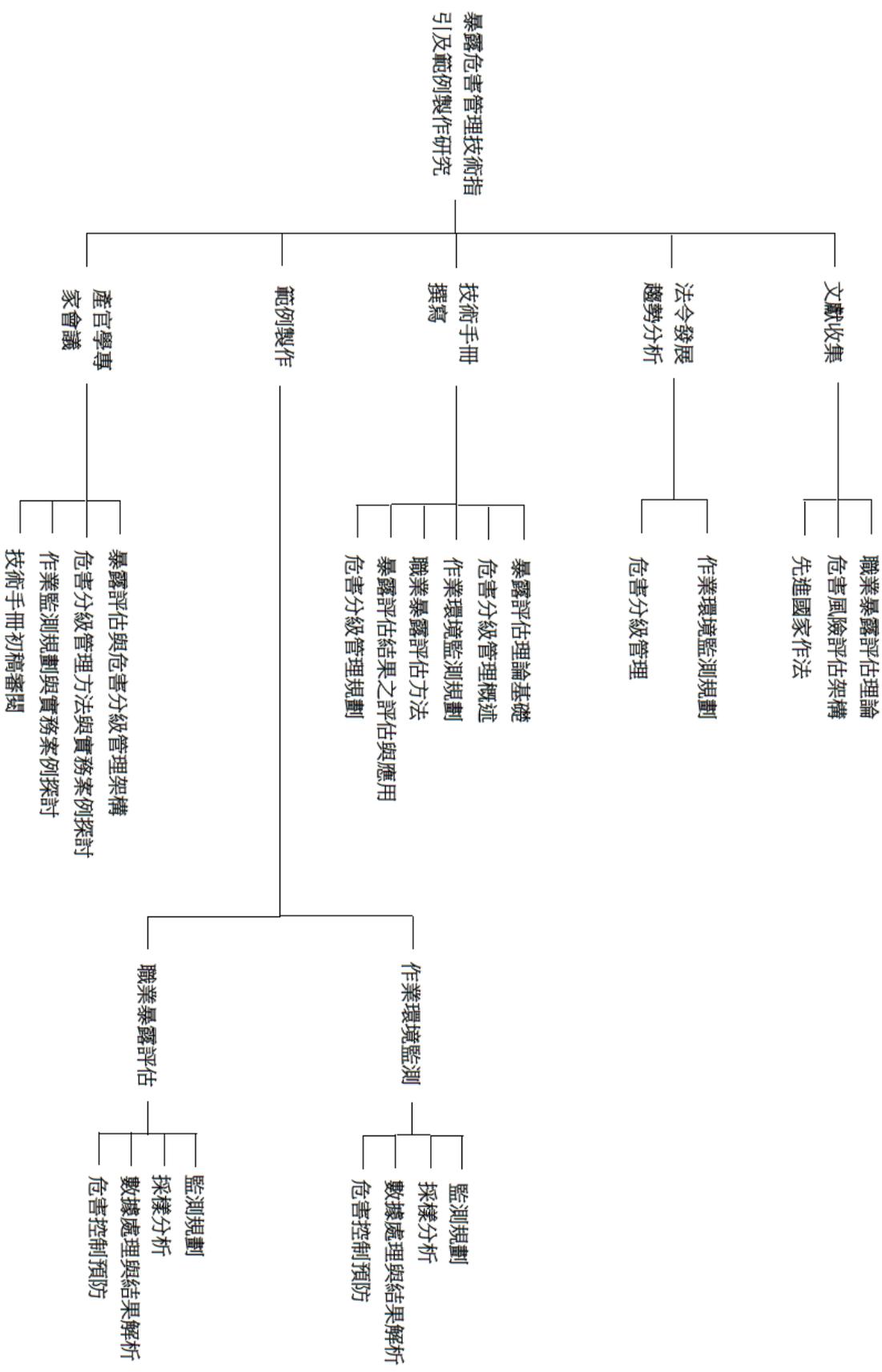


圖 1 研究架構圖

第二章 文獻回顧

為使職業安全衛生法正式施行後，能順利推動化學性職業危害的控制預防，有必要針對職業暴露評估的方法做一彙整。本研究收集近五年發表的文獻，收集重點包括『職業暴露評估』及『風險分級管理』，文獻收集以先進國家採用或提出的相關資料為優先，結果分別彙整於以下各節。

第一節 職業暴露評估

暴露評估的相關研究已行之有年，1980 年代透過一系列環境汙染與健康危害評估的研究，才開始有系統化的方法建構[1]。美國國家科學研究委員會(National Research Council, NRC)在一份二十一世紀暴露評估展望的研究報告中，將暴露評估定義為「以描述人或其他生物與特定危害源（包括物理性、化學性、生物性危害）接觸的強度與頻率為主要目的」的科學，而暴露評估資料可用於預防或控制潛在危害，篩檢高暴露族群、評估健康或生態危害風險、以及保護易感族群[2]。根據 NRC 的定義，暴露評估涉及的專業領域相當廣闊，包括化學、生物、醫學、統計、流行病學、毒理學、風險評估、職業衛生、環境衛生、乃至於教育訓練、政策規劃等，暴露評估的資料都有應用的可能及需求，而暴露評估資料的有效運用及整合，近年來也逐漸受到各界的重視[3-6]。在職業衛生領域裡，暴露評估的資料，可以做為評估潛在健康危害、環境控制改善成效、以及職業衛生工作績效的重要參考指標。而暴露評估資料的正確性與資料的解析應用，也足以影響職業衛生業務的順利推動。隨著暴露評估技術的開發與理論演進，暴露評估理論探討的範圍，逐漸分為體外接觸與體內蓄積兩大方向。兩者皆可影響健康危害的發生及嚴重性的變化，其理論與方法在發展與應用上也有非常顯著的差異。本研究以職業暴露評估為文獻收集與彙整重點，必要時則輔以環境暴露評估之基本概念與應用資料。

暴露評估可依資料收集的目的，從源頭的探討到危害的評估為止，約略可分為暴露來源、暴露情境及暴露結果三個層面，其概念架構及主要收集評估的資料項目如圖 2 所示。以暴露來源之描述與評估為主軸的暴露評估，著重於危害源的探討。就資料收集的範圍及重點來看，化學性危害的暴露評估，主要以暴露來源(危害物)的物理化學特性(包括毒理特性)、主要暴露來源、主要暴露途徑、物質的環境傳輸流布特性。

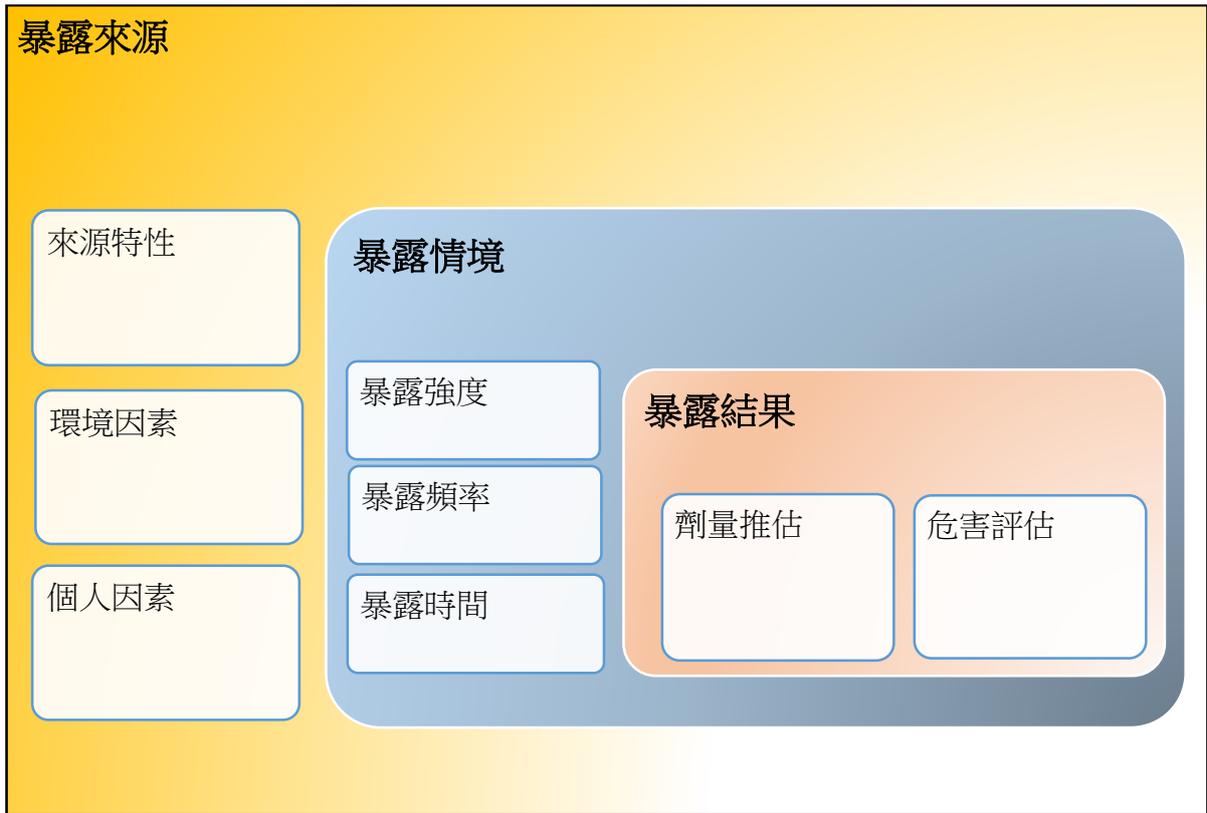


圖 2 暴露評估的概念架構

受體(人)可能接觸到暴露源的途徑(呼吸、飲食、皮膚黏膜接觸、注射)，以及可能影響受體危害程度的個人因素，如年齡、性別、職業、生活習慣等。簡單地說，以暴露源為主的暴露評估，在資料收集上，大多以定性資料為主，但也可能涉及部份定量資料的收集，例如環境濃度或流布特性，可透過環境監測或模式推估的結果進行評估。

以暴露來源為主軸的暴露評估，著重於危害物來源及環境分布特性的探討。相較之下，以環境暴露為主軸的暴露評估，著重於人與外在環境中危害來源的接觸情形。以化學性危害來說，這個層面的暴露評估，強調是 **what** (暴露物質)、**where** (可能發生暴露的位置)、**why**(發生暴露的原因)、**when**(暴露時間與頻率)、**how**(暴露途徑、強度)等面向的描述[7]，暴露評估資料可以是定性的(有/無、高/低、位置、經常性、暴露途徑)或定量的(濃度、頻率、單次或累積暴露時間)。以環境汙染而言，汙染狀況可透過環境監測加以評估，而人與汙染物的接觸途徑，可透過環境流佈調查結果，判斷暴露狀況發生的可能性，但仍須透過其他方式，了解環境暴露狀況的發生頻率與持續時間(如工作內容與時程安排、飲食生活習慣、居住史、通勤特性等)，方能建立完整的暴露

評估資料。這一類型的暴露評估，在以探討環境汙染為主的健康風險評估理論中，有相當完整的論述，基本理論在 1980 年代就已大致建立完成[8]，大多是以預期可能但尚未發生的環境暴露為主要範圍，以推估未來因為特定環境狀況而造成的健康危害風險。由於設計重點在預估風險，在暴露族群的設定上，也以所有民眾為目標，包括老人、兒童及其他易感族群(容易受汙染影響健康者)。這一套健康風險評估方法，在評估方法與理論架構上，相對比職業暴露評估所需的暴露資料複雜，且因為以預估風險為重點，許多評估資料必須仰賴環境模式進行推估，推估結果所涉及的不確定性也相對提高[9,10]。由於評估過程涉及相當多的假設，健康風險評估的結果往往不容易確認，評估結果仍須經過一系列的不確定性分析(uncertainty analysis)，以減少因設定條件造成的推估誤失，尤其需注意是否有發生健康風險過度低估的可能性，以免因為風險低估而導致預防控制措施不足，現場人員誤以為已經受到充足保護，反而容易造成更嚴重的危害[11]。

暴露狀況若發生在工作場所，則暴露資料可視為職業暴露評估的依據。以現有體制來說，最常見的職業暴露評估方式，就是透過作業環境監測進行暴露濃度的評估。監測結果通常會與法定的容許濃度標準進行比較，以判定職業暴露是否有過量之虞。透過作業環境測定進行的職業暴露評估，可以較明確得知在特定工作環境及暴露途徑中的暴露濃度。這些評估資料是以空氣濃度的測量為主，少數化學品可能透過皮膚暴露量造成危害，必須透過其他方式加以評估，目前皮膚黏膜的暴露危害管理是以危害預防為主，著重於個人防護具的效能評估與選用，較無系統性的暴露評估。由於作業環境監測的目標是以空氣中的有害物濃度為主，測量結果未必能充分反映人員的實際暴露情形，尤其當工作環境條件可能隨時間改變，或者人員並非長時間在同一區域工作，都有可能影響實際暴露量。因此，職業暴露評估除了濃度的量化之外，也須要包括暴露頻率及單次或累積暴露時間等必要資料，而這些資料通常需透過其他方式進行收集。偶發或非常態之職業暴露狀況，可能引起的危害類型與嚴重程度，未必與常態的職業暴露相當，因此除了暴露濃度的量化之外，亦需另外評估暴露頻率與時間，以才能進一步判定這些職業暴露是否有造成潛在危害的問題。原則上暴露頻率越高、時間越長，都會使得總暴露量增加，從危害鑑定或劑量反應關係的角度來看，發生危害的可能性(風險)也相對提高，在後續的危害預防管理措施。除了透過工程控制或局部排

氣改變暴露濃度之外、降低暴露頻率或暴露時間也能使總暴露量下降，有助於避免暴露過量引發職業危害。

常用的職業暴露評估方法中，又以美國工業衛生學會(AIHA)職業暴露評估方法最為先進[12]。勞工安全衛生研究所也曾參照 AIHA 的方法，配合以國內既有法規為依據，制定化學性作業環境測定計畫指引，並透過電子書的方式，推廣化學性因子作業環境測定之原理與規劃原則[13]。此外，勞委會在 99 年公告的作業環境測定指引，也是以 AIHA 的暴露評估方法為主要參考依據，針對現行法規中已訂定暴露容許濃度標準、且有公告之標準採樣分析方法的化學物質及物理性危害因子，進行作業環境測定計畫的規劃與後續職業衛生管理[14]。由於相關規劃之概念及架構相當龐大且複雜，事業單位並不容易僅依照指引就能自行完成作業環境測定計畫，當時就曾有新竹科學園區管理局為此設計作業環境測定計畫之撰寫指引與範例，其內容規劃及格式，近年來也常為業界廣泛引用[15]。

以暴露結果為重點的暴露評估，是以暴露事實的呈現與健康危害的評估為重點，人體因特定暴露造成體內該物質(或其代謝物)的累積，以及這些物質的累積，對身體組織構造或運作機能造成的影響，都是這個層面的暴露評估所關注的重點[16]。整體而言，以劑量推估或健康危害為重點的暴露評估，著重於暴露或危害事實的呈現及確認，外在暴露狀況或暴露來源的預防控制，通常已不在這類研究的主要關注範圍，而是以體內蓄積程度及健康危害的呈現，或暴露來源與健康危害間劑量反應關係的建立為主，前者常見於職業傷病的鑑定流程，後者則常常成為流行病學研究的關注焦點[17,18]。從職業衛生的角度來看，以體內蓄積或危害反應為主的暴露評估，僅能及早發現職業危害現象，若配合調整工作分配、改變工作環境以降低職業暴露，或可避免勞工因為職業暴露造成嚴重的健康危害，但對於職業暴露與危害並無積極預防作用。

由以上的架構可以看出，以外在環境描述為主、探討人與危害物的暴露狀況、以及以危害物的體內蓄積或危害反應為主軸的暴露評估，在概念及應用上有相當明顯的差異。以外在環境為主的暴露評估，著重於暴露因子在環境中的分佈特性與變化(暴露源的環境評估)，或以危害因子與受體的接觸情形(環境暴露)為評估重點，除了定性的物質基本特性、主要暴露途徑之外，暴露濃度(強度)、頻率與時間的量化與推估是最重要的資料內容。類似的暴露評估資料收集方式，不論在環境衛生與職業衛生領域中都

相當常用，也可應用於健康風險評估流程上，可用來預測環境汙染對人體健康造成的潛在危害類型，以及危害發生的可能性[19]。相較之下，以體內蓄積為主軸的暴露評估，著重於危害源進入體內的實證，以及暴露造成健康危害的描述，評估內容則以體內的暴露生物指標(如血中重金屬含量)或健康危害指標(如肺功能、腎功能)的量測為主，如職業病鑑定與流行病學研究皆以此做為暴露資料的重要來源。

化學性危害職業暴露評估的技術發展已有相當長的歷史，早期著重在化學品的採樣分析技術開發，後來隨著採樣分析技術逐漸成熟，資料處理分析及應用的研究議題才逐漸開展，慢慢才衍生出如暴露變異特性的探討[20]與歷史資料的應用[21]，並開始關注皮膚暴露評估的技術需求與應用[22]。近年來，先進國家對於化學性職業危害的評估與管理，逐漸由被動的危害(疾病)預防，轉為較主動積極的危害因子(暴露)預防、消滅與控制[23,24]。有時職業暴露無法透過作業環境測定，必須透過其他替代方式進行評估，諸如暴露矩陣、專家模式、工作史等工具，尤其對於既往的職業暴露評估都有相當的助益，也有助於檢討及改善既有危害預防控制措施[25-31]。一般來說，以體內蓄積為重點的暴露評估，雖然最能反映有害物在體內蓄積的情況、或者健康危害發生的程度，但相關資料之收集相對困難，一旦發現體內累積之有害物過量，可能已經來不及避免危害。相較之下，從外在環境或暴露源頭端實施的暴露評估，雖然未必完全正確地反映人員實際暴露的狀況與危害反應，但資料之收集比體內暴露(危害)蓄積資料之收集相對容易得多，若能透過外在環境暴露評估資料，及早發覺汙染問題並控制或排除之，對於降低職業暴露與保障人員健康皆具有實質的意義，因此目前仍以外在環境之量測與評估作為職業暴露評估資料的主要收集來源。

第二節 風險分級管理

危害性化學品標示及通識規則目前針對 CNS15030 下認定具物理性危害(危險物)與健康危害(有害物)的化學品進行管制。有害物的管理目標係以預防健康危害為主。化學品是否會造成健康危害，取決於物質本身的危害特性，以及人員的暴露狀況，而暴露狀況之發生與否，直接影響危害發生的可能性(風險)。就保障勞工健康的角度而言，有害物的危害防制，仍應以避免勞工與化學物質的職業暴露為最優先考量，透過有效的管理作為，降低暴露強度、頻率或時間，有助於減輕或避免健康危害。

風險分級管理的概念與方法，在國際間已經推行一段時間。國際純粹與應用化學聯合會(IUPAC)於 2001 年間，曾就化學性危害的職業風險評估議題提出一份研究報告，報告中針對健康風險評估過程中所需要的基本資料，以及當時可應用於職業暴露與風險評估的方法做一彙整[32]。聯合國國際勞工組織(International Labor Organization, ILO)為提升職業安全衛生工作的效能，亦曾就化學性危害預防與控制問題，提出以工具箱(toolkit)的概念進行危害分級管理[33]。除了 ILO 之外，先進國家也有類似的做法，在 ILO 分析工具箱的概念架構下，配合各國國情與法規需求，分別制定分級管理制度，如英國[34]、美國[35]、加拿大[36]、日本[37,38]等皆已將化學品分級管理納入管制實施階段，勞工安全衛生研究所過去也曾就先進國家的危害風險分級管理制度及執行情形進行比較分析[39]。

為使化學品分級管理的制度能順利推動，勞委會(勞動部前身)數年前亦逐步建置有害化學品的風險分級管理制度，並透過宣導會議、書面資料及教育訓練等方式向業者及安全衛生人員宣導。目前可透過互動式的網路介面，可供操作者評估工作現場運作化學品的危害分級，並依照風險分級結果，配合不同作業類型，規劃危害控制表單，以做為後續管理措施規劃的參考依據[40-42]。這套化學品分級管理系統之設計，主要是參照 ILO 的分析工具箱建置的，其評估流程簡述如圖 3 所示[43]。具有潛在健康危害之化學品(有害物)，可依照風險分級結果，按作業程序類行參考對應之控制表單，選擇適當的風險管理方式，可簡化評估過程中資訊收集的負荷，並使有限資源能更有效地應用在重要的風險控制與管理。這一套評估流程主要依照可能導致危害的潛在暴露途徑，先將化學品分類為呼吸暴露與皮膚黏膜接觸兩種，再依照危害特性(四個等級)、使用量(三個等級)以及使用時的逸散潛能(依物質的物理狀態分三個等級)，分別歸類風險分級，再依照風險分級結果決定暴露控制措施。針對不同的工作程序或環境，ILO 依照危害風險分級結果，分別針對不同製程與工作類型提出控制表單，以供雇主做為危害控制預防的參考依據。

呼吸暴露途徑的風險等級共分為 1-4 等，第 1 級為低風險，第 4 級風險最高，對應之暴露控制方式大致包括：第一級以一般通風控制(整體換氣)為主，第二級為工程控制(如局部排氣)，第三級以圍堵、密閉為主，第四級則是特殊規範，應另外尋求專家意見，以期能有效預防潛在危害。勞動部也採納 ILO 的做法，針對特定工作區域與製程，

建置了一系列的暴露控制表單，除了工程(通風)控制外，控制表單中通常也會建議的其他有助於進一步降低風險的預防控制或管制措施，旨在進一步控制或預防潛在職業暴露，以確保勞工的健康不受工作因素而有顯著影響。除了呼吸暴露之外，部分可能透過皮膚黏膜接觸及吸收的化學品，其風險分級一律歸類為「特殊作為」，並訂有一般危害防護措施。這一套化學品分級管理系統可透過網路互動介面進行評估，使用者也可直接從評估結果，透過勞動部公布之化學品分級管理運用指引[44]，查詢對應之暴露控制表單，以做為後續規劃暴露與危害控制方式之參考依據。

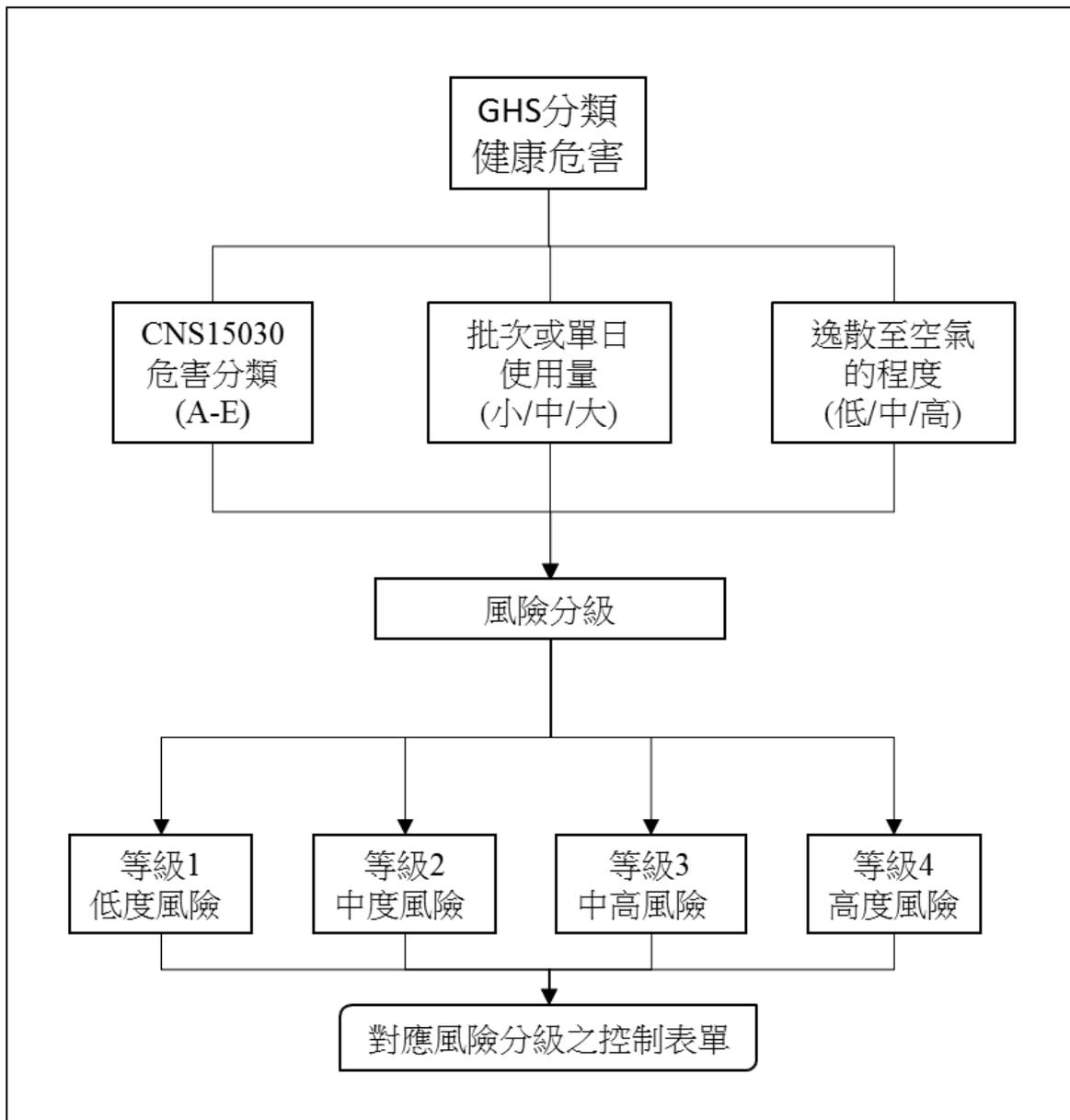


圖 3 有害化學品的危害風險分級架構

第三節 小結

本章整理文獻中關於暴露與風險評估的基本特性與應用方向。以預防職業危害為目標的化學品的分級管理，可以透過暴露評估與風險評估的方式進行評估與規劃，對於降低職業暴露與預防職業危害皆有助益。依照職業暴露評估實施的分級管理，強調實際(或潛在)職業暴露的控制預防，透過暴露濃度、頻率或時間的控制，達到降低職業暴露的目的。危害風險評估並不特別強調暴露濃度，但以有害物的逸散性與健康危害進行分級，風險等級越高則控制方式越趨嚴格，以降低人員暴露強度達到避免危害的目標。兩者皆有利於職業暴露與危害的預防控制，充分的分流應可強化管理效果。

第三章 暴露與危害分級管理

化學性危害的暴露評估與風險分級管理既已納入職業安全衛生法條文中，事業單位必須有所作為以因應法令規範。從前章的文獻分析中可以看出，具潛在健康危害化學品的暴露與危害分級管理，可透過暴露評估或風險評估的方式進行分級，並以分級結果輔助危害控制預防措施之規劃。

第一節 法令發展趨勢分析

職業安全衛生法於民國 103 年 7 月 3 日正式實施，為使相關法令能儘速上路，勞動部於民國 103 年 6 月下旬起，除了公告職業安全衛生法施行細則[45]之外，也已陸續公告相關法令修正內容，至民國 103 年 11 月為止，已公告逾四十項法規並明確公告適用第一階段規定之事業範圍[46,47]，其中針對化學性危害預防與管理的法規，按其規範之適用範圍分類整理如表 1 所示，修正之內容大多為因應母法修正名稱及條次變更，目前尚未出現較大規模之新制規範。

表 1 職業安全衛生法施行第一階段公告有關化學性危害的安全衛生法規

全業適用
<ul style="list-style-type: none">▪ 職業安全衛生管理辦法▪ 職業安全衛生教育訓練規則▪ 危害性化學品標示及通識規則▪ 勞工作業環境監測實施辦法▪ 勞工作業場所容許暴露標準
一般安全衛生管理
<ul style="list-style-type: none">▪ 礦場職業衛生設施標準▪ 職業安全衛生設施規則▪ 職業安全衛生標示設置準則▪ 勞工健康保護規則▪ 妊娠與分娩後女性及未滿十八歲勞工禁止從事危險性或有害性工作認定標準

特殊化學危害預防

- 特定化學物質危害預防標準
- 有機溶劑中毒預防規則
- 四烷基鉛中毒預防規則
- 鉛中毒預防規則
- 粉塵危害預防標準

工作場所化學物質的危害預防與管理，主要是透過危害鑑定、暴露評估、風險分級等方式，決定控制管理的措施。就暴露評估與危害分級管理方面，職業安全衛生法主要規定出現於第十一條及第十二條中。第十一條原條文如下：

雇主對於前條之化學品，應依其健康危害、散布狀況及使用量等情形，評估風險等級，並採取分級管理措施。

前項之評估方法、分級管理程序與採行措施及其他應遵行事項之辦法，由中央主管機關定之。

第十一條條文中所稱之「前條之化學品」係指第十條所稱之危害性化學品，第十條原條文如下：

雇主對於具有危害性之化學品，應予標示、製備清單及揭示安全資料表，並採取必要之通識措施。

製造者、輸入者或供應者，提供前項化學品與事業單位或自營作業前，應予標示及提供安全資料表；資料異動時，亦同。

前二項化學品之範圍、標示、清單格式、安全資料表、揭示、通識措施及其他應遵行事項之規則，由中央主管機關定之。

由上述條文可以看到，依職業安全衛生法第十條規定，化學品必須依其潛在危害特性進行危害分類，第十一條則規定需在考量化學品的健康危害及使用狀況評估風險等級，並根據風險等級，選擇適當的管理措施。除此之外，法規已訂定容許暴露標準(包括日時量平均容許濃度、短時間時量平均容許濃度、最高容許濃度)之物質，需定期辦理作業環境監測，以評估勞工的職業暴露情形，可進一步確認勞工的職業暴露符合法

令規範。職業安全衛生法中關於作業環境監測的規定出現在第十二條，原條文如下：

雇主對於中央主管機關定有容許暴露標準之作業場所，應確保勞工之危害暴露低於標準值。

前項之容許暴露標準，由中央主管機關定之。

雇主對於經中央主管機關指定之作業場所，應訂定作業環境監測計畫，並設置或委託由中央主管機關認可之作業環境監測機構實施監測。但中央主管機關指定免經監測機構分析之監測項目，得僱用合格監測人員辦理之。

雇主對於前項監測計畫及監測結果，應公開揭示，並通報中央主管機關。中央主管機關或勞動檢查機構得實施查核。

前二項之作業場所指定、監測計畫與監測結果揭示、通報、監測機構與監測人員資格條件、認可、撤銷與廢止、查核方式及其他應遵行事項之辦法，由中央主管機關定之。

由上述條文內容可以看到，新法實施後，雇主對於工作場所有潛在健康危害化學物的管理，將有兩種狀況需要進行評估，必要時進行分級管理：其一為危害風險分級，需先依照物質的潛在健康危害及潛在暴露進行分級，並依照風險分級結果訂定後續管制措施。另一個則是暴露評估，其規定來自職業安全衛生法第十二條之一所稱「中央主管機關定有容許暴露標準之作業場所」，需透過暴露評估的結果，判斷職業暴露是否符合法定標準。而在職業安全衛生法第十一條規範之化學性危害分級管理，主要規範有害物的一般管理原則。化學性危害若能依潛在風險進行分級管理，將有助於釐清管制優先順序及管理策略，使有限的資源做較為有效的運用，達到預防職業危害的目標。而訂定危害分級管理措施之後，仍需設計明確的考核時程與項目，才能確保管理措施能有效保障勞工的健康與安全，相關的檢測、檢點及查核項目必須事先規劃並確實執行，才有助於確保管理策略之有效性。由於化學性危害因子的健康危害，僅在有暴露事實的前提下才可能發生，而潛在暴露也影響危害發生的可能性(亦即風險之高低)。換句話說，危害化學品健康風險等級的判定，仍與潛在職業暴露有關，而暴露評估資料的準確度，可直接影響風險等級的判定，進而影響後續的分級管理規劃。

職業安全衛生法中有害化學品風險分級管理的制度並非首創，以往勞委會已針對化學品分級管理(chemical control banding, CCB)提出一套風險評估與分級方法，並根據

風險分級結果，分別有不同程度的擬定管理建議規範。簡單地說，化學品措施的設計要點。這套風險評估與分級管理方法，主要是參考國際勞工組織(International Labor Organization, ILO)所提出的化學品控制鏈而建置之管理系統。根據這個化學品分級管理方法，化學品分級管理的基本流程包括有害物的健康危害分類、使用量分級、以及運作時物質進入工作環境之逸散程度。進行暴露風險之潛勢分析，再根據潛在危害類型、主要暴露途徑，以及物質使用狀況，將危害風險分為四個等級，並依照風險分級結果，透過暴露控制表單的方式，提供建議的危害控制預防方法[37]。職業安全衛生法第十一條的風險分級管理，或可利用 CCB 中對有害物潛在職業(健康)危害管理的方式進行規劃，潛在風險等級越高，所需實施之控制管理措施將越趨嚴格。然而在風險評估過程中因為使用的考量因素不多，且危害風險分級相對粗略，使得評估結果傾向過度高估風險，連帶也使得選用控制措施的要求過於嚴苛，作業現場或因環境條件或作業需求無法使用控制方法，而使風險評估與分級管理流於形式。即使如此，這套工具簡化了風險分級管理的評估與規劃流程，使得評估與控制管理的設計得以簡化，有助於加速管理程序的規劃與實施。

化學品的風險評估與分級管理系統，雖然使用簡易工具進行評估分級，並且提供特定作業場所及一般工作場所的危害控制方式建議，但並不是每一個建議控制方案都能完全適用於工作現場。有時較具爭議、或建議之暴露控制方法實際上不可行時，工作人員的職業危害評估與管理，或可透過暴露評估的方式評估與分級，再根據暴露分級結果，選定有效且較為可行的危害控制預防措施。換句話說，以 CCB 為基礎的危害風險評估，和以作業環境監測為優先的職業暴露評估，在某些狀況下可以相互提供評估分級的參考依據：暴露評估結果可作為控制成效的指標，而風險分級的方案可作為改善職業暴露的方式。

有些健康危害較明確、職業暴露(尤其是呼吸暴露)較顯著的化學物質，法規中若已訂定容許暴露標準，事業單位可透過定期實施職業暴露評估的方式，判斷勞工的職業暴露狀況是否符合法令規範。新法第十二條規定，指定工作場所已定有容許暴露標準的化學品，雇主必須訂定作業環境監測計畫，並透過自行設置或委託經認可的作業環境監測機構實施作業環境監測，監測方法應參照勞動部公告之採樣分析或檢測方法，監測計畫與結果並須依規定送交中央主管機關。勞工作業環境監測實施辦法已於

民國 103 年 7 月 2 日公布修正條文，並已於公布次日施行[48]。根據相關規定，目前涉及化學性危害、必須制訂作業環境監測計畫的作業場所包括有機溶劑作業場所、粉塵作業場所、特定化學物質作業場所、煉焦作業、鉛作業及四烷基鉛作業場所，以及坑內作業場所(須定期偵測粉塵濃度)。除了規定製作業環境監測計畫之外，相關條文中目前並未明確規範監測資料的類型，個人採樣或環境檢測之結果皆可利用。原則上工作區的環境採樣相對容易取得，但個人採樣結果較能反映個人暴露狀況，事業單位在規劃暴露評估的過程中，應該考量暴露評估方式的優缺點後有所取捨，也能確保所收集的暴露評估資料確實可用。

職業安全衛生法十二條第一項所稱之「容許暴露標準」，主要來自勞工作業場所容許暴露標準，目前已訂定容許暴露濃度標準之物質總計 487 種，另有四種粉塵的容許濃度標準，皆為針對作業環境空氣中之濃度限值，並依照暴露及潛在危害特性，又分為八小時日時量平均容許濃度(TWA)、短時間時量平均容許濃度(STEL)、以及最高容許濃度(高)等三種類型之標準，部分已公告但無公告容許暴露標準值的有害物，法規中明確說明為「不得檢出」之項目，因此亦須配合進行檢測，以確保符合法令規範。目前在勞工作業環境監測實施辦法中，僅規定特定作業場所實施測定的頻率，分別包括有機溶劑、粉塵及特定化學物質作業場所必須每六個月至少監測一次、以及鉛作業及四烷基鉛作業每年至少監測一次。其餘訂有暴露容許標準之化學物質，僅在母法第十二條中規定，雇主必須「確保勞工之危害暴露低於標準值」，目前未明確規範監測頻率或「確保」方式。此外，勞工作業環境監測實施辦法中規定，指定場所實施作業環境監測時，應依照中央主管機關公告之建議方法進行採樣、分析或直接量測，但 487 種公告容許暴露標準的物質中，仍有許多物質尚未公告採樣分析方法，勢必造成作業環境監測執行上的困難，即使實施測定，其結果未必能被採信，也可能導致勞雇雙方及主管機關對暴露評估結果的爭議，因此仍需考量其他有效方式，對工作場所人員的職業暴露作一評估，以確保勞工的健康保護，不致因暴露評估的方式而有所影響。

就技術層面來看，工作場所化學性危害因子的暴露評估，除了採樣分析之外，亦可透過連續偵測及直讀式儀器獲得量化暴露評估資料。此外，一些定量、半定量及定性的職業暴露評估模式，也能提供初步的職業暴露評估依據，有助於篩檢潛在高危害的職業暴露，作為擬定優先改善順序的參考依據。若能再透過危害風險評估的結果規

劃分級管理，應有助於確保勞工的職業暴露不至於超過法令規範。

勞動部在民國 103 年 12 月公告之危害性化學品評估及分級管理辦法，是針對職業安全衛生法第十一條第二項所訂之評估與分級辦法[49]。在這個規定中，凡是已訂有容許暴露標準之物質，排除第十二條中規定必須實施作業環境監測之作業場所，其餘化學品皆應實施暴露評估，並根據評估結果進行分級。此外，規定暴露評估應採用公告之採樣分析方法及作業環境監測的方式進行，若無適當的監測方法，亦可透過模式推估的方式進行暴露評估，並且將評估結果與容許暴露標準進行比對。這個辦法將暴露評估結果分為三個等級：小於或等於容許暴露標準值的二分之一者為暴露等級一；大於容許暴露標準值的二分之一但不大於標準值者為暴露等級二，而高於容許暴露標準者為暴露等級三。辦法中並規定各暴露分級之對應管理原則：暴露等級一以維持現狀為主，工作環境狀況改變時須實施變更管理；暴露等級二之工作重點為控制設施之檢修維護；暴露等級三則以環境控制改善為重點，變更之後並須重新評估職業暴露等級。除了對應管理措施之外，辦法中也規定各暴露等級之職業暴露評估應定期重複實施，其中暴露等級一以至少每三年一次為原則，等級二則至少每年一次，等級三在未改善前，至少每三個月須重新評估一次。

第二節 現況與挑戰

一、暴露評估與分級管理

根據職業安全衛生法的規定，指定作業場所中訂有容許暴露標準的物質，必須透過作業環境監測或替代暴露評估的方式，確認勞工的職業暴露狀況，並根據評估結果加以分級管理。作業環境監測以採樣分析為主要的職業暴露評估方式，以往在勞工安全衛生法施行時期，作業環境監測(舊稱為作業環境測定)大多僅限於適用勞工安全衛生法之行業，且只有特定規模以上的事業單位、指定工作場所(有機溶劑作業、粉塵作業、鉛及四乙基鉛作業、特定化學物質作業、煉焦作業等)必須依規定實施作業環境測定。在民國 103 年 7 月修正公告的作業環境監測實施辦法，仍僅規定上述指定作業場所(及其他包含噪音、高溫等物理性危害之作業場所)必須擬訂作業環境監測計畫，且監測計畫及監測結果必須傳送主管機關備查。關於作業環境監測計畫之內容，以往雖有作業環境測定計畫撰寫指引，在新法實施後則尚無更新之監測計畫撰寫指引。新適用職業

安全衛生法的事業單位及自營勞工，或因工作場所之性質及化學性危害之職業暴露，須實施暴露評估與分級管理時，仍應有明確的事前規劃與管理目標，才能收集有效資訊，作為持續管理之依據。此外，指定作業場所雖然已規定事業單位必須提出作業環境監測計畫，但目前並沒有實質審查、確認或追蹤管理之對應機制，監測計畫書亦無專業審核或簽證之制度，可能使監測計畫與通報制度流於形式，應及早規劃因應措施。

工作場所製造或使用之化學品，若已訂有容許暴露標準，在實施職業暴露評估時，應以主管機關公告之監測方法進行評估，但目前勞動部認可之檢測分析方法尚未涵蓋所有已公告容許暴露限値之物質，未來必須透過其他公認可行的方式進行監測，或透過認可的方式，儘速使作業環境監測有標準方法可資依循。雖然危害性化學品評估及分級管理辦法中，勞動部容許事業單位以合理可行的方式進行半定量或定性之暴露評估，但僅說明應採用「合理可行的方式」進行評估，而此合理可行之判定依據因人而異，日後在成效管考及稽核檢查時，可能會產生許多爭議，也應及早規劃應變。

另一個潛在的挑戰是危害性化學品評估及分級管理辦法中規定，具有容許暴露標準之物質，必須透過暴露評估實施分級管理。目前法規所規範的暴露分級管理，尚僅針對訂有容許暴露標準之化學品，此外如粉塵、有機溶劑等指定作業場所，必須實施作業環境監測。其他具有健康危害的物質或可依職業安全衛生法第十一條的規定，透過風險評估的方式決定暴露控制管理方式，但以目前工作場所製造使用、具有潛在健康危害的萬種化學品來說，僅有的四百多種容許暴露標準，恐仍不足以有效保護勞工的健康。即使有明確的檢測方法，沒有容許暴露標準，精準的定量暴露評估資料也無法作為分級管理的依據。

二、風險分級管理

化學性危害因子若能依風險等級規劃管理措施，管理方案除了確實執行也能持續管考，理論上職業暴露的狀況可以控制到可接受範圍，後續只需要定期檢點控制措施，或定期確認人員的職業暴露狀況仍維持在可接受的程度以內，應足以有效保護工作人員的健康。然而上述的危害分級流程，在評估過程中僅使用簡略的物質使用情形做為潛在暴露的分級依據，若不考量化學品的實際運作情形、以及暴露狀況實際發生的可能性及嚴重程度，可能會過度高估危害風險，使得控制措施變得過度嚴格或不可行。就保護人員健康的觀點來看，工作場所化學性危害的控制預防，密閉作業及局部排氣

雖然是比較有效的控制措施，但並非一體適用的控制方式，而安裝控制系統也不保證危害就能得到有效的控制。此外，有時風險分級結果建議的通風控制選項，可能並不適合工作場所使用，但實際的職業暴露程度也不如評估程序中假設的嚴重。易言之，僅以風險分級做為規劃暴露控制方式的唯一依據，可能使分級管理流於形式而無實質助益。此外，決定暴露控制措施之後，仍須定期實施暴露管控成效的查核與評估，而職業暴露評估資料的收集，除可作為危害控制預防成效的指標，既有危害控制預防措施若有不足，也可透過暴露評估的結果，作為規劃控制改善目標的參考依據。

第四章 暴露危害管理技術指引編製

職業安全衛生法全面實施之後，適用於各行業，不論事業單位規模大小，皆可受相關法令規範，適用範圍較舊制明顯擴大，化學品的分級管理制度也全面適用於「依 CNS15030 分類具健康危害特性」之物質。工作場所的化學品運作，若因職業因素導致人員有潛在健康危害之虞，事業單位必須根據運作狀況與危害特性，予以評估分級並納入管理。具有容許暴露濃度的化學品，可透過職業暴露評估的方式進行分級管理，且評估方式應以作業環境監測為優先。至於尚未訂有明確採樣測定方法或容許暴露標準的化學物質，運作現場勞工的職業暴露，必須能以有效的替代方式進行評估，並依其潛在危害與風險等級，規劃暴露危害控制措施。換言之，職業暴露評估與危害風險分級將成為職業衛生人員的一個重要工作項目，除了作業環境監測之外，可能還需要替代的職業暴露評估、危害風險評估、以及分級管理規劃之能力，才能制定與執行化學品的分級管理計畫。本研究所製作暴露危害管理技術指引，彙整職業暴露評估的基本流程、職業暴露評估技術、危害與風險評估、以及危害預防與風險管理等相關措施，並編撰簡短的示範案例說明，除了輔助讀者了解相關流程及主要概念，也俾利後續安全衛生人員的危害分級管理及作業環境監測計畫的規劃與執行。

第一節 技術指引內容與架構

技術指引內容的規劃，係以本研究的文獻收集與法規分析結果為主，考量法規特性及現況、既有職業暴露評估與管理技術、以及技術手冊使用者的需求而進行編撰，以使手冊內容及架構，至少能符合職業安全衛生法第十一、十二條中對化學物暴露與危害分級管理之目標。工作場所製造或使用的化學品，若依 GHS 分類認定具有健康危害，則應透過暴露危害評估與分級管理，本研究所製作之技術指引，目的即在於引導事業單位，依據化學品之危害特性與現場運作狀況，透過暴露或風險評估的方式，規劃分級管理方向。技術手冊之內容主要分為前置作業、評估分級、管理規劃、以及紀錄管考四個階段：

一、前置作業

前置作業的主要工作內容為相關基本資料的收集，除了篩分需要分級管理的部門

及工作區之外，也對工作場所運作的化學物質進行篩選，按照物質是否具有職業暴露限值進行分類，再分別以暴露評估或風險評估的方式進行分級。第一階段完成後，可製作須實施分級管理的化學品清單。

二、評估分級

根據職業安全衛生法的規定，事業單位製造或使用具有健康危害的化學品，應先實施風險評估，並且依評估結果分級管理。風險評估可參照勞動部公告的危害風險評估方法進行評估與分級，再依風險分級結果決定後續管理措施。化學品若已受勞工作業場所容許暴露標準規範，並已訂有法定容許暴露標準，則應透過暴露評估的方式進行分級與規劃後續管理方式。事業單位亦可參照先進國家公告或專業團體提出的暴露濃度限值，自行設定環境控制目標，並透過職業暴露評估的方式進行分級管理。

三、管理規劃

在第二階段將化學品依職業暴露或危害風險進行分級，危害風險評估的結果可分為四個等級，職業暴露評估結果則可分為三個等級。第三階段的主要工作項目，則是依照暴露或風險評估之分級結果，選擇適當的管理方法，以控制或改善化學品之職業暴露與潛在健康危害。本技術指引的風險分級方式係比照勞動部的化學品分級管理系統建置，將潛在危害風險分為四個等級，並分別訂有建議之暴露控制方法。職業暴露分級的結果則是做為篩選需控制改善工作區域的參考依據，當危害風險分級結果所對應的暴露控制方法無法落實時，事業單位亦可透過暴露評估的方式，進一步判斷現場職業暴露是否有造成健康危害之虞，再根據暴露分級結果，決定環境控制改善的方式及目標。

四、追蹤管考

暴露風險評估的主要目的在於發掘高職業暴露或危害風險，並加以控制改善，以防止職業危害。若職業暴露或危害風險偏高之工作區域，於選定並實施危害管理措施之後，與既有的管理措施有所不同，則應重新評估以確認管理成效是否達到預期目標，再依照改善後的暴露或風險分級持續追蹤或改善。評估結果屬中低暴露或危害風險等級的化學性危害，亦須定期追蹤考核潛在職業暴露的變化。現場工作流程、工作環境或設備設施若有新增或變更時，事業單位應重新執行職業暴露或危害風險評估，並修

正暴露或風險等級與對應管理措施。此外，事業單位亦應透過持續發掘與解決問題，配合記錄追蹤管理考核等方式，有效管理工作環境中的化學性危害，以確保勞工的健康。

本研究所編製的暴露危害管理技術指引，是以呼吸途徑的職業暴露與危害風險評估為重點，根據評估結果進行分級，再根據分級結果制訂管理措施與重點，並依照執行成果進行成效評估與追蹤管考，以期能達到持續改善與管理的精神。技術指引初稿共分為四個階段、七個獨立章節，其章節架構與流程關係如圖 4 所示。事業單位製造或使用的化學品，若依危害性化學品標示及通識規則認定為有害物，則須實施分級管理，再依照化學品可依照職業暴露限值的有無，分別透過暴露評估或風險評估的方式規劃分級管理。容許暴露標準的設定以勞工作業環境容許暴露標準為準，但亦容許事業單位以優於法規限值的方式設定職業暴露限值，或參照先進國家或專業團體提出的職業暴露限值(Occupational Exposure Level, OEL)，即可透過暴露評估進行分級管理，若無則以危害風險評估的方式進行分級。第二階段的評估分級，主要重點在於發掘職業暴露或風險過高的工作場所及潛在危害。第二階段的評估方式，大多參照既有的制度與方法，但提供替代暴露評估的選項，工作場所若無法透過作業環境監測的方式實施職業暴露評估，仍可有定性或半定量的方式可供初步評估。評估的結果分別進行暴露或風險分級，以便第三階段的規劃管理方向。

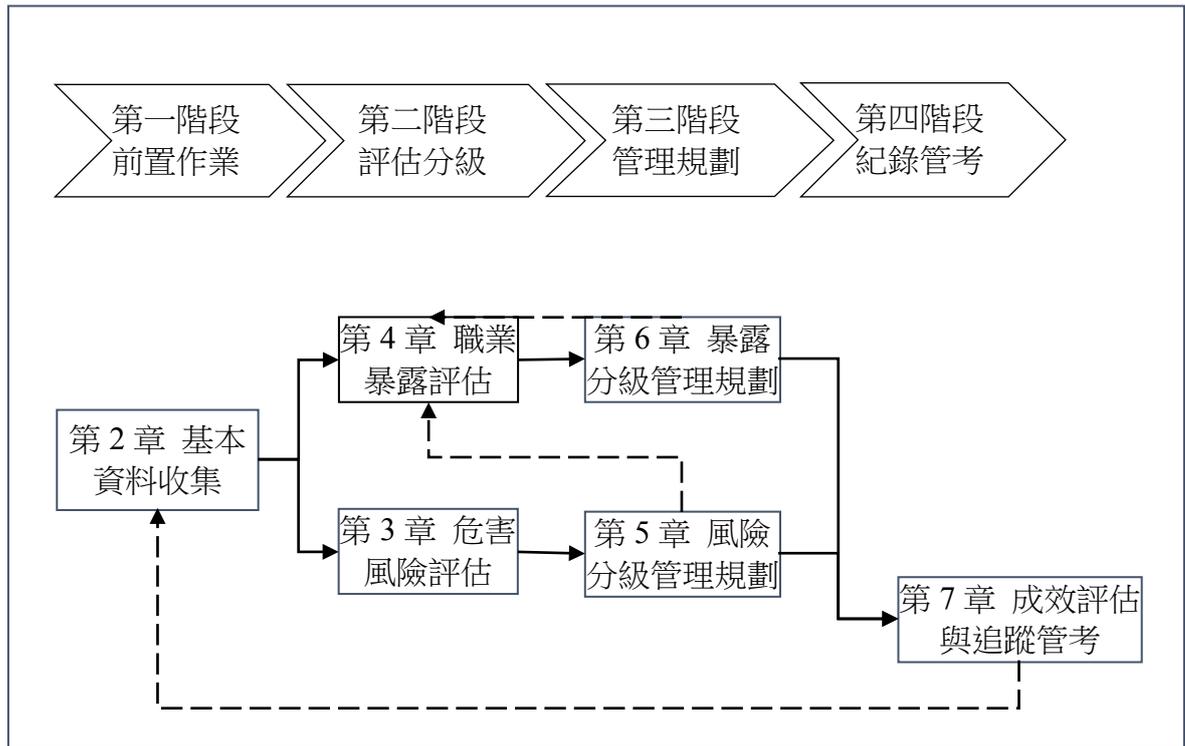


圖 4 技術指引章節架構

第三階段之規劃管理為依照分級結果設定管理重點。暴露分級管理的重點以篩選高於限值的職業暴露為主，透過環境改善或暴露控制措施等方式，降低人員的職業暴露。低於職業暴露限值的職業暴露，雖不被預期會產生顯著健康危害，為求防患未然，仍進一步分為二個等級，中暴露(低於容許暴露限值但大於一半)的職業暴露分級以檢測及改善暴露控制措施為重點，低於暴露限值一半的職業暴露分級，只須定期重新實施暴露評估，確認工作環境條件未明顯惡化即可。原則上工作場所的暴露評估，除非有特殊狀況，仍以容許濃度標準(包括八小時日時量平均容許濃度、短時間時量平均容許濃度，或最高容許濃度)為分級依據，或參照先進國家訂定的容許濃度標準。事業單位透過作業環境監測或替代暴露評估的方式，對勞工的職業暴露狀況進行評估與分級，再依分級結果規劃後續管理方向及重點。

無法設定職業暴露限值的化學性危害，可透過風險評估的方式進行分級管理規劃。本研究採用勞動部所建置的「化學品分級管理系統」下之風險評估流程進行分級管理規劃，並以對應的暴露控制表單為主要的暴露控制選項依據。有時風險分級所對應的建議暴露控制措施，可能與現場使用的措施不同，事業單位須進一步評估既有的

危害控制措施，是否已足以降低職業暴露至安全可接受的程度，以決定是否有變更暴露控制措施的需要。如果既有資料或評估結果無法判斷既有控制措施有效，則應依照建議方式，進行暴露控制措施之變更。

本研究所研擬的評估分級流程，係針對有害化學品進行評估分級與管理規劃，暴露評估流程符合危害性化學品評估及分級管理辦法的精神，但範疇較法令規範的更為廣闊，未來危害化學品擴大適用於所有化學品時，這套方法應仍足以應付後續規劃需求。評估分級可由暴露評估與風險評估兩種方式進行，其分流依據是按照物質是否能設定職業暴露限值來決定的。化學物質若已受勞工作業環境容許暴露濃度標準規範，已訂有容許暴露標準，則透過暴露評估的方式進行分級與管理規劃。不具有容許暴露標準的化學性職業暴露，可先透過危害控制鏈(CCB)的方式，而作業環境監測與危害風險評估的步驟，原則上皆以法令規範的方式進行評估，技術指引中並且再針對目前尚未公告標準檢測分法的物質，提供可能的監測方式，以及選擇替代監測方法的決策依據。技術指引的第 2、4 兩章是以暴露分級管理之規劃為主，第 3、5 兩章則是化學品分級管理(CCB)之架構為依據，另加上方案評估與成效考核的步驟設計與說明。技術指引中的主要工作項目與流程如圖 5 所示。

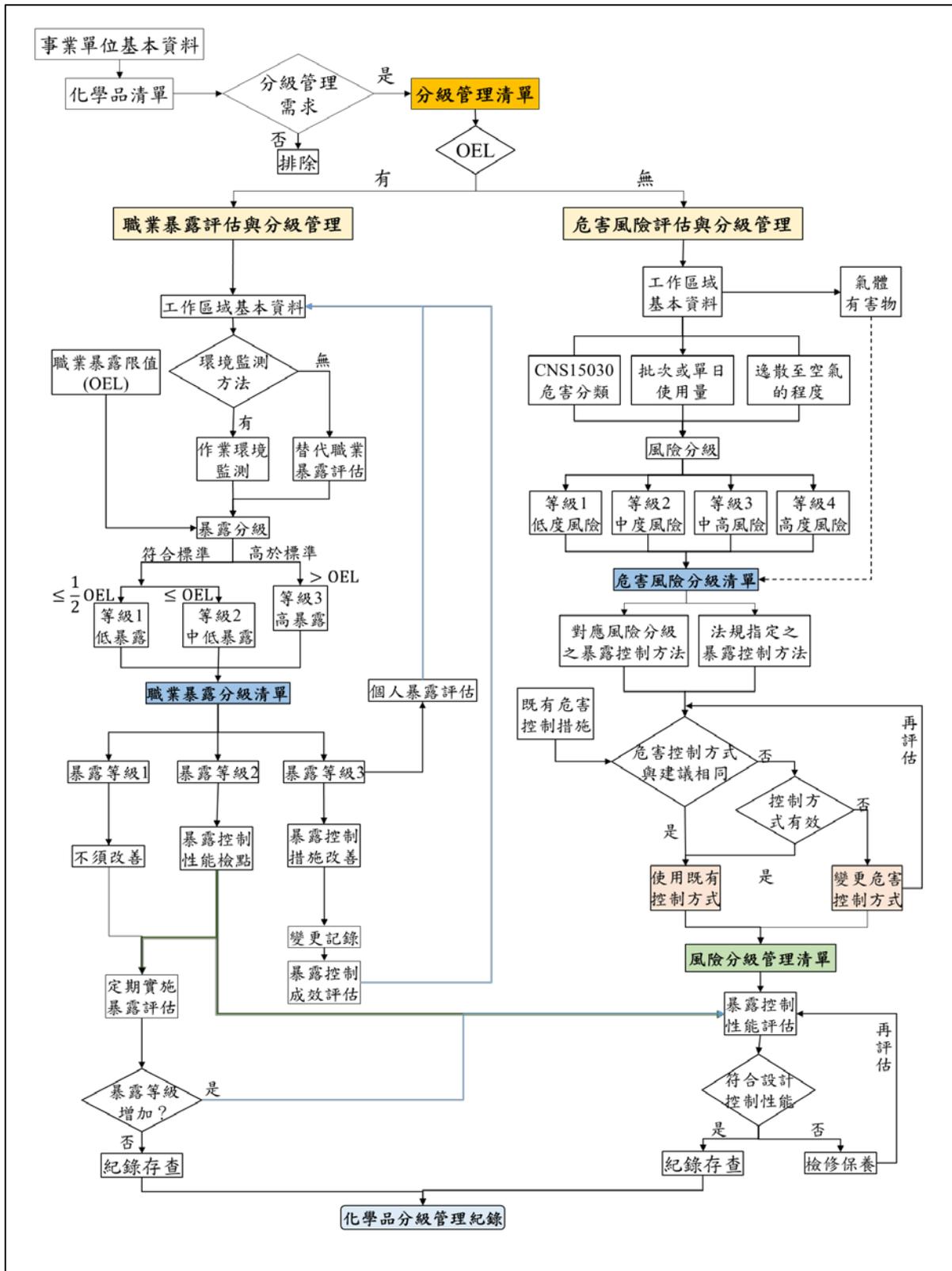


圖 5 化學性危害的職業暴露評估與危害管理流程

第二節 範例篩選與編製

我國制訂作業環境測定相關制度已歷時多年，以往因為多重原因，作業環境測定結果往往不能確實反映勞工的職業暴露實態，測定結果除了集結成冊存檔之外，通常並未用於相關問題分析與應用的參考依據。除此之外，以往因為勞工安全衛生法及其相關法令規範僅適用於指定行業、職業或工作場所，而符合法規規範的行業或工作場所，事業單位尚須達指定規模以上，才需要依法令規定設置安全衛生人員。由於上述法規限制，許多有明顯化學性職業暴露的工作場所，雇主未必都會實施作業環境測定，有時法規中也沒有適用的危害控制預防相關規定。

為使化學性職業危害的暴露風險評估與管理規畫能儘快步上軌道，本計劃擬以案例分析的方式，提供不同類型職業暴露與風險管理的範例，以做為技術手冊使用者的參考示範。範例擬以不同性質的產業為目標，選定不同的化學性危害因子，依照技術手冊規劃的暴露評估方法，分別撰寫短篇範例示範職業暴露或危害風險評估方法，再依照潛在危害風險與暴露評估結果，針對案例中的工作場所及勞工的職業暴露，依照技術手冊架構建立暴露評估方法，再根據評估結果提出管理改善或控制的建議。初步根據文獻收集結果匯整案例 21 個。過去數年間雖已有相當大量的職業暴露評估研究資料，各研究間探討的重點各有不同，但大部分仍以監測資料作為職業暴露評估的主要依據，而尚未訂定暴露容許標準的物質，研究資料也相對較少，此外文獻資料對於工作場所中製程或工作流程的描述相對不足，使得案例編寫的過程遭遇一些困難。本研究完成編制之範例總計八個，其背景資料以本國文獻為主，數值之設定已經修改，以保護研究參與廠商及工作人員的隱私。這些範例涉及的主要化學品，以及範例所示範的流程主題，分別整理如表 2 所示；技術指引目錄及範例目錄可參考附錄一。

表 2 技術指引之範例主題

行業/工作類別	暴露化學品	範例主題
半導體業	甲醇等 8 種化學品	分級管理化學品篩選
合成皮乾式製程	二甲基甲醯胺等 3 種化學品	作業環境監測規劃、暴露評估與分級
低溫消毒作業	戊二醛	暴露評估與分級
玻璃製程	可呼吸性粉塵	暴露評估與分級
電子零件清洗作業	溴丙烷	風險評估與分級
銅箔粗化製程	甲酸、鹽酸	風險評估與分級

第五章 結論與建議

第一節 結論

職業安全衛生法預計於民國 104 年起全面實施，關於化學性健康危害的評估與分級管理，目前僅見於危害性化學品評估及分級管理辦法，且僅限於具有容許暴露標準之有害物。有健康危害之化學品若無容許暴露標準，目前尚未規範須透過危害風險評估進行分級管理，可能不符合職業安全衛生法第十一條的精神，應儘速修訂相關法規。

未定有容許暴露標準的有害物，目前並沒有明文規定分級管理的方式，建議可依照化學品分級管理系統(CCB)之流程進行初步評估及選用暴露控制措施。化學性危害因子若有可行的暴露評估方法，且能透過其他方式設定職業暴露限值，則應儘量採取暴露評估的方式，決定分級管理方案並加以管理，以維護勞工的健康。

分級管理規劃之後，應持續追蹤改善。目前職業安全衛生法相關規定中，雖已建立作業環境監測(暴露評估)及化學品分級管理(風險分級)之相關規範，但在相關制度之推動上，尚未建立系統化的管理考核機制，也無從確認事業單位是否按照申報之管理計畫確實執行。本研究除了說明研擬管理方向外，也建議追蹤管考項目與執行時機，除了有助於事業單位規劃未來化學品的分級管理系統，也能秉持持續改善的精神，不斷提升工作環境，保障勞工的健康。

第二節 研究限制與建議

本研究所編製之技術指引，係以既有之暴露評估與風險評估指引資料為依據，進行修訂。技術指引文件中規劃設計之一系列表單，係以利於管理的考量而制定。化學品暴露分級管理辦法正式公告後，本部職業安全衛生署將依其制定辦法，公告相關技術指引。本研究內容可供職業安全衛生署參考制定「危害性化學品評估及分級管理辦法」之相關技術指引參考。

尚未制定容許暴露標準之有害化學品，雖然在職業安全衛生法第十一條規定應實施分級管理，但目前並沒有明確的做法及相關規定。又目前的化學性危害風險評估流程中，僅考慮粉體化學品的粉塵逸散性及液體化學品的揮發度，未考慮氣態有害物之潛在危害與暴露，也未考慮如噴濺及反應衍生物(副產物、雜質)等物質之潛在暴露與危

害。這些潛在的職業危害來源，仍須研擬適宜的評估與管理對策。

工作場所有害化學品職業暴露風險的分級管理規劃模式，可類比運用至工作場所危害因子的評估、控制與管理等，以確實保障勞工的健康與工作權益。

誌 謝

本研究計畫參與人員除本所李組長聯雄、楊副研究員秀宜、陳副研究員正堯外，另包括高雄第一科技大學許教授德仁、黃助理教授玉立、蔡宜靜、林偉政、蔡承穎、葉儀彰等人，謹此敬表謝忱。

參考文獻

- [1] Wallace LA. The Total Exposure Assessment Methodology (TEAM) Study: Summary and Analysis: Volume I. Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, USA, EPA/600/6-87/002a; 1987
- [2] Exposure Science in the 21st Century: A Vision and a Strategy. National Academies Press, 2012.
- [3] American Society of Human Genetics, et al.. Assessing chemical risk: societies offer expertise. *Science* 331(6021):1136; 2011.
- [4] Society of Toxicology. Toxicologists welcome assessment assistance. *Science* 332(6029):539; 2011.
- [5] Cohen HEA, et al. The promise of exposure science. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology* 21(2):121-122; 2011.
- [6] Liou P J. Exposure science: a view of the past and milestones for the future. *Environmental Health Perspectives* 118(8):1081-1090; 2011.
- [7] Fenske R A. "For good measure: Origins and prospects of exposure science (2007 Wesolowski Award Lecture)." *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology* 20(6): 493-502; 2010.
- [8] National Research Council. Risk assessment in the federal government: Managing the process. Washington, DC: National Academy Press, 1983.
- [9] U.S. Environmental Protection Agency (USEPA). Guidelines for exposure assessment. EPA/600/Z-92/001, 1992.
- [10] Williams PRD, et al. An overview of exposure assessment models used by the U.S. Environmental Protection Agency. In: G Hanrahan (Ed.), *Modeling of pollutants in complex environmental systems*. Glendale, AZ: ILM Publications, Volume II, 2010. pp. 61-131.
- [11] USEPA. Framework for human health risk assessment to inform decision making. Washington, DC: Office of the Science Advisor Risk Assessment Forum, 2014.
- [12] Ignacio J S and Bullock W H. A strategy for assessing and managing occupational exposures, 3rd Ed. Fairfax, VA: American Industrial Hygiene Association, 2006.

- [13]鄭蓉瑛：化學性因子作業環境測定計畫指引推廣，行政院勞委會勞工安全衛生研究所 92 年度研究計畫報告，IOSH92-A307，民國 93 年 2 月。
- [14]作業環境測定指引。行政院勞工委員會民國 99 年 2 月 12 日公告。
- [15]科技部新竹科學工業園區管理局。化學性因子作業環境測定計畫撰寫指引。
- [16]Health and Safety Authority (Ireland). Biological monitoring guidelines. Dublin, 2011.
- [17]Burdorf A. Exposure assessment of risk factors for disorders of the back in occupational epidemiology. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 1992, 18(1):1-9.
- [18]Nieuwenhuijsen M J (Ed.) E xposure a sse ssment i n oc cupational a nd e nvironmental epidemiology. Oxford University Press, 2003.
- [19]行政院環境保護署。健康風險評估技術規範，民國 100 年 7 月 20 日環署綜字第 1000060206 號令修正發布。
- [20]Rappaport SM. "Assessment of long-term exposures to toxic substances in air." *Annals of Occupational Hygiene* 35(1), 1991: 61-122.
- [21]Lavoue J, et al. Workplace Measurements by the US Occupational Safety and Health Administration since 1979: Descriptive Analysis and Potential Uses for Exposure Assessment. *Annals of Occupational Hygiene*, 2013; 57(1), 77-97.
- [22]Van-Wendel-de-Joode B , e t a l. DREAM: A Method for Semi-quantitative Dermal Exposure Assessment. *Annals of Occupational Hygiene*, 2013; 47(1), 71-87.
- [23]勞動部勞動與職業安全衛生研究所。薄膜電晶體液晶顯示器(TFT-LCD)業作業環境有害物暴露危害風險現況調查及技術開發。行政院勞動部勞動與職業安全衛生研究所研究報告，民國 102 年。
- [24]Wang SM, et al. "Developing a semi-quantitative occupational risk prediction model for chemical exposures and its application to a national chemical exposure databank." *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2013; 10(8): 3157-3171.
- [25]Benke G, et al. "Comparison of Occupational Exposure Using Three Different Methods: Hygiene Panel, Job Exposure Matrix (JEM), and Self Reports." *Applied Occupational and Environmental Hygiene*, 2001; 16(1): 84-91.
- [26]Health and Safety Authority. Guidelines on risk assessment and safety statement. Dublin: Health and Safety Authority (Ireland); 2006.

- [27]蔡朋枝，葉文裕，張靜文，林洺秀：職業化學性因子暴露危害強度推估模式之建立。勞工安全衛生研究季刊 2000；8(4):389-407.
- [28]Vadali M, Ramachandran G, Mulhausen J. Exposure Modeling in Occupational Hygiene Decision Making. Journal of Occupational and Environmental Hygiene, 2009；6(6), 353-362.
- [29]Logan P W, et al. Desktop Study of Occupational Exposure Judgments: Do Education and Experience Influence Accuracy? Journal of Occupational and Environmental Hygiene, 2011; 8(12), 746-758.
- [30]Jayjock M A, et al. Modeling framework for human exposure assessment. Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology 17:S81-S89; 2007.
- [31]Kolstad H A, et al. Company-level, semi-quantitative assessment of occupational styrene exposure when individual data are not available. Annals of Occupational Hygiene, 2005; 49(2), 155-165.
- [32]Herber R M, Duffus J H, Christensen J M, Olsen E, Park M V. Risk assessment for occupational exposure to chemicals. A review of current methodology. Pure and Applied Chemistry 2001; 73(6):993-1031.
- [33]International Labor Office. "International chemical control toolkit draft guidelines. Geneva, Switzerland."
- [34]Health and Safety Executive (UK). "Control of Substances Hazardous to Health (COSHH)."
- [35]Marquart, H., et al. "Stoffenmanager', a Web-Based Control Banding Tool Using an Exposure Process Model." Annals of Occupational Hygiene, 2008; 52(6): 429-441.
- [36]Canadian Centre for Occupational Health and Safety. OSH answers: Control banding.
- [37]Hashimoto H, et al. "Evaluation of the control banding method--comparison with measurement-based comprehensive risk assessment." Journal of Occupational Health, 2007; 49(6): 482-492.
- [38]Horie S. "Occupational health policies on risk assessment in Japan." Safety and Health at Work, 2010; 1(1): 19-28.
- [39]李聯雄、顏慶堂：我國與英、美、日、澳、新、韓等國作業環境測定法規執行現況比較研究。行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所研究報告，民國 101 年。
- [40]勞動部職業安全衛生署：化學品分級管理。

- [41] 勞動部：化學品分級管理運用指引(2012 年版)。
- [42] 勞動部職業安全衛生署：化學品分級管理系統。
- [43] 行政院勞工委員會：民國 98 年度推動化學災害防制計畫：Control banding 使用指引。行政院勞工委員會。
- [44] 勞動部職業安全衛生署：化學品分級管理運用指引—2012 年版。
- [45] 職業安全衛生法施行細則。民國 103 年 6 月 26 日公布。
- [46] 勞動部職業安全衛生署：職業安全衛生法附屬法規。
- [47] 勞動部，適用職業安全衛生法部分規定之事業範圍。勞職授字地 1030201348 號，民國 103 年 9 月 26 日公告。
- [48] 勞工作業環境監測實施辦法。民國 103 年 7 月 2 日公布。
- [49] 勞動部：「危害性化學品評估及分級管理辦法」，勞職授字第 10302023241 號，民國 103 年 12 月 31 日發布。

附錄一 暴露危害管理技術指引及範例目錄

目 錄

緒論	1
第 1 章 有害化學品分級管理	1
1.1 化學性職業危害的分級管理	1
1.2 適用時機	3
1.3 技術指引使用說明	3
第一階段—前置作業	5
第 2 章 基本資料收集	6
2.1 事業單位基本資料彙整	6
2.1.1 職業暴露限值	7
2.2 化學品篩選	9
2.3 分級管理化學品清單建置	9
第二階段—評估分級	13
第 3 章 職業暴露評估	14
3.1 基本資料彙整	15
3.2 評估方法選用	16
3.2.1 作業環境監測	17
3.2.2 半定量暴露評估	19
3.2.3 定性評估	21
3.3 暴露評估執行	22
3.3.1 作業環境監測	22
3.3.2 以替代方法進行暴露評估	26
3.4 職業暴露分級	26
第 4 章 危害風險評估	30
4.1 工作分析	31
4.2 風險評估參數設定	32
4.2.1 化學品危害分類	33
4.2.2 環境逸散程度	34
4.2.3 化學品使用量	35
4.3 風險分級	35
第三階段—管理規劃	38
第 5 章 暴露分級管理規劃	39
5.1 暴露分級與管理方向	40
5.1.1 暴露等級一	40
5.1.2 暴露等級二	40
5.1.3 暴露等級三	41
5.2 暴露分級管理清單	42
第 6 章 風險分級管理規劃	44
6.1 暴露控制方案	45

6.1.1 既有控制措施	45
6.1.2 暴露控制表單	45
6.1.3 法令規範之控制方式	48
6.2 選用控制方案	48
6.2.1 控制方案與既有措施相同	49
6.2.2 控制方案與既有措施不同	51
6.3 風險分級管理清單	53

第四階段—紀錄管考 54

第 7 章 成效評估與追蹤管考 55

7.1 暴露分級管理	56
7.1.1 暴露等級三	56
7.1.2 暴露等級二	57
7.1.3 暴露等級一	57
7.2 風險分級管理	57
7.3 紀錄保存與追蹤管考	58

參考文獻 59

附錄一 暴露危害管理表單參考格式	60
附錄二 半導體業常用化學品的分級管理篩選範例	72

圖 目 錄

圖 1 1 四階段的化學性危害分級管理規劃流程	1
圖 1 2 分級管理階段與暴露危害管理技術指引各章對應示意圖	4
圖 2 1 基本資料收集流程	7
圖 2 2 有害化學品分級管理之途徑、適用範圍及對應法規	11
圖 3 1 職業暴露評估流程	16
圖 3 2 職業暴露評估方法分類	18
圖 4 1 危害風險評估流程	32
圖 4 2 高溫運作條件下之液體揮發度分級	36
圖 5 1 暴露分級管理規劃	40
圖 6 1 風險分級管理流程	45
圖 7 1 成效評估與追蹤管考流程	56

表 目 錄

表 1 1 本技術指引之範例及工作場所類型	5
表 2 1 事業單位基本資料內容	8
表 3 1 職業暴露評估所需之基本資料項目	17
表 3 2 可用於推估職業暴露濃度之常用模式*	22
表 3 3 以飽和蒸氣濃度推估潛在暴露濃度	23
表 4 1 工作分析之基本資料項目	33
表 4 2 CNS15030 健康危害分類與危害群組對照表	34
表 4 3 化學品逸散程度判別原則	35
表 4 4 批次或單日化學品用量分級	36

表 4 5	危害風險分級對照表	37	
表 6 1	吸入性危害之暴露控制表單編號對照表	48	
表 6 2	其他途徑暴露及危害控制表單	49	

範 例 目 錄

範例 1.	半導體廠化學品篩選	12	
範例 2	合成皮製程的作業環境監測規劃	26	
範例 3	合成皮乾式製程的職業暴露分級	29	
範例 4	低溫消毒劑之職業暴露評估	30	
範例 5.	半導體製程的危害風險評估	38	
範例 6.	玻璃生產線的暴露分級管理	44	
範例 7.	銅箔基板粗化製程的風險分級管理	51	
範例 8.	溴丙烷的危害風險評估	53	

化學因子暴露評估指引及執行範例
著（編、譯）者：陳正堯、黃玉立

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：150 元

展售處：

五南文化廣場
台中市中區中山路 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: 1010400766

ISBN: 978-986-04-4714-9

