

化學危害暴露評估手冊之建立

陳淨修 簡淑娟 應正儀

摘要

有鑑於近十年國內各事業單位皆依法實施作業環境測定，每年投入之成本支出相當龐大，但所測定之資料是否有助於事業單位作業環境危害因子的發現及改善不無疑義，難免有為測定而測定；而流於型式。因此有必要對作業環境及勞工作息進行調查，以選擇高危險群勞工作為採樣對象，以達到問題改善之目的。本研究目的為參考國內外資料，建立暴露評估指引並以半導體廠為案例，進行高危險群之鑑定，結果發現該半導體廠機台預防保養作業人員為高危險群，應加強事前安全衛生危害預防措施。

關鍵字：作業環境測定、暴露評估指引、機台預防保養作業人員

一 前言

自美國國家科學院(National Academy of Sciences NAS)於1983年出版「聯邦政府中的風險評估」紅皮書之後，健康風險評估即蔚為風潮，1993年10月20日美國環保署基於1990年的清潔空氣法(Clean Air Act)修正案的要求，提出有關預防化學意外釋出的風險管理計畫(Risk Management Plan)，顯示美國積極推動建立健康風險評估制度，要求業界製

造、使用、儲存或裝置特定毒性化學物質時應進行健康風險評估。目前國內尚未立法規範業界進行健康風險評估，但隨著職業病案例的增加及民眾意識高漲，健康風險評估將會成為環保及作業環境衛生之主要課題。健康風險評估的四個步驟中，最重要的一環是暴露評估這一步驟，因此如何有效準確進行作業環境暴露評估，應為評估勞工是否可能致癌或罹患職業病之重點。

八十一年二月十四日「勞工作業環境實施辦法」實施以來，國內各事業單位皆依法實施作業環境測定，每年投入之成本支出相當龐大，但所測定之資料是否有助於事業單位作業環境危害因子的發現及改善不無疑義，難免有為測定而測定；而流於型式。其主要原因係實施作業環境測定時，未對作業環境及勞工作息進行調查，以選擇高危險群勞工作為採樣對象，以致採樣未具代表性，監測數據無法反應問題⁽¹⁾。有鑑於此，勞委會業於91年10月30日新修正之「勞工作業環境實施辦法」中，要求業者進行作業環境採樣時應「訂定含採樣策略之作業環境測定計畫」，以瞭解雇主預先規劃之作業環境測定採樣策略，其採樣方式，是否可評估確實掌握環境的實態與勞工暴露狀況(修正條文第九條)⁽³⁾。因此，本研究乃參考國內外資

料，建立暴露評估指引並加案例探討，盼能提供業界參考，以為依循。本研究目的如下：

1. 參考國內外資料⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾編撰職業暴露評估策略指引，供為業界參考。
2. 以某半導體工廠或化學類工廠為案例，進行職業暴露評估，以建立暴露相似群，進而研擬對策。
3. 探討職業暴露評估策略執行上之問題。

二 職業暴露評估架構

職業衛生人員一直以來之工作，為致力於工作場所潛在危害的認知、評估和控制，以確保勞工在工作環境中的安全與健康。隨著社會之變遷，化學物質的開發衍生了許多新的風險，職業衛生的管理必須較過去更完整並有效的執行。此外，今日的工作場所也較以往複雜，並充滿了許多新的挑戰，工作場所暴露有關的風險如化學性危害、物理性危害、生物性危害....等都逐日增加中，這些危害需要有一個完整的工作場所暴露評估策略，以協助安衛人員評定勞工的暴露是化學性、物理性或生物性危害、對健康的潛在影響以及這些危害物在工作環境中可能造成人體之不良健康影響。因此，暴露評估的目的有以下四點：

1. 評估勞工潛在的健康影響及可接受暴露和不可接受暴露兩者間的區別，並且對不可接受的暴露進行工程控制。
2. 建立及紀錄勞工的暴露量並告知

勞工。

3. 確實依照政府法規規定及其他暴露方針。

4. 有效的完成以上三個目的。

雖然安衛人員首要任務是保護勞工的健康，但健康風險不是唯一應加管理之風險。其他譬如，符合法規的風險、立法衍生的風險以及其他未知之風險等。安衛人員必須考慮到今日的組織有愈來愈多種，這些新的組織成員包含有勞工、雇主、顧客、勞工聯盟、股東、新聞業者、以及群眾。當安衛人員評估勞工和組織的風險時，必須記住不是只有評估勞工是否符合標準；還必須了解暴露特性、並加以控制使其在可接受的範圍內進而管理未來的風險。下列三個是必須要考慮的問題：1. 這些暴露如何影響勞工的健康？2. 暴露限值是否合宜？3. 這些暴露是否還存在著其他的風險？

2.1 職業衛生管理計畫

暴露評估是職業衛生管理計畫的核心，是所有衛生工作項目的基礎(參圖 2.1)。例如：監測點位置、哪些勞工需要訓練、個人防護具所需功能等皆須暴露評估結果

2.2 職業暴露評估策略的步驟

圖 2.2 所示為職業暴露評估策略架構，該策略是以循環持續改善為基礎來提高效益。每一循環皆以收集背景資料，包括製程、人員工作型態、危害物排放、勞工暴露狀況等。有了這些資料後就可開始進行初步的暴露評估，選擇最具健康危害之暴露加以控制；不斷循環直至每一暴露危害皆控制改善。該策略的幾個主要步驟條列如下：

1. 開始：制定暴露評估策略

在制定暴露評估的策略時，下列幾個課題必須加以注意：

(1) 安衛人員的角色

暴露評估是否能順利達成，安衛人員的監督以及指揮扮演著相當重要的角色。對安衛人員而言，並不需要全程參與執行暴露評估；但需指導整個系統並對暴露型態的結果加以判定。

(2) 暴露評估的目的

在開始進行評估之前要先決定評估的目標，這些目標必須清楚明確，是綜合性策略(Comprehensive Strategy)或符合法規策略(Compliance Strategy)。其中以綜合性策略較廣為大家所推崇採用，此策略乃對所有勞工整天的暴露，進行一個完善的評估。除了確保符合職業暴露標準(Occupational Exposure Level, OEL)外，暴露評估的結果可用來作為勞工每天的健康風險資料，以建立暴露檔案史。綜合性策略暴露評估的目標包括：

1. 描述所有化學、物理及生物因子所造成之暴露。
2. 界定所有勞工暴露強度及暴露時間變化。
3. 評估潛在風險(例如勞工健康損害、不符合政府法規之風險)。
4. 對不可接受風險的暴露優先採取控制。
5. 辨認需另外收集資料的暴露。
6. 紀錄勞工及相關人員之暴露控制及評估結果。
7. 紀錄勞工的暴露史以便將來能重新評估其健康狀況。
8. 有效率及有效果地完成上述步驟。

(3) 書面的暴露評估計畫書

書面暴露評估計畫在管理上是個相當重要的參考文件，其詳細說明了整個評估的策略、方法以及評估的標準；然而一個好的暴露評估計畫必須包括以下事項：

- (1)職業暴露評估計畫的目的
- (2)安衛人員及其他相關專業人員的角色及任務
- (3)系統化收集並建立工作背景資料的方法
- (4)定義相似暴露群的方法及每一群的暴露型態。
- (5)訂定評估基準，判斷相似暴露群的暴露濃度是否可接受。
- (6)對不確定性高之暴露採優先控制並收集更多的資料。
- (7)進行監測的暴露限值及基準。
- (8)確保對不可接受的高暴露危害採取工程控制。
- (9)對於可接受的暴露進行週期性的重複評估。

2. 基本的特性描述

在著手暴露評估的過程，需藉由收集相關資料來了解工作場所、工作內容及危害物的特性。這些資訊可以協助我們快速的知道勞工工作狀況、使用之有害物質、及整個作業流程的操作及控制，因此可快速掌握其暴露條件。

3. 暴露評估：

(1)定義相似暴露群(Similar Exposure Group, SEG)

所謂相似暴露群就是一群勞工在同一危害物下有著相同的暴露狀況，因其無論工作製程、工作使用原料及其接觸危害物的頻率都相同。相

似暴露群的判定是藉由勞工的工作內容、製程、控制設備、原料物質等做為分類的依據。

(2) 暴露剖面(Exposure Profile)

所謂暴露剖面係指某一相似暴露群的暴露強度及隨時間變化之分布。

(3) 判定每一 SEG 的暴露是否為可接受

有關暴露的判定係根據暴露的相關資料、健康危害效應及資料不確定性，判定結果可將工廠內人員暴露於危害物之程度區分為可接受之暴露群、不可接受之暴露群及不確定性高之暴露群三類。其對應之處理方法如下：

- ★ 首先要對不可接受之暴露群優先列管並進行工程控制
- ★ 接著對於不確定性高之暴露群，需收集更多的相關資訊，爾後再做一次評估
- ★ 最後對於可接受的暴露作定期性的重複評估，以確認其暴露狀況是否仍維持在可接受之範圍內。

4. 健康危害控制

職業衛生控制計畫必須配合暴露評估結果加以調整，暴露評估結果可以用來決定健康危害控制執行的優先順序。診斷偵測可用來分辨不可接受的特殊暴露來源，評估現行控制的效果，並決定是否需要更換或修正。

5. 重新評估

保有最新的資料對於暴露剖面與相似暴露群而言相當重要。可以確保暴露持續完整的被了解與以適時反應於職業衛生計畫。

6. 溝通和作成紀錄

暴露評估結果必須及時並有效

的傳達給勞工與其他有關保護勞工健康者。整個暴露評估過程包括追蹤建議的執行，資料文件化處理、列出相似暴露群、暴露型態與可接受度的判定等。這些資料應永久的保存，以建立個人的暴露史。例行的基本偵測計畫資訊和危害控制計畫一樣，均應被保存並證明這些建議已適當的實行。

三 暴露評估手冊之應用

3.1 半導體廠製程特性

案例研討為一家半導體公司，半導體廠製程所使用的化學性原物料中，包括蝕刻氣體、有機溶劑、金屬及其化合物、酸、鹼和感光性的聚合物等，其實有許多屬於劇毒物質或是對人體有立即的健康危害。而且由於半導體製程相對其他化學工業複雜，未知的製程副產物日益加增。當這些已知或未知的有害物質因從業人員的疏忽、處理設備的維護不當或特殊的化學反應而逸散至空氣中時，便會影響工作人員的健康與廠內的空氣品質，甚至無塵室的潔淨度。

半導體廠中正常例行作業造成之危害暴露機會較少，為了生產作業的順利與延長機台壽命，設備工程師必須定期進行機台預防保養(以下簡稱 PM 作業)，此時工程師反而很容易暴露在逸散的污染物下。一般而言，PM 作業程序大概包括 Chamber 開啟、Chamber 擦拭、零組件拆卸與擦拭、管件拆卸與擦拭、零組件及管件的浸泡與清洗、更換新零組件與機台復原。

3.2 PM 作業人員暴露評估程序

PM 作業污染物評估前，必須先收集該機台 PM 作業的基本資料：包括

製程目的、製程原物料、PM 化學品、原物料與可能副產物的 MSDS、機台編號、機台種類、PM 頻率、PM 前的 run 貨數；其次要與設備工程師進行作業觀察與討論：包括 PM 人員數、PM 起迄時間、PM 程序、PM 過程發生異味前的動作、PM 時不舒服的感覺。整合這些基本資料，採樣人員便能正確擬定採樣策略，以及選擇適當的採樣人員個人呼吸防護具。研究結果發現該半導體廠 PM 作業人員為高危險群，應加強事前安全衛生危害預防措施。

四 結論

本暴露評估手冊內容包括職業暴露評估架構、工作場所基本資料收集、建立相似暴露群、資料收集優先順序之決定、及健康危害控制。透過手冊之應用，事業單位將很快能依公司工作場所特性、危害物性質、勞工暴露時間、危害控制措施等資料，鑑別出高危險群，配合採樣測定及健康檢查資料，將有效改善事業單

位之安全衛生問題。

五 參考文獻

- (1) 黃奕孝、闕妙如“職業暴露評估及管理”，經濟部工業局，工業安全科技，32，P35-47，中華民國九十年。
- (2) 勞委會，「勞工作業環境測定實施辦法」，中華民國九十一年。
- (3) American Industrial Hygiene Association，1998, "A Strategy for Assessing and Occupational Exposure", American Industrial Hygiene Association Exposure Assessment Strategies Committee.
- (4) Hawkins, N.C., S.K. Norwood, and J.C. Rock, 1991, "A Strategy for Occupational Exposure Assessment", Akron, Ohio: American Industrial Hygiene Association.
- (5) Keith Tait, 1993, "The Workplace Exposure Assessment Workbook", Appl. Occup. Environ. Hyg., 8(1), p55-68

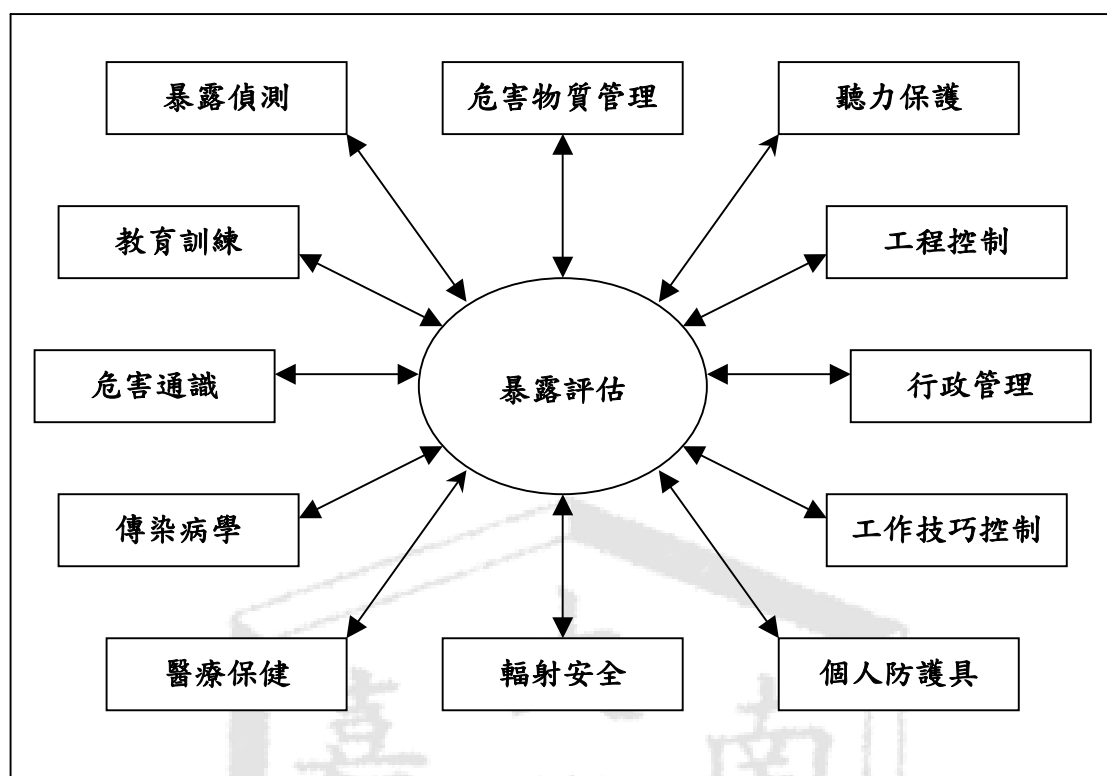


圖 2.1 暴露評估與衛生工作項目之關係架構圖

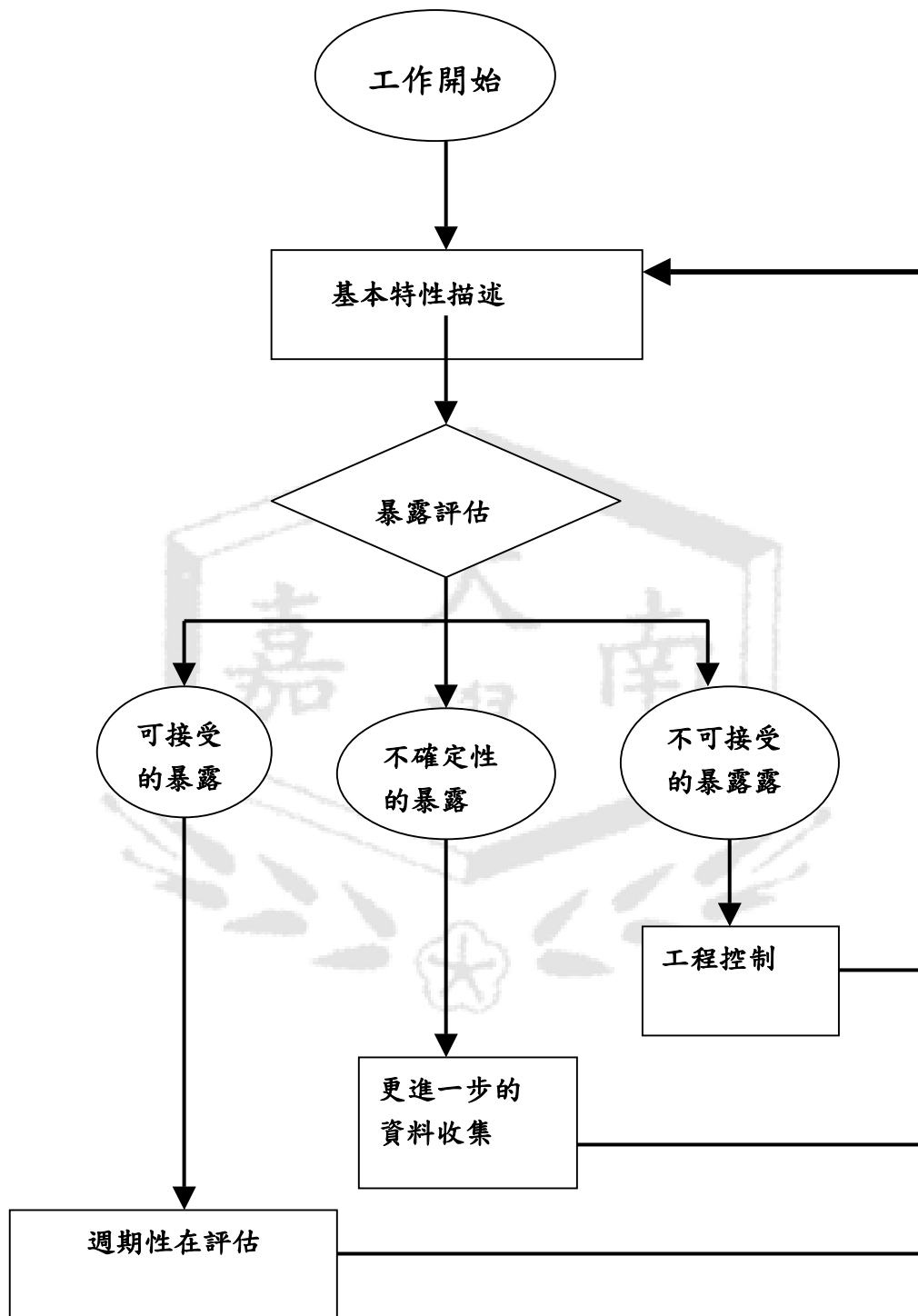


圖 2.2 職業暴露評估策略

